



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PREGRADO
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
ODONTOLÓGICAS ÁREA DE ANATOMÍA Y CENTRO DE
ANÁLISIS CUANTITATIVO EN ANTROPOLOGÍA DENTAL

**“ COMPARACIÓN DE LA FORMA DE LA PIRÁMIDE NASAL ENTRE CLASES I,
II, Y III ESQUELETAL, MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MORFOMETRÍA
GEOMÉTRICA”**

Susana Lorena Contreras Ferrer

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANA-DENTISTA**

TUTORA PRINCIPAL

Dra. Viviana Toro Ibacache

TUTOR ASOCIADO

Dr. Sebastián Espinosa Sánchez

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 2020/004 “Estudio Morfológico y Funcional
en Anomalías y Malformaciones Cráneo Faciales”**

Santiago - Chile

2023



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PREGRADO
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
ODONTOLÓGICAS ÁREA DE ANATOMÍA Y CENTRO DE
ANÁLISIS CUANTITATIVO EN ANTROPOLOGÍA DENTAL

**“ COMPARACIÓN DE LA FORMA DE LA PIRÁMIDE NASAL ENTRE CLASES I,
II, Y III ESQUELETAL, MEDIANTE HERRAMIENTAS DE MORFOMETRÍA
GEOMÉTRICA”**

Susana Lorena Contreras Ferrer

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
CIRUJANA-DENTISTA**

TUTORA PRINCIPAL

Dra. Viviana Toro Ibacache

TUTOR ASOCIADO

Dr. Sebastián Espinosa Sánchez

**Adscrito a Proyecto PRI-ODO 2020/004 “Estudio Morfológico y Funcional
en Anomalías y Malformaciones Cráneo Faciales”**

Santiago - Chile

2023

*Para mi sobri Beatriz y mi abuelito Rubén,
los que me han acompañado místicamente
de alguna forma durante el proceso
de la escritura de este trabajo.*

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá Loreto y papá Hipólito, quienes me criaron y brindaron todo lo necesario para crecer como la persona que soy hoy y, por confiar en mis capacidades más que yo. Por fin terminaron su tarea de padres (bastante tarde, siento la demora jaja).

Mis hermanos Rodrigo y Loreto, por apoyarme siempre con lo que pudieran, chicotearme para terminar esta tesis, ofrecerse de pacientes y todo su cariño de hermanos mayores entregado durante mi vida.

Mis cuñados Javiera y Saúl, por su cariño, apoyo, buena onda y por su ayuda en Excel.

A mi sobrina Beatriz, por todo el amor, risas y chamullos, por enseñarme a cuidar y compartir con niños, motivarme con su sonrisa preciosa a terminar la tesis y por decirme desde muy pequeña “la Susi está estudiando para ser dentista”, creo que ahora he dado por terminada esa tarea sobri.

A mi sobrina Rocío, pequeña saltarina, por ser fuente inagotable de amor y alegrías, por ser un pequeño cargador de baterías durante este último tiempo.

A mi tutora Dra. Viviana Toro-Ibacache, por la tremenda disposición a enseñar, la paciencia y el apoyo personal.

A mis amigos Fran, Pame, Isma, Meli, Skar y Anita, por animarme en los peores momentos y compartir los mejores.

A mi musa y amiga Bachi, con la que compartimos momentos de escritura, almuerzos, rabias, frustraciones y risas durante este periodo.

A Alan, por estar en las buenas y las malas, por todo su cariño, apoyo, contención y prestarme su computador cuando el mío no se la podía.

A mi familia Ferrer, por estar siempre pendientes de lo que necesitara durante la carrera.

ÍNDICE

1. RESUMEN	
2. MARCO TEÓRICO	1
2.1. CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL.....	1
2.2. DISMORFOSIS DENTOFACIALES.....	4
2.3. CLASES ESQUELETALES.....	5
2.4. LA PIRÁMIDE NASAL.....	9
2.5. CLASES ESQUELETALES Y FORMA DE PIRÁMIDE NASAL.....	11
2.6. MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA.....	14
2.7. JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DEL ESTUDIO.....	17
3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	18
3.1 HIPÓTESIS.....	18
3.2 OBJETIVOS.....	18
3.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	18
3.2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	18
4. MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1. MUESTRA.....	19
4.2. ESTUDIO DE LA CLASE ESQUELETAL.....	20
4.3. ESTUDIO DE LA FORMA NASAL.....	21
4.3.1. OBTENCIÓN DE LOS DATOS PRIMARIOS.....	21
4.3.2. OBTENCIÓN DE LA FORMA.....	24
4.3.3. ANÁLISIS PRELIMINARES.....	24
4.3.4. ANÁLISIS EXPLORATORIOS Y CONFIRMATORIOS.....	25
4.4. ESTUDIO DE LA COVARIACIÓN DE LA FORMA DE LA PIRÁMIDE NASAL VS CLASE ESQUELETAL I, II Y III	26
5. RESULTADOS	27
5.1. ANÁLISIS PRELIMINARES.....	27
5.2. ANÁLISIS EXPLORATORIOS.....	31
5.2.1. ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DE LA FORMA DE LA PIRÁMIDE NASAL EN INDIVIDUOS CON CLASE ESQUELETAL I, II Y III.....	31
5.3. ANÁLISIS CONFIRMATORIOS.....	42

5.3.1. ESTUDIO DE LA VARIACIÓN DE LA FORMA DEL ESQUELETO NASAL ENTRE INDIVIDUOS CON CLASE ESQUELETAL I, II Y III.....	42
5.3.2. EVALUAR PATRONES DE COVARIACIÓN DE LA FORMA DE LA PIRÁMIDE NASAL Y LA FORMA DEL ESQUELETO EN INDIVIDUOS CON CLASE ESQUELETAL I, II Y III.....	49
6. DISCUSIÓN.....	58
7. CONCLUSIONES.....	62
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
9. ANEXOS Y APÉNDICES.....	70

1. RESUMEN

Introducción: La búsqueda de tratamiento de las dismorfosis dentofaciales (DDF) por parte de los pacientes, ya sea por motivos estéticos o funcionales, habitualmente se centra en el problema que se percibe en el maxilar o la mandíbula. Sin embargo, múltiples estudios indican los efectos estéticos y funcionales de las DDF en la cara, específicamente en la nariz. Las características de la forma nasal respectiva a cada DDF no han sido suficientemente descritas. En este trabajo se analizará la morfología de la pirámide y cavidad nasal en individuos con diferentes DDF, utilizando morfometría geométrica.

Materiales y métodos: Esta tesis corresponde a un estudio de tipo transversal descriptivo. Se contó con 63 tomografías computarizadas (TC) de población chilena, divididas en partes iguales entre las tres clases esqueléticas existentes (I, II y III). Los pacientes clase II y III fueron pacientes que serían sometidos a cirugía ortognática, mientras que la clase I fueron pacientes sin alteraciones dentofaciales evidentes. Se trabajó en base a las reconstrucciones 3D de las TC obtenidas en el programa Avizo. Posteriormente, se marcaron 17 hitos que representaron la forma nasal en el programa MeshLab. Para evaluar variación general de la forma en la muestra y facilitar la observación de caracteres, se realizó un análisis de componentes principales, luego para estimar las diferencias entre las medias de los grupos, se realizó un análisis de variables canónicas y finalmente, para evaluar la covariación entre tejido duro y blando se utilizó el análisis de mínimos cuadrados parciales. Todo esto empleando el software MorphoJ.

Resultados: El sexo no fue un factor influyente en la forma de la pirámide nasal, mientras que el tamaño sí. La forma varió principalmente en sentido vertical, horizontal y anteroposterior, además se observó diferencias en la cantidad de tejido blando de la pirámide nasal entre las distintas clases. Finalmente, en las tres clases esqueléticas se observó que el tejido blando covaría de forma estadísticamente significativa con el tejido duro, aunque de distinta manera.

Conclusión: Los resultados obtenidos por este trabajo confirmaron la hipótesis de que existe relación entre la forma de la incisura piriforme y pirámide nasal con las distintas clases esqueléticas, y que esta relación se presenta de distinta manera en cada una de ellas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CRECIMIENTO Y DESARROLLO CRANEOFACIAL

El complejo craneofacial está compuesto por huesos, cartílagos, músculos, ligamentos, dientes, nervios y vasos sanguíneos. Juntas, estas estructuras proveen muchas funciones, incluidas el habla, la masticación y la estética del complejo craneofacial (Zhang y Yelick, 2018). Consta de veintidós huesos separados que de acuerdo con criterios estructurales, embriológicos y funcionales se pueden clasificar como:

Criterio estructural: Se encuentran (figura 1):

Desmocráneo: se origina de una membrana ectodérmica, mesodérmica y de la cresta neural que rodea el final proximal de la notocorda en un desarrollo muy temprano. En el desarrollo intrauterino el desmocráneo es una membrana fibrosa que cubre el cerebro. Es este el que dará origen a los huesos de la calvaria y las articulaciones fibrosas o suturas, también la duramadre y el periostio subyacente a los huesos de la calvaria craneana. Su desarrollo es dependiente del cerebro. Por tener un precursor membranoso, todas las estructuras óseas mencionadas anteriormente, tienen osificación intramembranosa.

Condrocráneo: inicialmente se forma como una parte del primordio de cartílago primario que se convertirá en la base craneal, septum nasal y cápsula nasal. También deriva de la membrana embrionaria que rodea las estructuras del sistema nervioso central.

Viscerocráneo: compuesto por los elementos del complejo craneofacial derivados principalmente del primer y segundo arco faríngeo y, por lo tanto, tiene origen en la cresta neural. Incluye principalmente los huesos del tercio medio de la cara y la mandíbula. El desarrollo y crecimiento tiene lugar a través de la osificación intramembranosa, caracterizada por la presencia de suturas (Graber y cols., 2017; Sadler, 2019). La mandíbula está precedida por un tallo cartilaginoso, el cartílago de Meckel, en el cual, por su cara

lateral de tejido conjuntivo, presenta el centro de osificación principal. Posteriormente, se forman otros centros de osificación, uno mentoniano para la sínfisis mandibular del mentón y otros dos centros más para los procesos coronoides y condilares (Rouvière y Delmas, 2005; Sperber y Sperber, 2022).

Dentición: uno de los componentes principales del complejo craneofacial cuyo desarrollo se caracteriza por la interacción entre tejidos ectodérmicos y mesenquimáticos.

Estos cuatro componentes anatómicos, se pueden reclasificar en tres amplias unidades funcionales. Dentro del criterio de clasificación funcional se encuentran (figura 1):

Neurocráneo: alberga el cerebro y otras estructuras del sistema nervioso central, tales como el sistema olfatorio y auditivo. El cerebro descansa en la base de cráneo y es cubierto por la calvaria.

Cara: la parte superior de la cara está definida como la región de las órbitas de los ojos. La parte media, comprende principalmente los huesos maxilares y cigomáticos, es la región entre las órbitas y la dentición superior. La parte inferior de la cara está formada por la mandíbula.

Aparato oral: compuesto por la dentición y estructuras de soporte en conjunto con la mandíbula y maxilar. Posee una morfogénesis única, al estar compuesta por dientes y una forma especializada de hueso de crecimiento intramembranoso en los procesos alveolares de los maxilares y mandíbula. El desarrollo y crecimiento de las estructuras esqueléticas comprendidas en el aparato oral están muy influenciadas por los músculos masticatorios y otros tejidos asociados a la masticación (Graber y cols., 2017).

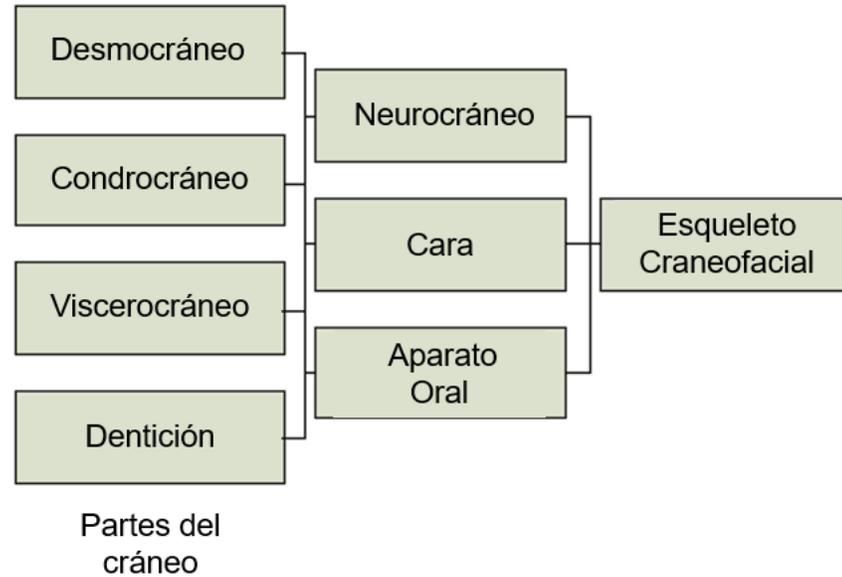


Figura 1. Esquema de organización del esqueleto craneofacial en regiones anatómicas y regiones funcionales superpuestas

La tasa de crecimiento y desarrollo somático general, que incluye los sistemas muscular y esquelético, se caracteriza por ser muy alta prenatalmente, pero entonces decrece durante la infancia. La tasa entonces se acelera mucho con el inicio de la adolescencia hasta el punto de alcanzar el pico de máxima velocidad de crecimiento, después de lo cual disminuye una vez más y se detiene por completo en la edad adulta.

El gradiente de desarrollo y crecimiento del macizo craneofacial se mueve desde el neurocráneo, el cual es el más maduro, a través de la base anterior de cráneo, base posterior del cráneo y largo del maxilar, altura superior de la cara, largo del cuerpo y altura de la rama, la cual es la más inmadura.

Los factores genéticos intrínsecos y epigenéticos extrínsecos que afectan el desarrollo facial son extremadamente complejos, a menudo llevan a desbalances dentales y esqueléticos que requieren planes de tratamiento interdisciplinarios para alcanzar un balance funcional.

El desarrollo del sistema estomatognático de la mayoría de las personas se da en los primeros 14 o 18 años de vida, en las tres dimensiones, vertical, transversal y sagital. Cuando hay desequilibrios de crecimiento en las primeras etapas de crecimiento y desarrollo, el clínico tratante toma la iniciativa y realiza un diagnóstico diferencial y plan de tratamiento, sin embargo, si el paciente se encontrara cerca del fin de su ciclo de crecimiento y hay evidencia de un desbalance esquelético que excede las capacidades de corrección de la ortodoncia y ortopedia, se instruye al paciente y se deriva a evaluación quirúrgica, para el manejo del desequilibrio esquelético presente (Graber y cols., 2017; Sadler, 2019).

2.2 DISMORFOSIS DENTOFACIALES

Las dismorfosis dentofaciales (DDF) son un grupo de condiciones donde el crecimiento del esqueleto facial diverge de la normalidad, presentando maloclusiones y afectando la apariencia facial (de Aguiar Trench y Correia de Araújo, 2014). Los mecanismos que producen las DDF pueden ser divididas a grandes rasgos en dos: del desarrollo o adquiridas (Greenberg y Prein, 2002). Dentro de los factores que son conocidos por alterar el crecimiento facial y causar discrepancia mandibular se encuentran: síndromes y anomalías conocidas, tendencias hereditarias, efectos neuromotores y ambientales, efectos de trauma y efectos de tumores (Posnick J. C., 2014).

La presencia de DDF influye no solo en la estética facial, sino también en funciones básicas del sistema estomatognático, tales como deglución, masticación y fonación. Además, los individuos con DDF presentan una mayor prevalencia de caries (Feldens, y cols., 2015), afectando negativamente la salud de los tejidos, el estado mental del paciente y, por consiguiente, su calidad de vida (Mendes de Paula Gomes, y cols., 2019). Se ha descrito también una relación entre las DDF y disminuciones de capacidad de la vía aérea, presentando algunos pacientes apnea del sueño. (Jeong y cols., 2017). La apnea obstructiva del sueño está acompañada de alteraciones en los hábitos de sueño, oxigenación de la sangre,

funciones cardiovasculares y hemodinámicas (Bacon y cols., 1988), por lo que las DDF pueden generar problemas sistémicos además de estéticos.

Dentro de las DDF se pueden observar distintas características entre la relación sagital máxilo-mandibular. Según esto, se pueden desprender dos clases esqueléticas (Cordero y cols., 2019), la clase II, en donde la relación sagital entre el maxilar y la mandíbula ésta última se encuentra en una posición distal respecto al maxilar, y la clase III donde la mandíbula se encuentra en una posición más anterior respecto al maxilar (Mardones y cols., 2020).

2.3 CLASES ESQUELETALES

Angle introdujo la clasificación de las clases esqueléticas en el año 1899 (Angle, 1899). Él clasificó las maloclusiones ortodónticas en la relación mesiodistal de los dientes, en base a los primeros molares permanentes, cuya posición considera como llave de la oclusión (Angle, 1899; Mageet, 2016).

La clasificación de Angle del año 1899 es la siguiente:

Clase I: en una oclusión normal, la cúspide mesiobucal del primer molar superior es recibida en el surco entre las cúspides mesial y distal del primer molar inferior

Clase II: relaciones mesiodistales relativas de los arcos dentales anormales; todos los dientes inferiores ocluyen distal a lo normal, produciendo una muy marcada desarmonía en la región incisiva y las líneas faciales. Esta clase presenta dos divisiones y estas a su vez, presentan dos subdivisiones cada una.

División 1: caracterizada por estrechamiento del arco superior, protrusión de los incisivos superiores, acompañado de una función anormal de los labios y de alguna forma de obstrucción nasal y respiración oral. En la primera subdivisión, la oclusión distal es unilateral, mientras que la subdivisión 2 es bilateral.

División 2: caracterizada por un menor estrechamiento del arco superior, inclinación lingual de los incisivos superiores. Las subdivisiones son iguales que las mencionadas anteriormente, subdivisión 1 oclusión distal unilateral, subdivisión 2 oclusión distal bilateral.

Clase III: relación intermaxilar es anormal, todos los dientes inferiores ocluyen mesial a lo normal el ancho de un premolar o incluso más en casos extremos (Angle, 1899; Mageet, 2016).

Además de la clasificación dentoalveolar de Angle, Salzmann (Mageet, 2016) fue el primero en clasificar la estructura esquelética subyacente. Nombró tres clases esqueléticas:

Clase I: armonía pura entre dientes, los huesos faciales y maxilares y con el resto de la cabeza. El perfil es ortognático (recto).

Clase II: desarrollo mandibular distal con relación al maxilar. El perfil es prognático (convexo).

Clase III: sobre crecimiento de la mandíbula con un ángulo mandibular obtuso. El perfil es retrognático (cóncavo).

Según Mageet, la clasificación de Salzmann no especifica si el problema del perfil convexo se debe a una protrusión maxilar, retrusión mandibular o una combinación de ambos. Lo mismo con el perfil cóncavo, no especifica si es por retrusión maxilar, protrusión mandibular o una combinación de ambos.

Por esto, Mageet considera tres clases esqueléticas con distintos componentes en cada una:

Clase I: tiene perfil recto lo que explica la relación homogénea entre el maxilar y mandíbula o en otros términos el crecimiento al unísono. En el caso de la clase I esquelética, el problema sería la mala relación dental.

Clase II: perfil convexo. Puede ser de tres tipos:

Tipo 1: mandíbula retruída

Tipo 2: maxilar protruído

Tipo 3: combinación de ambos

Clase III: perfil cóncavo. Puede ser de tres tipos:

Tipo 1: maxilar retruído

Tipo 2: mandíbula protruída

Tipo 3: combinación de ambos (Mageet, 2016)

Actualmente la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima a las maloclusiones como el tercer problema más prevalente de salud oral, posterior a las caries dental y enfermedades periodontales (Alhammadi y cols., 2018)

En general, la prevalencia global de clase I es la más alta en un rango de 31% (Bélgica) a 96.6% (Nigeria). Es más alto entre los africanos (89.4%), pero equivalente entre caucásicos y mongoloides (71.61% y 74.87%, respectivamente). La prevalencia global de clase II es de 19.56%, sin embargo, se aprecia un amplio rango desde el 1.6% (Nigeria) al 63% (Bélgica). La prevalencia más baja se observa en los africanos (6.76%), mientras que la más alta se reporta en los caucásicos (22.9%); la prevalencia en los mongoloides está alrededor del 14.14%. La prevalencia global de la clase III es la más baja de las maloclusiones de Angle ($5.93 \pm 4.69\%$). El rango es amplio: 0.7% (Israel) a 19.9% (China). Los porcentajes para caucásicos, africanos y mongoloides son 5.92%, 3.8% y 9.63%, respectivamente (Alhammadi y cols., 2018).

Se han propuesto diversos factores etiológicos para las maloclusiones, tales como, la genética, medioambientales y factores étnicos, siendo estos últimos los mayores contribuyentes en este contexto (Alhammadi y cols., 2018).

En referencia a la oclusión en las DDF, se considera que las dismorfosis afectan negativamente la relación dentaria en cada arco y entre ellos, dando origen a las maloclusiones (Posnick J. C., 2014).

Para efectos de la cuantificación de las maloclusiones, Steiner en la década del 1950, realizó un artículo refiriéndose al análisis cefalométrico en películas radiográficas de las cabezas de sus pacientes. Mencionó que el plano de Frankfort era la línea base para la evaluación cefalométrica, establecido por los antropólogos cuyos sujetos de estudio eran cráneos secos, como él era un dentista cuyos pacientes estaban vivos, los puntos Porion e Infraorbitario no eran directamente visibles en estos últimos y, por lo tanto, no eran adecuados para su uso en esta área. Propuso los puntos Silla (S) y Nasion (N), dada la facilidad y precisión de encontrarlos en una radiografía, y ya que son puntos ubicados en la línea media de la cabeza, se mueven una mínima cantidad cuando esta se desvía de la posición de perfil. Luego de determinar la línea base (SN), quiso evaluar si las estructuras están por delante o por detrás de aquellas estructuras que afectan la apariencia facial y la impresión que genere en la gente acerca de esa cara. Para lograrlo utilizó el método de Richard Reidel, empleando los ángulos SNA y SNB (figura 2). SNA muestra si la cara se protruye o se retruye de acuerdo con el cráneo, mientras que SNB muestra la posición de la mandíbula con el cráneo y la diferencia entre ambos sería el ángulo ANB. Determinó, en una población estadounidense, que los valores promedio de los ángulos fueran: SNA: 82°, SNB: 80° y ANB: 2° (Steiner, 1953).

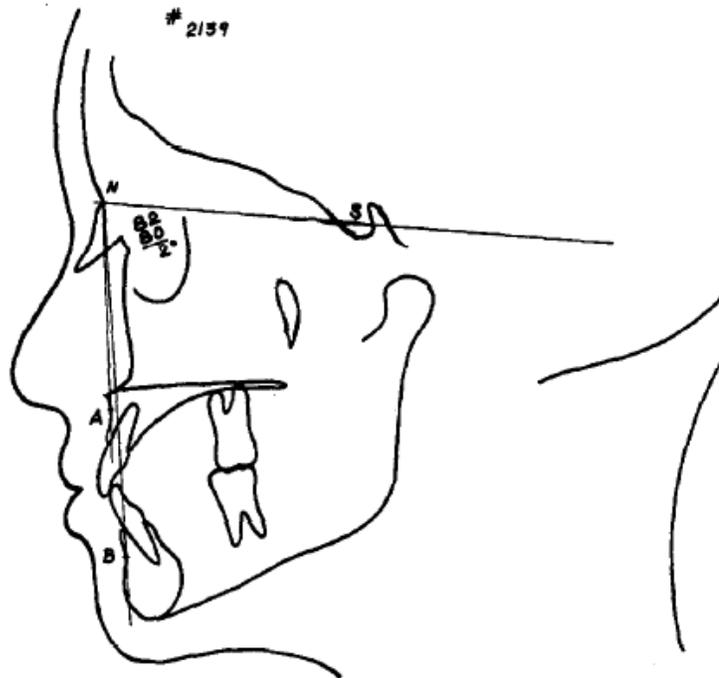


Figura 2: Perfil mostrando ángulos SNA, SNB y ANB por Steiner, 1953.

2.4 LA PIRÁMIDE NASAL

La nariz es un hito importante en la estética facial, domina la porción media de la cara y define la apariencia característica de un individuo, en estrecha armonía con los labios y mentón (Patel, 2017).

El orificio en el cráneo donde se origina se llama abertura piriforme y está delimitada por dos huesos, maxilar y nasal. La pirámide en sí posee una raíz, un dorso y un vértice. La raíz es una estructura fija compuesta por los huesos nasales, frontal (proceso nasal) y maxilar (proceso frontal). El dorso y el vértice están compuestos por tres cartílagos principales diferentes: del tabique, proceso lateral del cartílago del tabique nasal (nasal lateral y nasal superior) y alar mayor (nasal inferior). Presenta cartílagos menores que completan la nariz: alares menores, estos pueden ser de tres a cuatro cartílagos y vomeronasal. Como el dorso y vértice son principalmente cartilagosos, le da a la nariz una gran movilidad. En el vértice se encuentran las dos narinas u orificios nasales anteriores, que están separadas por el tabique que conecta el vértice al filtrum del

labio superior (Norton, 2018). Los cartílagos laterales superiores se unen con los huesos nasales y el septum a través de una adhesión fibrosa densa (Patel, 2017) Este tejido fibroso ayuda a conectar también los cartílagos entre sí y posteriormente al maxilar (Norton, 2018). Es una estructura compleja tridimensional con drástica variación de su topografía superficial, que posee convexidades y concavidades dependientes del tejido duro subyacente. El tejido blando se compone de piel, grasa subcutánea, una capa fibromuscular, el pericondrio y periostio sobre el esqueleto cartilaginoso. El primer tercio de la nariz está soportada por los huesos nasales, mientras que los dos tercios restantes lo están por el esqueleto cartilaginoso (Patel, 2017) (Figura 3).

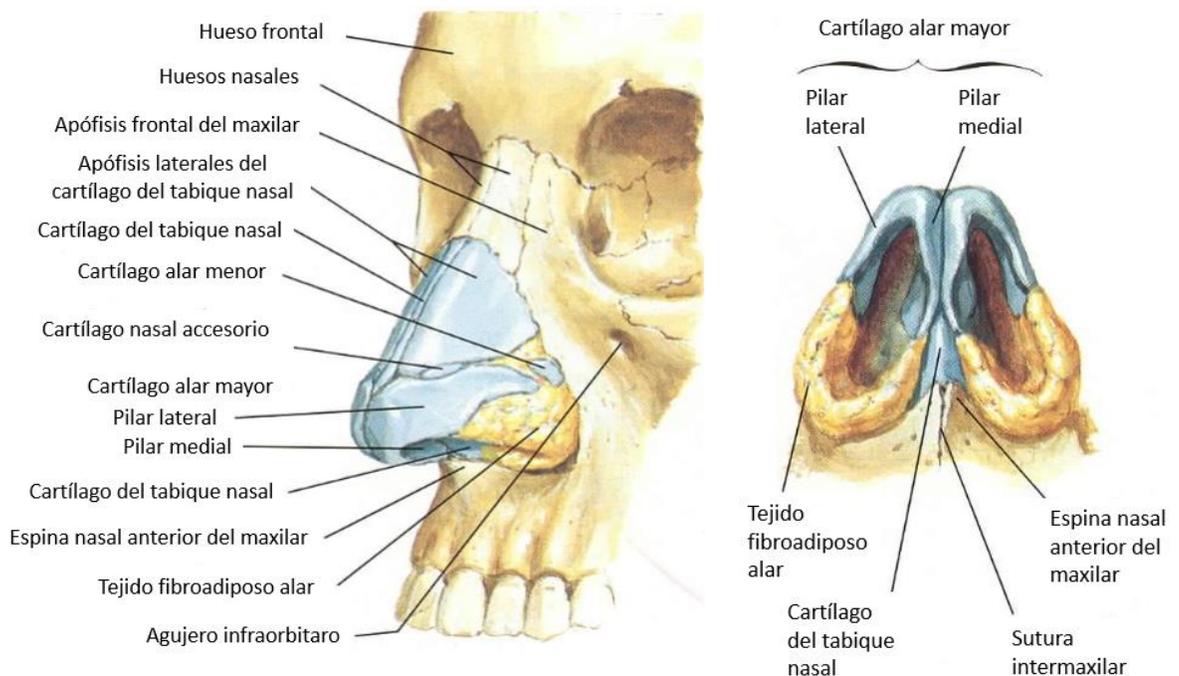


Figura 3: Anatomía de la pirámide nasal (Norton, 2018).

La piel varía en su grosor a lo largo del dorso, es más gruesa en la zona de nasion, punto de intersección de la sutura frontonasal y el plano medio sagital (Langley, 2016) y más delgada en rhinion, punto más inferior de la sutura entre los dos huesos nasales (Chu G., y cols, 2020) resultando en una leve convexidad natural en esta área. La anatomía del sector de rhinion de la bóveda osteocartilaginosa presenta una amplia superposición de los huesos nasales sobre

el tabique y por debajo el cartílago lateral superior creando así la giba (Won, 2018).

Además de ser un punto focal de la cara, tiene un rol muy importante en la fisiología respiratoria, es una de las vías respiratorias superiores, involucrada en filtrar, calentar, humedecer y guiar la entrada de aire (Moreddu y cols., 2013). Es así como los defectos nasales desafían al profesional de la salud para balancear forma nasal y función. Algunos estudios sugieren una relación entre la desviación del tabique nasal y la hipertrofia de la concha nasal inferior, al haber una hipertrofia de este hueso en el lado cóncavo del septum, lo que podría generar en el paciente un cambio de respiración nasal a oral (Villa y cols., 2020). El conocimiento profundo de la relación entre esta estructura facial y los cambios esperados durante y después del crecimiento, con tratamiento ortodóntico y quirúrgico, es esencial para lograr los objetivos del tratamiento (Nehra y Sharma, 2009).

2.5 CLASES ESQUELETALES Y FORMA DE PIRÁMIDE NASAL

Se ha demostrado que existe una correlación significativa entre los parámetros esqueléticos maxilar en sentido vertical y tejido blando de nariz. Por ejemplo, el largo nasal se correlaciona con la altura facial anterior y la inclinación del plano palatino. La inclinación hacia arriba de la punta nasal muestra una correlación negativa significativa con la inclinación del plano palatino (Nehra y Sharma, 2009). Esto puede ser útil durante el diagnóstico de ortodoncia y planificación del tratamiento. Además de influir en los maxilares, las DDF afectarían, de forma menos estudiada, la pirámide nasal del individuo. En un estudio de Chaconas (1969), se observó que el crecimiento anterior del labio superior y la nariz se realiza en bloque, que la nariz crece en concomitancia con el maxilar y mandíbula, y que los tipos de perfiles, recto, cóncavo y convexo se condicen con las formas nasales en el plano sagital (Chaconas, 1969), por lo que se infiere que al haber una DDF, la forma nasal se verá afectada. Buschang y cols. (1993) muestran que en las personas que presentan crecimiento maxilar vertical aumentado o

crecimiento anterior limitado, es esperable observar una mayor convexidad del dorso nasal (Buschang y cols., 1993). Ravelo y cols. sugieren que el tamaño en el plano sagital de la nariz en pacientes clase II esquelética sería significativamente mayor que en los pacientes clase III esquelética (Ravelo y cols., 2021).

Diversos autores (Chaconas, 1969; Robison y cols., 1989; Bishara, 2006; Tanikawa y Takada, 2014; Maetevorakul y Viteporn, 2016; Li y cols., 2016; Perović, 2017; Kale y Buyukcavus, 2020) han descrito los diferentes tipos de perfiles que presentan las clases esqueléticas, mencionando la forma nasal asociada a ellos. A continuación, se mencionarán los perfiles de las maloclusiones tipo II y III:

Perfil clase II división 1 se caracteriza por protrusión de los incisivos superiores, resultando en un overjet aumentado y protrusión del labio superior, y un perfil convexo (Maetevorakul y Viteporn, 2016). Se describen las seis posibles variaciones morfológicas en su complejo dentofacial: el maxilar y dientes están situados anteriormente en relación con el cráneo, los dientes maxilares están situados anteriormente en un maxilar normalmente posicionado, la mandíbula es de tamaño normal, pero retruida, la mandíbula está subdesarrollada, los dientes mandibulares están en posición posterior en una mandíbula que está en posición normal y varias combinaciones de las relaciones anteriores (Bishara, 2006). La nariz de la mayoría de estos pacientes es convexa (Robison y cols., 1989) con una elevación más pronunciada del dorso nasal (Chaconas, 1969)

Perfil clase II división 2 se caracteriza por presentar una disminución del tercio inferior facial, protrusión de la nariz, de las regiones mentoniana y subnasal, por presentar normognatia maxilar y leve retrognatia mandibular, marcado patrón de crecimiento horizontal con rotación frontal de la base mandibular, mordida profunda esquelética, retroinclinación y supraposición de los incisivos superiores y crecimiento pronunciado de la base mandibular y un mentón prominente. En cuanto al perfil blando, se describe como contornos afilados faciales, con el tercio inferior facial cóncavo, nariz y

mentón protruídos, bermellón delgado y labios retruídos (Perović, 2017). Representado por una nariz convexa (Robison y cols., 1989)

Perfil clase III caracterizado por un perfil cóncavo, el cual puede presentar una protrusión mandibular, retrusión maxilar o una combinación de ambos (Li y cols., 2016). También presenta un bermellón del labio superior retruído, menor ángulo nasolabial, bermellón labial inferior protruído (Tanikawa y Takada, 2014). Nariz mayormente cóncava (Robison y cols., 1989). En un trabajo de Kale y Buyukcavus, los ángulos nasal superior (formado por los hitos cefalométricos Nasion–Pronasal–Subnasal), de la protrusión de la punta nasal (entre los puntos Alare derecho–Pronasal–Alare izquierdo), y el ancho de la base alar (entre Alare derecho–Alare izquierdo) fueron mayores que en los pacientes clase I (Kale y Buyukcavus, 2020).

Para el tratamiento de las maloclusiones severas asociadas a DDF se realizan cirugías ortognáticas en conjunto con ortodoncia (Posnick J. C., 2014). El objetivo del tratamiento de ortodoncia es mejorar las funciones dentales y mandibulares y, la estética dentofacial, por consiguiente, también mejorar la calidad de vida del paciente (Takano-Yamamoto y Kuroda, 2009). El propósito de una cirugía ortognática es lograr la mordida de Clase I y mejorar la estética facial y, dependiendo del caso, aumentar el espacio para la vía aérea. El cirujano toma en cuenta el volumen de la pirámide nasal y la posición de labio superior cuando decide el desplazamiento del maxilar. A veces es necesario asociar la cirugía ortognática con una rinoplastia cosmética para lograr un resultado facial óptimo (García y Olivi, 2010).

La cirugía del maxilar modifica la posición del labio superior al desplazar el arco dental superior. La posición de la punta nasal también se ve afectada. En efecto, las alas de la nariz reposan directamente en el segmento de hueso desplazado. La nueva forma del ángulo nasolabial dependerá de la cantidad de movimiento logrado y su dirección. El adelantamiento maxilar resulta comúnmente en un menor movimiento del labio superior y levanta la punta nasal (García y Olivi, 2010).

Operando directamente la nariz, el cirujano puede alterar el ángulo nasolabial y corregir una anomalía preexistente o una inducida por una osteotomía de LeFort I. A veces el cirujano retoca la nariz, como una reformación del perfil y este puede ser útil en el final de un tratamiento de ortodoncia, o como suplemento de una cirugía ortognática. Los cambios en la pirámide nasal durante la rinoplastia se limitan al estrechamiento de la punta nasal y la corrección del dorso nasal. Ocasionalmente, se produce el efecto contrario en ángulos nasolabiales cerrados con adelantamiento maxilar, enfatizando el ángulo cerrado y la caída de la punta nasal. Este es el caso particular cuando está asociada una impactación maxilar. Una rinoplastia secundaria es fuertemente recomendada en estos pacientes (García y Olivi, 2010). Un estudio de Bottini y cols., concluyó que un adelantamiento de maxilar en pacientes con prognatismo causa un incremento en la proyección de la punta nasal y del ancho de la base sin elevar la punta. Esto además causa una disminución del ángulo nasolabial, mientras que el elevar el maxilar causa un incremento de este (Bottini y cols., 2013).

Según Patel (2017), el dorso de la nariz forma un ángulo obtuso con la frente (línea trazada desde Nasion a Glabella) y aproximadamente mide 115 a 135 grados. El largo ideal de la nariz debería ser la hipotenusa de un triángulo rectángulo de lados 3, 4 y 5, donde el primer cateto se considera desde el pliegue nasolabial a la punta nasal y el otro es la distancia del Nasion al pliegue nasolabial. La punta nasal crea un ángulo recto o levemente obtuso con el labio superior, dependiendo del sexo. En hombres, el ángulo es cercano a 90 grados y en mujeres entre 95 a 110 grados. La base de la nariz tiene un aspecto de triángulo equilátero (Patel, 2017).

El ángulo nasolabial muestra una estrecha relación entre los labios y la nariz y ha sido estudiado con gran interés por varios autores en la literatura ortodóntica. La agudeza del ángulo nasolabial puede deberse a una dentición maxilar inclinada, una proyección nasal corta y/o una punta nasal baja. El ángulo nasolabial tiene dos componentes: la inclinación del labio superior (ángulo nasolabial inferior) y la inclinación hacia arriba de la punta nasal (ángulo nasolabial superior). Si bien un cambio en la inclinación del labio superior ha demostrado una fuerte correlación

con la cantidad de retracción de los incisivos superiores y aumento de la altura facial anterior inferior, no se ha encontrado que el ángulo nasal inferior esté correlacionado con la retracción de los incisivos o con los parámetros esqueléticos sagitales. (Nehra y Sharma, 2009)

2.6 MORFOMETRÍA GEOMÉTRICA

La morfometría geométrica permite el estudio de la forma, definida como toda la información geométrica que queda cuando los efectos de traslación, rotación y escala son removidos de un objeto (Zelditch y cols., 2012) (Figura 4). Posibilita analizar y comparar toda la configuración de hitos de un objeto en vez de usar solo una medida lineal. El desarrollo evolutivo de estructuras puede ser estudiado tanto como su covariación tamaño-forma (alometría vs isometría) y una distinción puede ser hecha entre la variación que es mayormente debido al tamaño y la variación que es mayormente debido a forma. Los datos son obtenidos en coordenadas 3D de determinados *landmarks*. Estos son puntos que pueden ser precisamente localizados en todos los individuos de estudio (Manthey y Ousley, 2020).

Consta de tres etapas fundamentales:

1. Obtención de los datos: los datos corresponden a los hitos o *landmarks* representativos de una forma, corresponden a un punto de espacio con coordenadas cartesianas en los tres ejes del espacio (x, y, z). Estos corresponden a los datos primarios que serán sometidos a análisis.
2. Obtención de la forma pura o *shape*: minimización de las diferencias de la forma debido a tamaño, posición y rotación, mediante un análisis generalizado de Procrustes. (Figura 4).
3. Análisis exploratorios y confirmatorios de covariación de la forma y factores causales: la información que describe la forma se puede estudiar con, análisis de componentes principales, análisis de variables canónicas, entre otras. Además, las morfocoordenadas permiten comprobar el grado de covariación de la forma a través del análisis de cuadrados mínimos (Torobacache y cols., 2010).

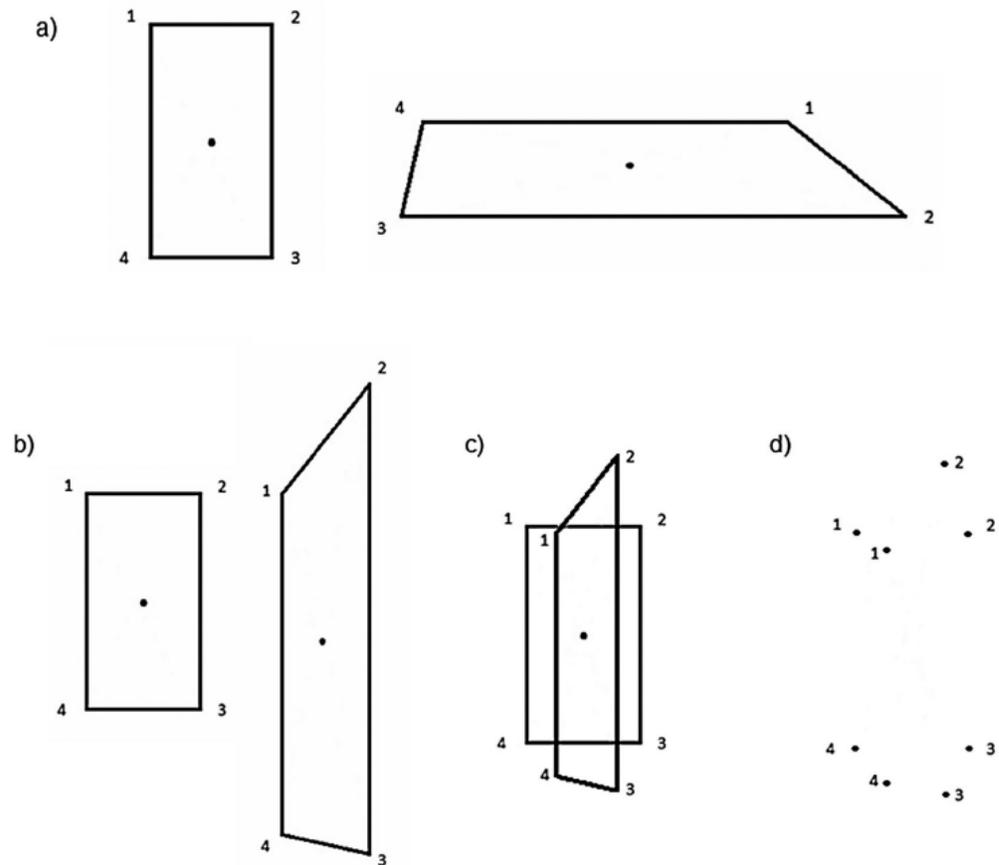


Figura 4. Análisis generalizado de Procrusto. a) Dos cuadriláteros, b) rotación, c) traslación y escalado, d) resultado del procedimiento (Toro Ibacache y cols., 2010)

Las variaciones de forma usualmente no reciben cuantificación satisfactoria, porque la evaluación es, a menudo, realizada con métodos morfométricos lineales que presentan algunas limitaciones. En los diversos trabajos citados anteriormente (Chaconas, 1969; Robison y cols., 1989; Garcia y Olivi, 2010; Tanikawa y Takada, 2014; Li y cols., 2016; Perović, 2017), se analiza la relación de la pirámide nasal y las clases esqueléticas, pero al utilizar métodos de morfometría lineal y estadística univariada, su evaluación es en base al tamaño como dato numérico, no considerando la geometría del objeto. En particular, en el análisis de pacientes jóvenes, donde el crecimiento y desarrollo facial sigue en progreso, las grandes diferencias de tamaño pueden jugar un rol de distorsión en la estimación de la morfología, porque enmascaran las sutiles diferencias de forma determinadas por desbalances del esqueleto o de tejido blando (Ferrario y Sforza, 1997). También, la mayoría de los estudios utilizan la cefalometría en telerradiografía lateral, por lo

que el componente frontal de la pirámide no es evaluado. Además, se desconoce cómo las dismorfosis afectan la forma tridimensional de la pirámide nasal.

Los métodos de estudio por medio de imágenes 3D presentan notorias ventajas sobre las herramientas de diagnóstico 2D en el análisis ortodóntico, ya que las imágenes obtenidas pueden ser utilizadas para crear modelos de los tejidos blandos y duros de un sujeto con coordenadas (x, y, z) para evaluar distancias, áreas y volúmenes, analizando la forma propiamente tal (Kale y Buyukcavus, 2020). Por esta razón, en este trabajo se analizó la forma de la pirámide nasal de manera tridimensional y su relación con las clases esqueléticas y estructuras vecinas mediante morfometría geométrica. En términos morfométricos geométricos, la morfología o forma (*form*), puede ser vista como una combinación de tamaño (dimensión) y forma geométrica (*shape*). En esta tesis, la técnica estudiará la forma geométrica pura, que será denominada en adelante simplemente “forma”, eliminando factores confundentes como el tamaño, rotaciones y posiciones en el espacio. Los datos de imágenes tridimensionales serán analizados con estadística multivariada, lo que permite evidenciar, tanto estadística como visualmente, qué región y cómo está siendo afectada por un factor determinado (Toro Ibacache y cols., 2010). Esta técnica se presenta como una buena opción para complementar la evaluación clínica del paciente con una evaluación cuantitativa de la forma facial y su divergencia de la norma.

2.7 JUSTIFICACIÓN Y RELEVANCIA DEL ESTUDIO

En este trabajo se analizó la forma de la pirámide nasal y incisura piriforme en relación con las distintas clases esqueléticas. Se han realizado estudios que han analizado la forma nasal con morfometría lineal (Chaconas, 1969; Robison y cols., 1989; Garcia y Olivi, 2010; Tanikawa y Takada, 2014; Li y cols., 2016; Perović, 2017), mas no que establezcan estas características con morfometría geométrica. La utilidad de este trabajo es sentar una base para continuar la investigación con relación a las clases esqueléticas y la forma pura de la nariz, para así después encontrar las implicancias clínicas que ayuden a los cirujanos maxilofaciales y

ortodoncistas a prever los posibles cambios que sucedan en el perfil, principalmente en la nariz, posterior al tratamiento entregado (cirugía ortognática y ortodoncia).

3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

3.1 HIPÓTESIS:

Existe una relación entre las clases esqueléticas y la variación de la forma de la pirámide nasal en los individuos de estudio.

3.2 OBJETIVOS:

3.2.1 OBJETIVO GENERAL:

Estudiar la relación entre las distintas clases esqueléticas y la variación de la forma de la pirámide nasal, mediante morfometría geométrica.

3.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- 1) Analizar la variación de la forma de la pirámide nasal en individuos con clase esquelética I, II y III.
- 2) Comparar la variación de la forma del esqueleto nasal entre individuos con clase esquelética I, II y III.
- 3) Comparar patrones de covariación de la forma de la pirámide nasal y la forma del esqueleto nasal en individuos con clase esquelética I, II y III.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño metodológico de este estudio correspondió a uno de tipo transversal descriptivo y analítico donde se estudió la variación de la forma de la pirámide nasal en relación con las tres distintas clases esqueléticas, analizado con morfometría geométrica.

4.1 MUESTRA

La muestra del estudio estuvo constituida por 63 tomografías computarizadas (TC). Dentro de ellas 21 hombres y 42 mujeres, con rango etario 20 hasta 52 años, donde se presentaron 20 sujetos clase I, 20 clase II y 23 clase III. Todos los sujetos fueron trabajados con sus datos anonimizados bajo la aprobación del Comité Ético-científico del Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente (anexo B).

Las TC de los individuos clase I corresponden a pacientes del Hospital Clínico de la Universidad de Chile cuyas TC, obtenidas por motivos ajenos a esta tesis, forman parte de proyectos de investigación que la Tutora de esta tesis mantiene y que tienen como objetivo el análisis de la morfología craneofacial en distintas poblaciones y con dismorfosis dentofaciales. Las TC de los individuos clases II y III corresponden a pacientes provenientes del Hospital Sótero del Río (autorización en anexos) en los mismos años, cumpliendo con los siguientes criterios:

- Criterios de inclusión
 - Edad 20 años
 - Dentición permanente
 - Pacientes que estén en tratamiento de ortodoncia (solo para pacientes clase II y III)

- Criterios de exclusión
 - Antecedentes de trauma facial
 - Síndromes congénitos o del desarrollo que afecten la morfología facial
 - Asimetría facial marcada (mayor a 4 mm de desviación de la línea mediana).

Para evaluar las clases esqueléticas en las tomografías, se utilizaron los parámetros de la tabla 1.

Tabla 1. Ángulo cefalométrico para evaluar clase esqueletal

ÁNGULO	CLASE I	CLASE II	CLASE III
SNB	[79° - 80.9°]	<79°	>80.9°

4.2 ESTUDIO DE LA CLASE ESQUELETAL

Para determinar la clase esqueletal, se utilizó el ángulo SNB propuesto por Steiner (Steiner, 1953), según la tabla 1. para medirlo, se usó el programa Avizo, donde se cargaron las tomografías de los pacientes y se seleccionó un corte en el plano sagital a la altura de la línea media y se marcaron los puntos cefalométricos Silla, Nasion y B dentro de la TC. Se usó la herramienta “*measure – angle*” para establecer las medidas (Figura 5).

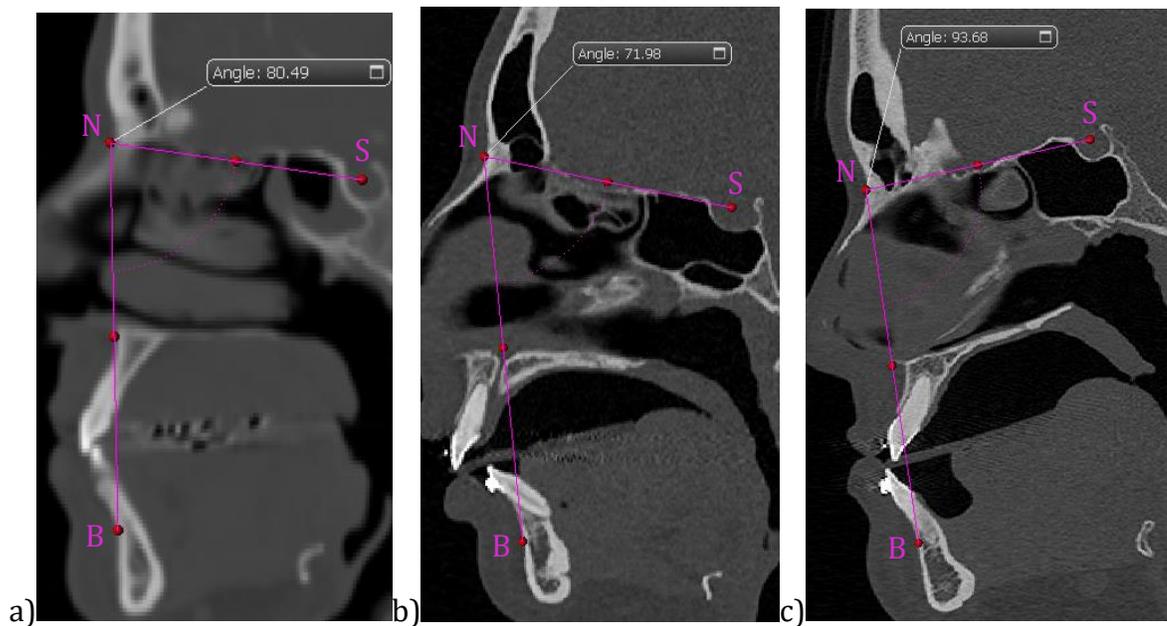


Figura 5. Medición del ángulo SNB de paciente a) clase I, b) clase II y c) clase III

4.3 ESTUDIO DE LA FORMA NASAL

Luego de separar los pacientes por clase esquelética, se prosiguió a analizar la forma nasal en tejido duro y blando mediante morfometría geométrica. Para estudiar la forma de la nariz de los sujetos, fue reconstruido un modelo 3D a partir de su TC cerebral o de cuello, en formato .dcm, mediante la separación de tejido duro del blando y la eliminación del artefacto producido por los metales presentes en la cavidad oral. Este proceso tiene por nombre segmentación y se basa en las diferencias de radiopacidad de cada estructura, para esto, se utilizó el programa Avizo (v.9.0.1 (*Science Visualization Group, Burlington, EE. UU.*)). Cuando se obtuvieron las estructuras segmentadas, representando la anatomía del rostro de los participantes, se convirtieron al formato .stl mediante el programa Invesalious. Todo este proceso fue realizado en el Centro de Análisis Cuantitativo en Antropología Dental de la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile, donde se obtuvieron los datos primarios y se realizó el análisis morfométrico.

4.3.1 OBTENCIÓN DE DATOS PRIMARIOS

Las coordenadas espaciales de los hitos o *landmarks* fueron obtenidas desde los archivos de superficie de la anatomía facial de los 63 individuos importados al software MeshLab y se trabajó de manera individual en cada sujeto digitalizando los 17 hitos que representan la forma nasal, de acuerdo con los puntos de interés según los estudios citados anteriormente y que fueron usados como referencia para su comparación (tabla 2). Cada hito corresponde a un punto en el espacio que posee coordenadas en los tres ejes (x, y, z) que indican su posición. Dichas coordenadas fueron obtenidas por una misma operadora (Susana Contreras) en dos ocasiones distintas, de acuerdo con la definición de la tabla 3 y almacenadas en un libro de Excel, correspondiendo a los datos primarios con los cuales se trabajó posteriormente.

Tabla 3. Hitos seleccionados para el estudio

Tipo de tejido	Abreviación	Hito o Landmark	Definición	Medial, derecho o izquierdo	N°
Duro	N	Nasion	Punto de intersección de la sutura frontonasal y el plano medio sagital. (Langley, 2016)	M	1
	ENA	Espina Nasal Anterior	Vértice de la espina nasal anterior (Cattaneo, y cols., 2019)	M	5
	Rh	Rhinion	Punto más inferior de la sutura entre los dos huesos nasales (Chu G, y cols., 2020)	M	2
	Na	Nariale	Punto más inferior de la apertura piriforme (Ridela y cols., 2020)	D/I	4
	Pr	Prostion	Punto más anterior del borde alveolar maxilar entre los incisivos centrales en el plano medio sagital. (Langley, 2016)	M	6
	Al	Alare	Punto más lateral de la apertura nasal en sentido transversal (Chu G, y cols., 2020)	D/I	3
Blando	Na'	Nasion blando	Punto medio en el contorno de los tejidos blandos de la base de la raíz nasal al nivel de la sutura frontonasal (Chu G, y cols., 2020)	M	7
	Sn	Subnasal	Punto medio en la unión entre la columela y el área del filtrum (Ridela y cols., 2020)	M	11
	Gi	Giba	Punto más cóncavo o convexo de la nariz en tejido blando	M	9
	Afn	Ápice de la fosa nasal	Punto más bajo de cada fosa nasal (Chunga y cols., 2008)	D/I	13
	Ls	Labrale superior	Punto medio del bermellón del labio superior (Chu G, y otros, 2020)	M	8
	Al'	Alare blando	Punto más lateral del contorno del ala de la nariz (Chu G, y otros, 2020)	D/I	12
	Prn	Pronasal	Punto más protruído de la punta nasal (Chu G, y cols., 2020)	M	10

4.3.2 OBTENCIÓN DE LA FORMA PURA

Para la obtención y análisis de la forma se utilizó el programa MorphoJ, donde se importaron los datos de las coordenadas y se realizó un análisis de Procrustes, el programa buscó los sujetos aislados para evaluar si se escapaban efectivamente de la norma o si era error de las coordenadas usadas (Manthey y Ousley, 2020)

Las coordenadas de Procrustes, representativas de la forma, fueron la configuración sobre las cuales se realizaron análisis preliminares para evaluar el efecto de factores confundentes para el estudio, y análisis estadísticos exploratorios y confirmatorios.

4.3.3 Análisis preliminares

Para analizar los factores de sexo y error del observador sobre las variables representativas de la forma nasal, se procedió a realizar una estimación del efecto de estas dos variables a través de la función de análisis de varianza (ANOVA) de Procrustes en el programa MorphoJ (Klingenberg, 2009), ya que con el ANOVA se obtiene una estimación de la contribución relativa de cada factor a la variación total de la forma. Se realizaron tests de permutación de 10.000 rondas para evaluar la significancia estadística (fijada en $p < 0.05$).

Error del observador

Para analizar si existió error por parte del observador en la localización de los landmarks, se realizó un ANOVA de Procrustes para comparar la varianza debida a las diferencias entre individuos con la varianza generada por las digitalizaciones repetidas entre las dos tomas de hitos.

Sexo

Algunos estudios sugieren diferencias de formas en pirámides nasales dependiendo del sexo (López y cols., 2012; Gomes y cols., 2021). Como en este estudio se utilizaron TC en mayoría de mujeres, es un punto importante para descartar antes de llevar a cabo los objetivos de la tesis. Para evaluar si existía o no diferencia entre sexos, se realizó un ANOVA de

Procusto donde se seleccionó toda la muestra y se separaron por sexo femenino y masculino.

Simetrización

La cara se asume como una estructura simétrica, con leves asimetrías en sus puntos homólogos sin representar patología necesariamente (Nocera, 2020). El programa MorphoJ divide la variación de la forma en componentes simétricos o asimétricos. Para evaluar si hay cambios en los dos sets de *landmarks*, simétrico vs asimétrico, se realizó un PCA de ambos sets de datos y una regresión entre forma vs tamaño de centroide.

Alometría

La alometría se refiere a los cambios relacionados con el tamaño de los rasgos morfológicos. La escuela Gould-Mosimann define alometría como la covariación de la forma con el tamaño. Este concepto de la alometría se implementa en la morfometría geométrica a través de la regresión multivariada de variables de forma en una medida de tamaño. El método más utilizado en la actualidad para caracterizar alometría en morfometría geométrica es la regresión multivariada de la forma sobre el tamaño del centroide. Las trayectorias alométricas están generalmente caracterizadas por el primer componente principal, que es una línea de mejor ajuste a los puntos de datos (Klingenberg, 2016). Para efectos de esta tesis, se realizó una regresión de la forma de los sujetos simétricos sobre el tamaño de su centroide.

4.3.4 Análisis exploratorios y confirmatorios

Patrones de variación de la forma

Se trabajó en base al análisis de componentes principales (del inglés *Principal Component Analysis*, abreviado PCA) lo que permite analizar las características principales de la variación de la forma de la muestra para evaluar la distribución de

los sujetos en el morfoespacio (Manthey y Ousley, 2020). Para esto, se utilizaron los primeros cuatro componentes principales, que fueron los que mayor varianza explicaban. Los patrones de variación de forma se visualizaron mediante un esquema de líneas (del inglés *wireframes*) en los tres ejes del espacio, superponiendo el esquema de cada componente principal sobre la configuración consenso o promedio para poder describir la variación de forma en cada componente principal.

Análisis de variables canónicas

El análisis de variables canónicas (CVA en inglés) se creó para para examinar varios problemas significativos relevantes a la biología sistemática. Esto incluye, separación de grupos de organismos morfológicamente similares, comprobación de patrones de covariación de caracteres, tales como tamaño, y forma entre grupos; evaluación de afinidad intergrupos: y distribución de individuos en grupos preexistentes (Campbell y Atchley, 1981). En esta tesis, para analizar qué tan bien los grupos están diferenciados de los otros, se usó análisis de variables canónicas, utilizando como base los patrones de variación intragrupos, poniendo a prueba la hipótesis nula de igualdad entre grupos, vale decir que clase I = clase II = clase III.

4.4 ESTUDIO DE COVARIACIÓN DE LA FORMA DE LA INCISURA PIRIFORME Y PIRÁMIDE NASAL VS CLASES ESQUELETALES I, II Y III

Para evaluar y describir la covariación de la forma de la pirámide y esqueleto nasal entre grupos de las tres distintas clases, se realizó un análisis de mínimos cuadrados parciales (en inglés *partial least square o PLS*), que permite evaluar las características de la variación de la forma que se dan de manera coordinada entre dos estructuras o sets de variables sin atribuir dependencia. En este análisis es pertinente explicar lo que significa el coeficiente RV. Es una medida escalar de la fuerza de asociación entre dos sets de variables, puede tomar valores entre cero y uno. Es cero cuando todas las covarianzas entre los dos sets de variables son cero, lo que significa que los dos bloques de variables no están correlacionados

entre sí, mientras que, si es uno, la correlación entre ambos bloques es la máxima posible (Klingenberg, 2009). Para finalidades de esta tesis, se tomó tejido óseo y blando como una misma configuración, es decir, con un análisis de Procrusto común para ambos, debido a su alta asociación biológica, siendo estructuras que se desarrollan en conjunto. Se realizó un análisis para cada clase esquelética por separado para finalmente, comparar los RV obtenidos y los patrones de covariación de la forma mediante *wireframes* entre las tres clases esqueléticas.

Para efectos de este estudio, si RV fuera cercano a cero, la forma de la nariz no covaría con la forma esquelética, mientras que, si es cercana a uno, la covariación es alta. Se agregó además un test de 1.000 rondas de permutación para evaluar la significancia estadística del RV obtenido.

5. RESULTADOS

5.1 Análisis preliminares

Para analizar el error intraoperador, se realizó un análisis discriminante y ANOVA de Procrusto (tabla 4) que compara la varianza debida a las diferencias entre individuos con la varianza generada por las digitalizaciones repetidas entre las dos tomas de hitos. En el análisis discriminante se obtuvo $p=1$ por lo que ambos grupos, toma 1 y 2 de *landmarks*, fueron iguales y se descarta error del observador.

En el ANOVA de Procrusto (tabla 4) se obtuvo para la hipótesis nula de igualdad de clases esqueléticas ($I=II=III$) un valor de $p=0.0047$ lo que indica que existe diferencia de forma entre los tres grupos, rechazando esta hipótesis nula.

En cuanto al sexo, se obtuvo un $p=0.5060$, por lo que no hay diferencia entre grupos, no se rechaza la hipótesis nula de igualdad en sexos (hombres=mujeres), por lo tanto, la forma de la nariz no se vio afectada por el sexo de los sujetos y la muestra puede ser agrupada para el estudio.

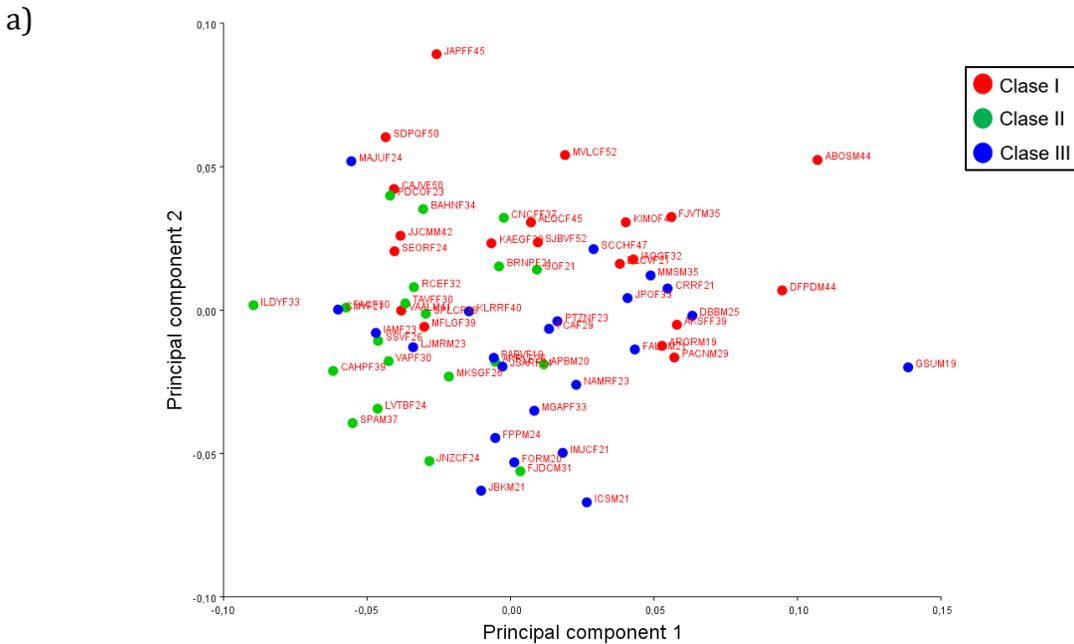
Tabla 4. ANOVA de Procusto para error intraoperador, clase esquelética, sexo y repetición.

Efecto	SC	CM	G.L.	F	P
Clase	0.15312734	0.0017400834	88	3.80	0.0047
Sexo	0.05744671	0.0013056070	44	2.85	0.5060
Individual	1.18910955	0.0004580545	2596	225.77	<.0001
Repetición	0.00562391	0.0000020288	2772	-	-

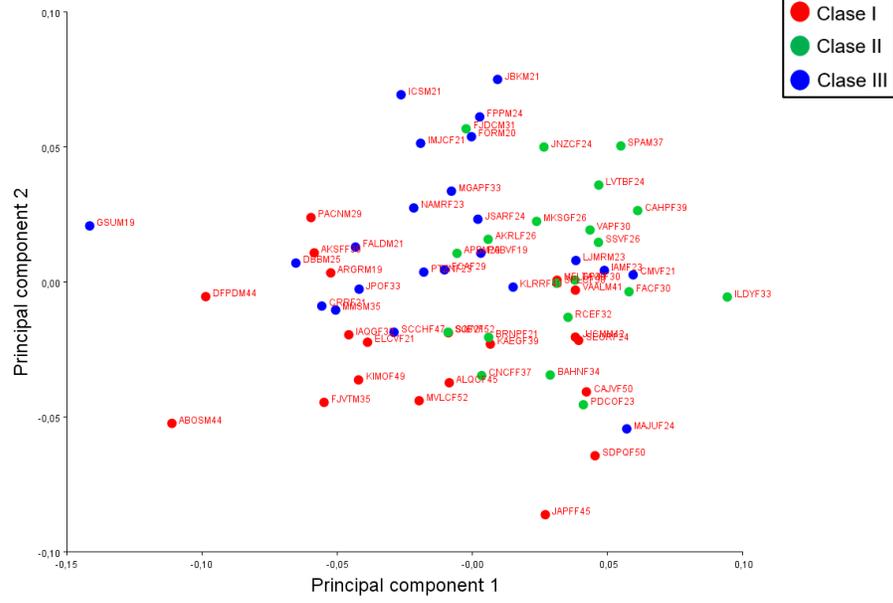
SC=Suma de cuadrados; CM=Cuadrados medios; G.L.=Grados de libertad; F=Estadístico ANOVA de Procusto; P= Valor de p; Individual=Muestra del estudio

En el análisis de componentes principales de los individuos simetrizados vs no simetrizados en el gráfico se observa que en ambos los individuos presentan una distribución relativa similar en la muestra, en este caso, dando una imagen simétrica rotada en torno al eje x e y (figura 6). También se realizó un análisis de la forma de los *wireframes* de los individuos extremos y se determinó que la simetrización de las configuraciones no afectan la variación de la forma (figura 7) y su realización sí permite un análisis más preciso de los cambios de la forma asociados a las clases esqueléticas.

Figura 6. Comparación de gráficos de individuos a) simetrizados vs b) no simetrizados.



b)



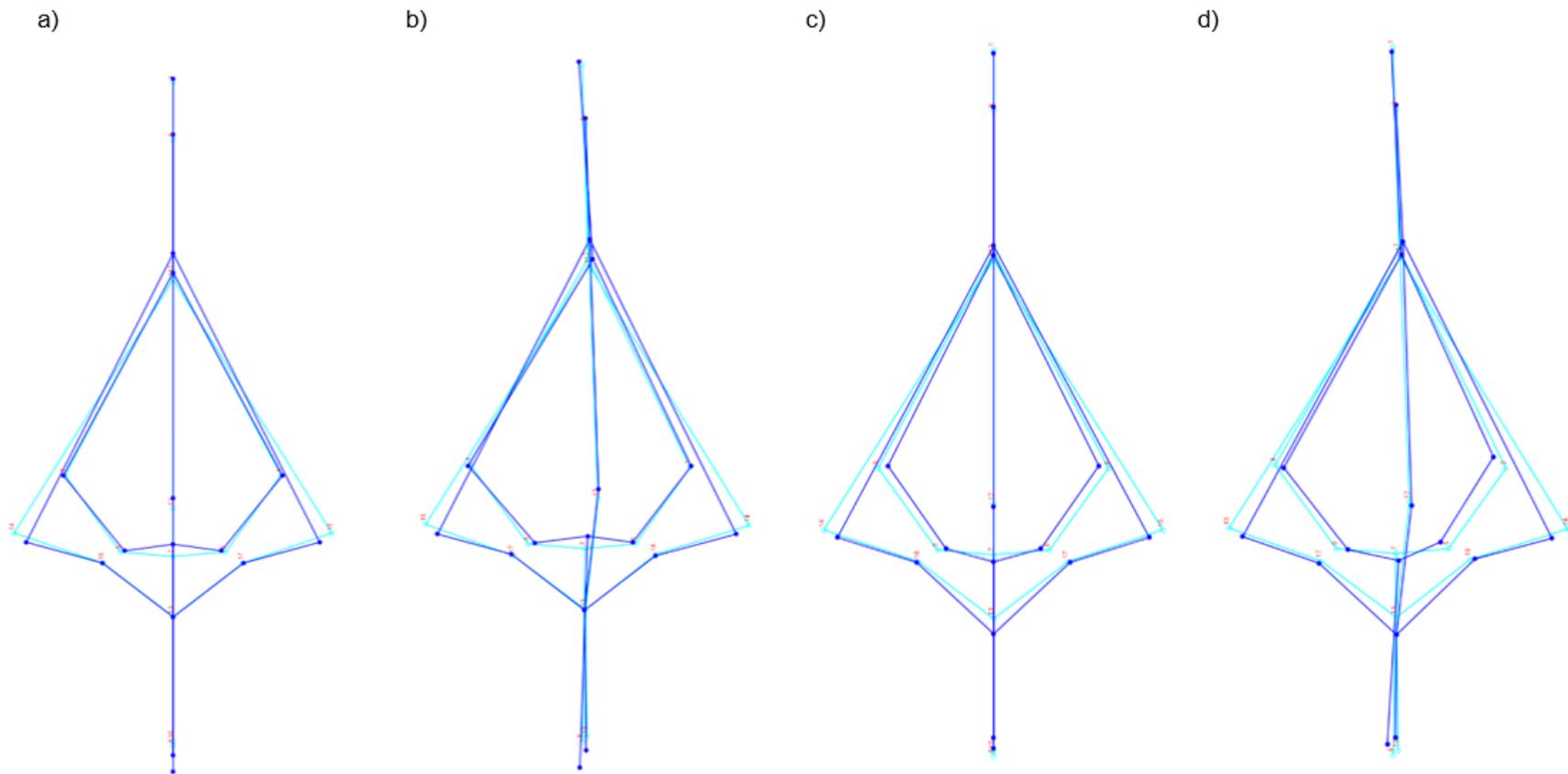


Figura 7. Wireframes de los individuos extremos ILDYF33 (a y b) y JAPFF45 (c y d), en color azul la forma del PC determinado y en celeste, la configuración promedio. Se evidenció que la asimetría no afecta la forma. a) PC1 -0.09 simétrico, b) PC1 0.09 asimétrico, c) PC2 0.08 simétrico, d) PC2 0.065 asimétrico.

Luego de determinar la utilización de las configuraciones simetrizadas por MorphoJ, se realizó un estudio de alometría en el software MorphoJ. La alometría da cuenta de los cambios derivados del tamaño, es decir, si hay cambios de forma que ocurran en la medida en que aumenta o disminuye el tamaño de centroide de los individuos. Para probar la hipótesis de independencia entre tamaño y forma, se realizó una regresión lineal de las variables de la forma (*regression scores*, según Drake y Klingenberg, 2008) como variables dependientes, contra tamaño de centroide (variable independiente) (figura 8) con un test de permutación de 10.000 rondas, obteniendo un valor de $p = 0.0069$, con porcentaje de varianza explicada 3.78%, por lo que la hipótesis de independencia se rechaza, obteniendo como resultado que la forma es dependiente del tamaño.

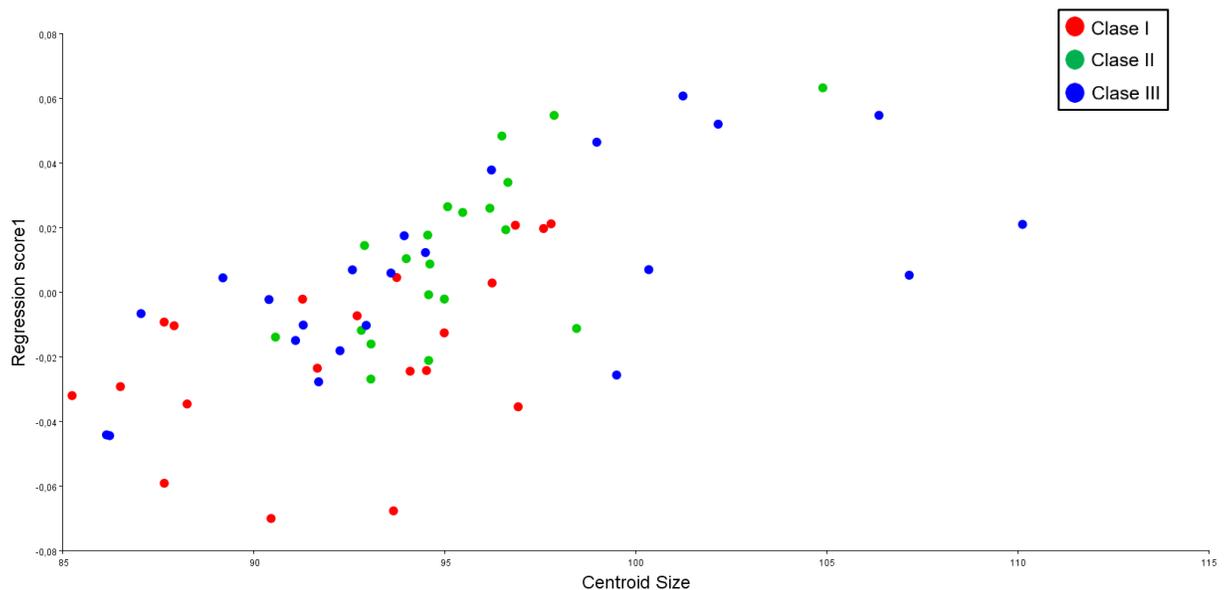


Figura 8. Gráfico de regresión lineal de los componentes principales simetrizados vs tamaño de centroide.

5.2 Análisis exploratorios

5.2.1 Analizar la variación de la forma de la pirámide nasal en individuos con clase esquelética I, II y III.

Para explorar la variación de la forma, se trabajó en base a análisis de componentes principales (PCA) y los patrones de variación de forma se

visualizaron por medio de *wireframes*, que son un esquema de líneas en los tres planos del espacio, superponiendo cada componente principal sobre la forma promedio, para poder describir la variación correspondiente a cada componente principal del componente simétrico de la forma nasal. Este análisis arrojó como resultado que los primeros cuatro componentes presentan el mayor porcentaje de varianza con un 49.262% de varianza acumulada (tabla 5).

Tabla 5. Varianza asociada a cada PC

PC	Valores propios	Varianza	Varianza acumulada
1	0.00201951	20.921	20.921
2	0.00101429	10.508	31.429
3	0.00092192	9.551	40.98
4	0.00079942	8.282	49.262
5	0.00070967	7.352	56.614
6	0.00056998	5.905	62.519
7	0.00052828	5.473	67.991
8	0.0005219	5.407	73.398
9	0.00051143	5.298	78.696
10	0.00032033	3.318	82.015
11	0.00028435	2.946	84.961
12	0.00024791	2.568	87.529
13	0.00020138	2.086	89.615

PC	Valores propios	Varianza	Varianza acumulada
14	0.00017199	1.782	91.397
15	0.00014895	1.543	92.94
16	0.00013425	1.391	94.331
17	0.00011566	1.198	95.529
18	0.00009198	0.953	96.482
19	0.00007657	0.793	97.275
20	0.00007261	0.752	98.027
21	0.00005947	0.616	98.643
22	0.00004284	0.444	99.087
23	0.00004077	0.422	99.509
24	0.00002085	0.216	99.725
25	0.00001794	0.186	99.911
26	0.00000857	0.089	100

Los gráficos de dispersión de los primeros cuatro componentes principales (figura 9) mostraron a modo general que en el PC1 los tres grupos se superponen, las clases II se agruparon y se concentran hacia el extremo negativo del PC1, mientras que las clases I y III se observaron en una distribución homogénea en el PC1. Para el PC2 se observó que la clase I se ubicó en el extremo positivo del mismo, la clase III en el extremo negativo y la clase II en el medio. Para los PC 3 y

4 las clases se observaron superpuestas con una dispersión homogénea, lo que implica que los patrones de variación de la forma en estos componentes principales son compartidos entre los tres grupos.

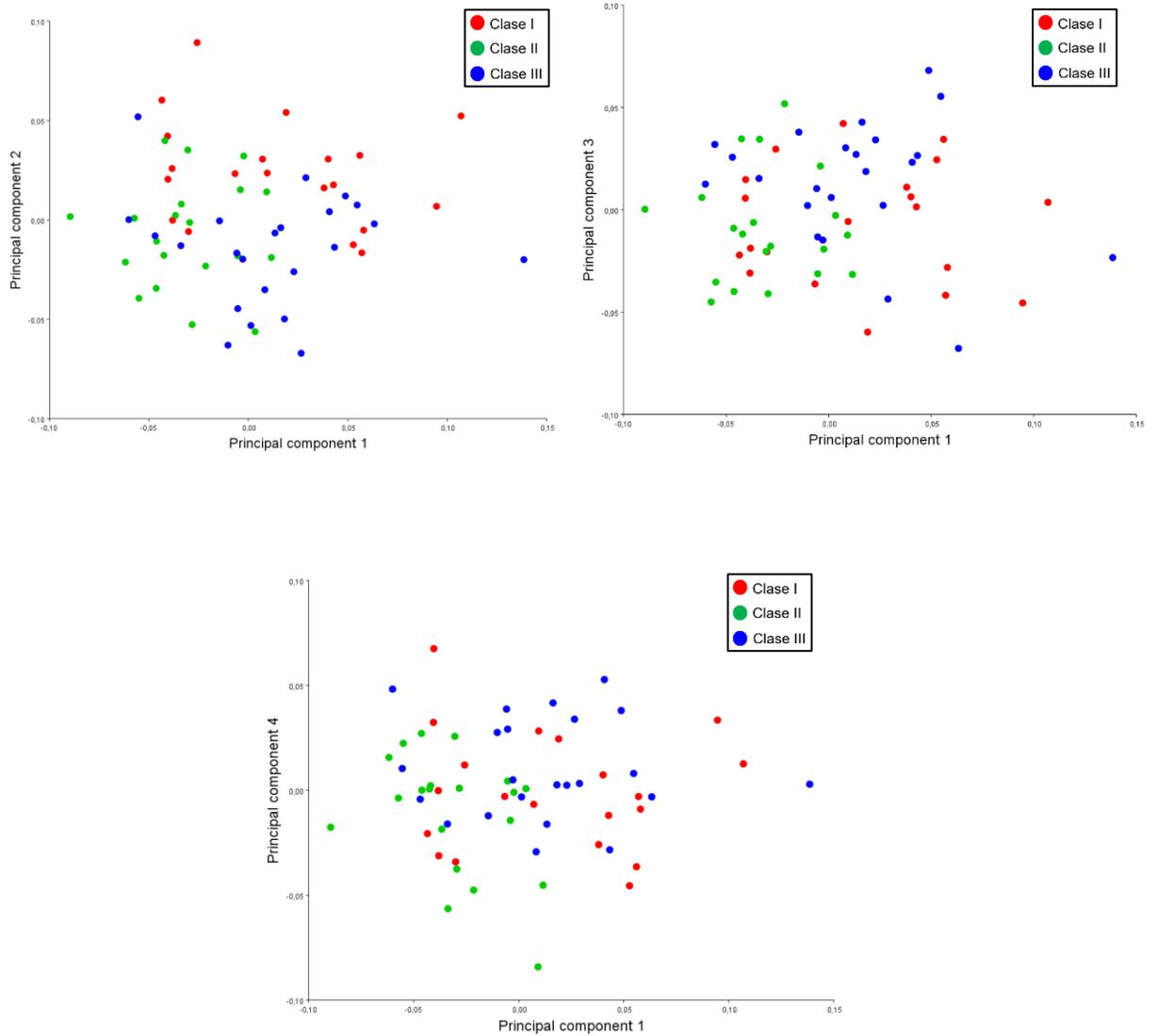
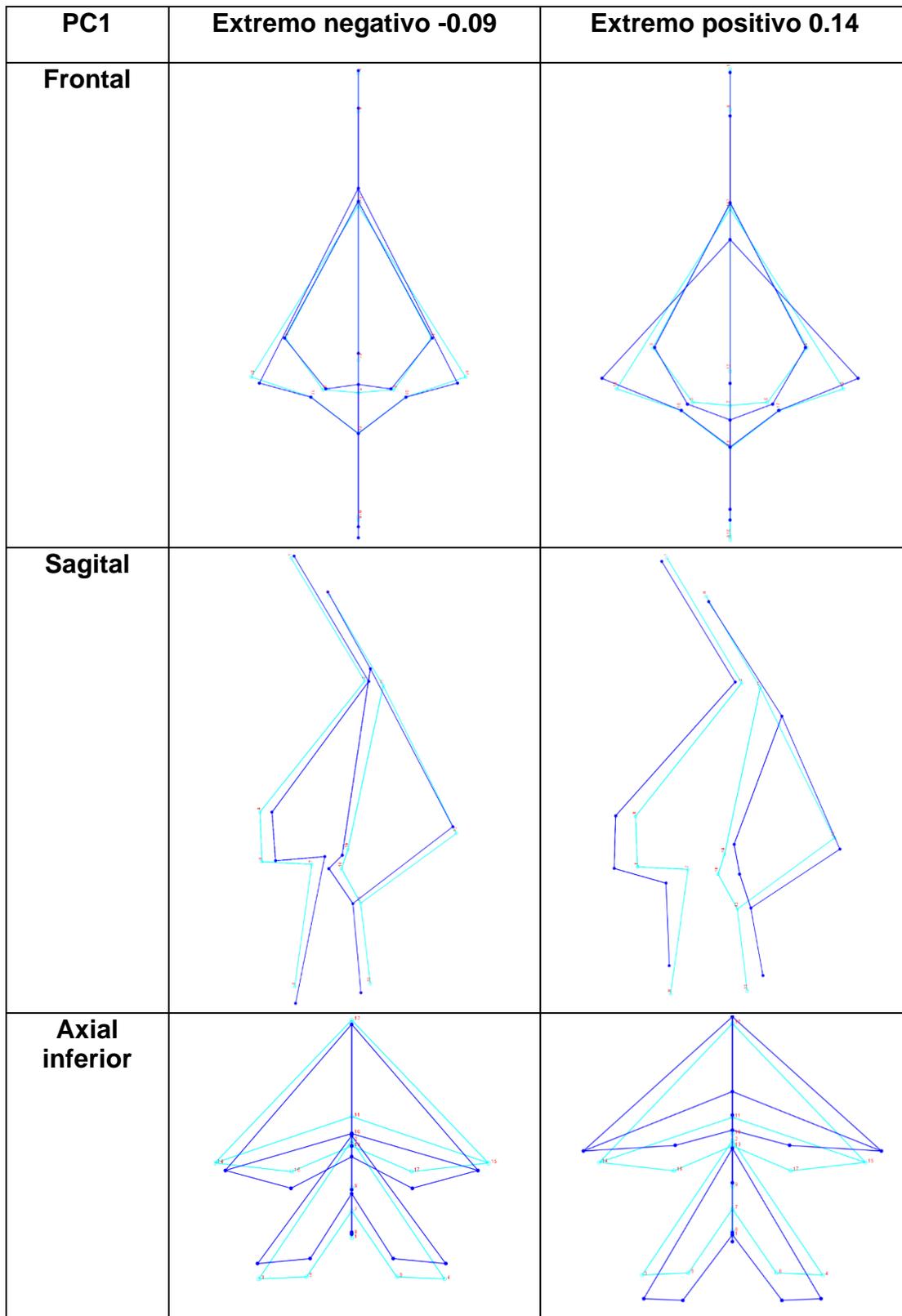


Figura 9. Gráficos de dispersión de los primeros cuatro componentes principales

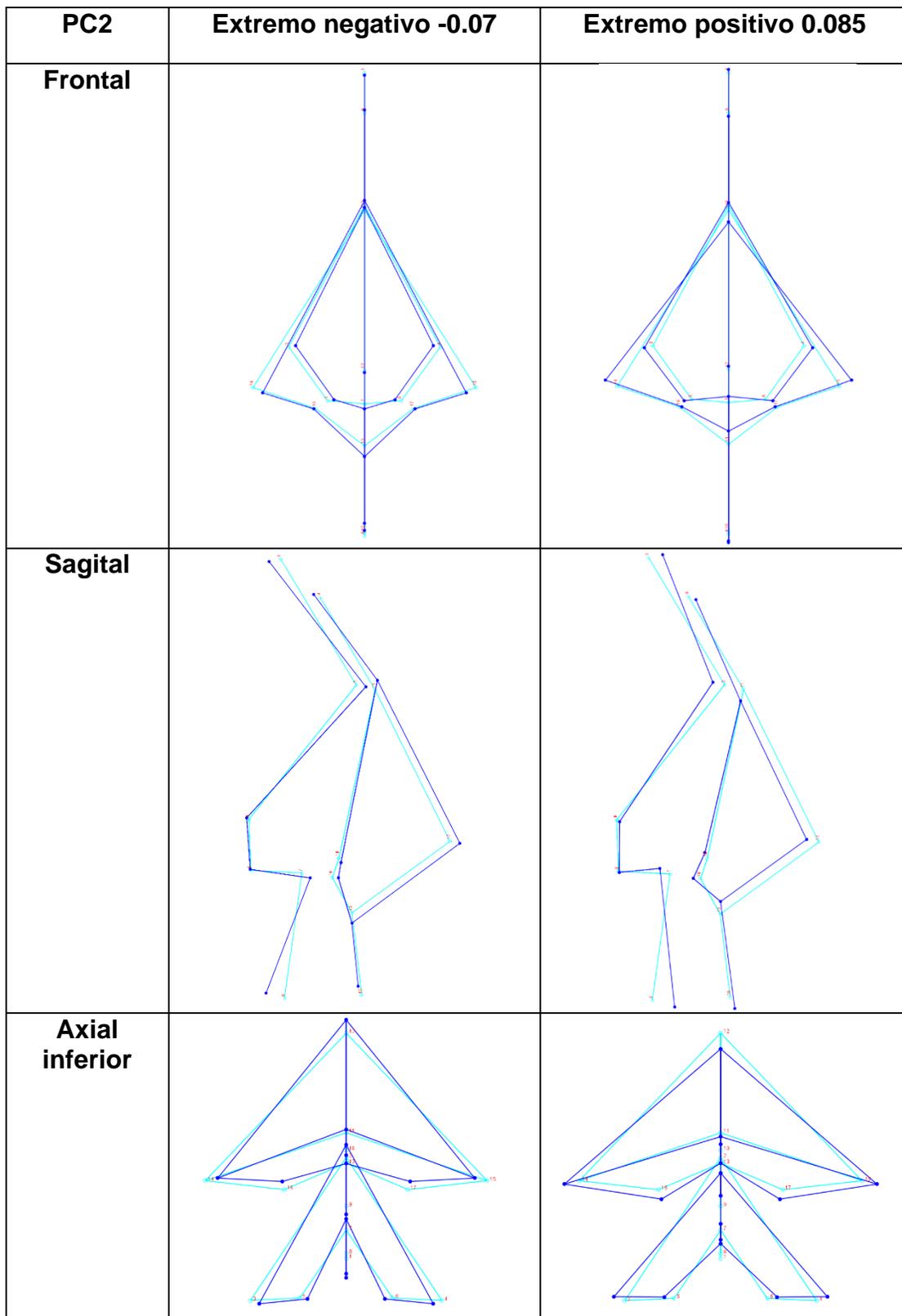
Figura 10. Wireframes para PC1 en los tres ejes del espacio. En celeste la configuración consenso y azul el PC respectivo.



El primer componente principal explicó un 20.921% de la varianza de la forma nasal. A modo general, la forma del **valor extremo negativo** se observó una nariz más angosta que el promedio. En tejido blando las mayores diferencias se observan en las alas nasales más juntas entre sí y levemente más extendidas hacia posterior. La punta nasal se encuentra más elevada y el punto labrale superior se encuentra más descendido. Los ápices de las fosas nasales y subnasal se localizan más hacia posterior. La giba se encuentra en una posición más posterosuperior. En cuanto a tejido duro, la incisura piriforme se observa en general más anterior que la configuración consenso. Se evidencia una espina nasal anterior más prominente y un prostion más posterior. Los puntos nasion y rhinion mantienen su posición relativa (figura 10).

Por otro lado, el **valor extremo positivo** presenta a modo general una nariz más amplia y protruída. Los mayores hallazgos en tejido blando son: la giba y la punta nasal están más descendidas que el promedio y levemente más anteriores. El punto labrale superior está más anterosuperior al igual que los puntos alare blando. El punto nasion blando está levemente descendido. Subnasal y los ápices de fosas nasales se encuentra más anterior que el promedio. En cuanto al tejido duro general, se observa una incisura piriforme de mayor extensión vertical y profundidad. El punto prostion se encuentra más superior, mientras que la ENA se encuentra en una posición más posteroinferior. Los puntos nariale y alare están más posteriores que el promedio. El punto rhinion mantiene su posición relativa.

Figura 11. Wireframes para PC2 en los tres ejes del espacio. En celeste la configuración consenso y azul el PC respectivo

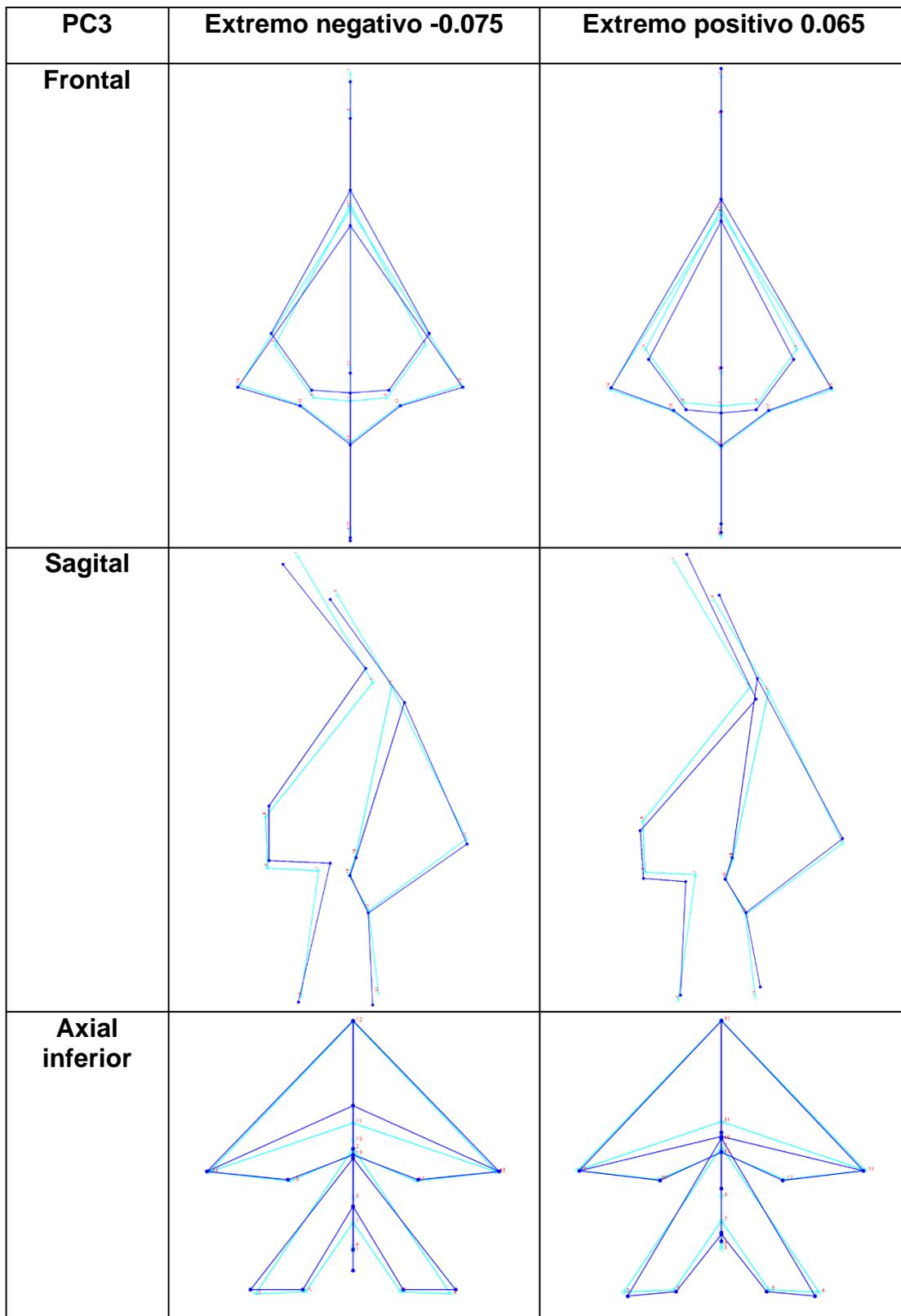


El segundo componente principal explica un 10.508% de la varianza de la forma nasal. La mayor variación se observa en relación con la extensión vertical y amplitud transversal nasal, y en la relación entre ENA y prostion.

En la forma del **valor extremo negativo**, a modo general se observa una nariz levemente más extendida verticalmente y menos amplia transversalmente, con la punta nasal más posterior. En tejido blando se evidencian unas alas nasales más juntas, un punto subnasal más descendido, la punta nasal más protruída, la giba levemente más anterior. Labrale superior y ápice de fosa nasal se encuentran en la misma posición relativamente del promedio. Por otro lado, en tejido duro se observa un nasion más profundo, un rhinion y ENA más anteriores al promedio y un prostion más posterior, creando un ángulo entre estos más agudo que el consenso. Los puntos nariale y alare se encuentran muy similares en el espacio (figura 11).

En la forma del **valor extremo positivo** se vio una nariz más amplia en sentido transversal y levemente acortada verticalmente, además de una punta nasal con menor proyección anteroposterior. En tejido blando los puntos alare se encuentran más laterales, el punto subnasal asciende, los puntos giba y labrale superior descienden y nasion blando se vuelve más anterior y desciende levemente. En cuanto al tejido duro, se observa una incisura piriforme más amplia en sentido transversal, dado por los puntos alare duro más distantes entre sí. Rhinion está más posterior, mientras que nasion duro más anterior. ENA se evidencia en una posición más anterosuperior y prostion más anteroinferior. Los puntos nariale y alare duro se encuentran más lateralizados que el promedio.

Figura 12. Wireframes para PC3 en los tres ejes del espacio. En celeste la configuración consenso y azul el PC respectivo.

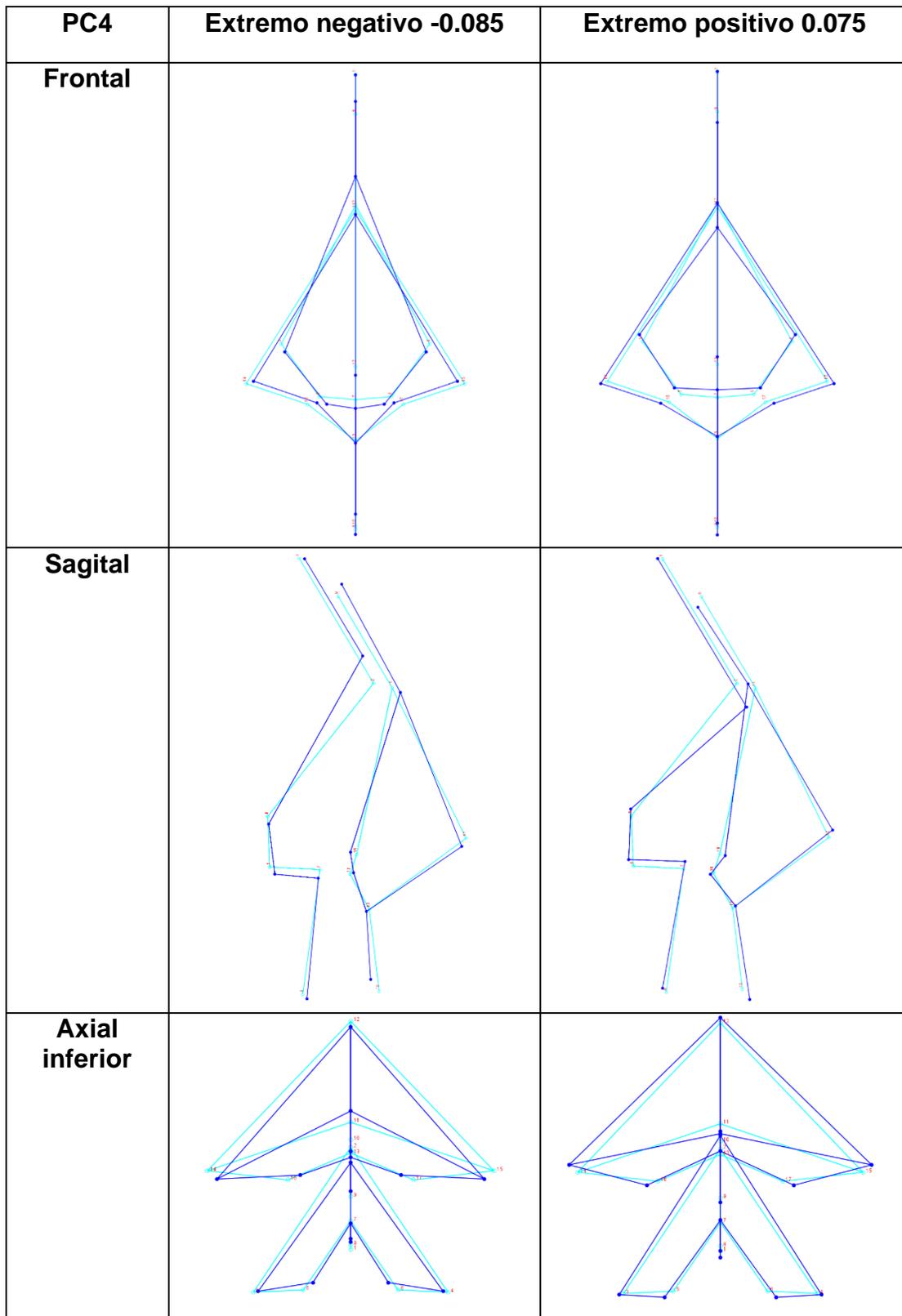


El tercer componente principal explica un 9.551% de la varianza de la forma nasal. La mayor variación se observa en la forma de la incisura piriforme, particularmente su amplitud a la altura de los puntos alare y la posición de los puntos rhinion y giba.

En la forma del **valor extremo negativo**, a modo general se observa una incisura piriforme más elevada y amplia a la altura de los puntos alare duro. En tejido blando hay un descenso de la giba y labrale superior. Los puntos alare, ápice de fosa nasal y subnasal se mantienen constantes en su posición consenso. Con relación al tejido duro, la incisura piriforme se observa más amplia en sentido transversal por el aumento de la distancia entre los dos puntos alare duro. El punto rhinion se observa más superior al promedio y nasion descende y se vuelve más posterior. Subnasal se protruye y eleva, mientras que prostion descende en menor grado (figura 12).

En la forma del **valor extremo positivo** el mayor cambio se observa en la incisura piriforme, ésta se encuentra levemente descendida. A nivel de tejido blando, se observa el punto giba más elevado y posterior, mientras el punto nasion blando se observó más anterior a la configuración consenso. Ligeros cambios se ven en pronasal y en labrale superior donde se ven levemente elevados y el último también se encontró más protruído. Los puntos alare blando, subnasal y ápice de fosa nasal se encuentran sin cambios relevantes en este PC. En tejido duro se observó una incisura piriforme levemente descendida, nasion duro se encontró más protruído y levemente elevado que el promedio, rhinion descendió y se volvió más anterior. ENA descendió y se volvió más posterior al promedio. Los puntos alare duro se elevaron y lateralizaron levemente. Descendieron los puntos nariale en sentido vertical. Prostion se elevó ligeramente.

Figura 13. Wireframes para PC4 en los tres ejes del espacio. En celeste la configuración consenso y azul el PC respectivo.



El cuarto componente principal explica un 8.282% de la varianza de la forma nasal. La mayor variación se observa en cuanto a la extensión vertical y amplitud de la pirámide y cavidad nasal, posición de rhinion y posición de pronasal.

En la forma del **valor extremo negativo**, a modo general se observó una incisura piriforme de mayor extensión vertical y de menor amplitud transversal, alas nasales más juntas. En el tejido blando se observó un acercamiento a la línea mediana de los puntos alare blando, resultando en unas alas nasales más cercanas entre sí que el promedio, los ápices de las alas nasales se elevaron y se hicieron más mediales, la giba se hizo más anterior y levemente descendió, la punta nasal descendió y se hizo levemente más posterior. Labrale superior ascendió y se volvió más posterior. En tejido duro se observó una elevación de rhinion y leve posición más posterior, un descenso y acercamiento a la línea mediana de los puntos alare y nariale, resultando de este último una disminución de la amplitud transversal de la base de la incisura piriforme. El punto subnasal descendió en conjunto con prostion, este último a su vez se adelantó levemente (figura 13).

En la forma del **valor extremo positivo**, se observó a modo general una pirámide nasal levemente más amplia transversalmente en el sector interalar, una incisura piriforme más amplia en sentido transversal y menos extendida verticalmente, y la punta nasal más elevada. En tejido blando se observó una separación y anteriorización, de las alas nasales, los ápices de las fosas nasales se vieron más lateralizadas, posteriores y descendidas, nasion blando se observó más descendido y posterior, labrale superior mostró un descenso y anteriorización frente al promedio y pronasal se proyectó más hacia anterosuperior, el punto giba mostró un ascenso y posteriorización. El punto subnasal no se vio afectado. En tejido duro, se observó una incisura piriforme de menor extensión vertical por efecto del gran descenso y leve anteriorización de rhinion y elevación de los puntos nariale y ENA. En cuanto a la amplitud transversal de la incisura piriforme, se observó un ascenso y lateralización de los puntos alare, resultando en un aumento de la amplitud vs el promedio. El punto prostion se observó levemente más posterior y ascendido.

5.3 Análisis confirmatorios

5.3.1 Estudio de la variación de la forma del esqueleto nasal entre individuos con clase esquelética I, II y III.

Para estimar las diferencias entre las medias de los grupos clase I, II y III se realizó un CVA. Al analizar el gráfico de CV1 vs CV2, en CV1 en general se observa un grupo que se separa levemente de los otros dos, esta es la clase II, que coincide con el PCA. Mientras que la clase I y III no muestran diferencias en este eje. Por otro lado, en CV2 se observa una leve separación entre los grupos de clases I y III, no así de clase II (figura 14).

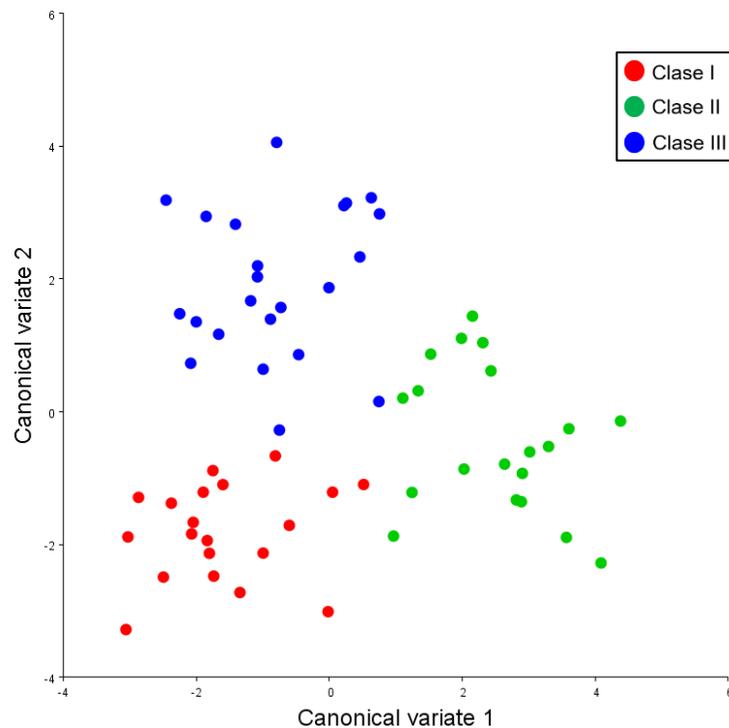
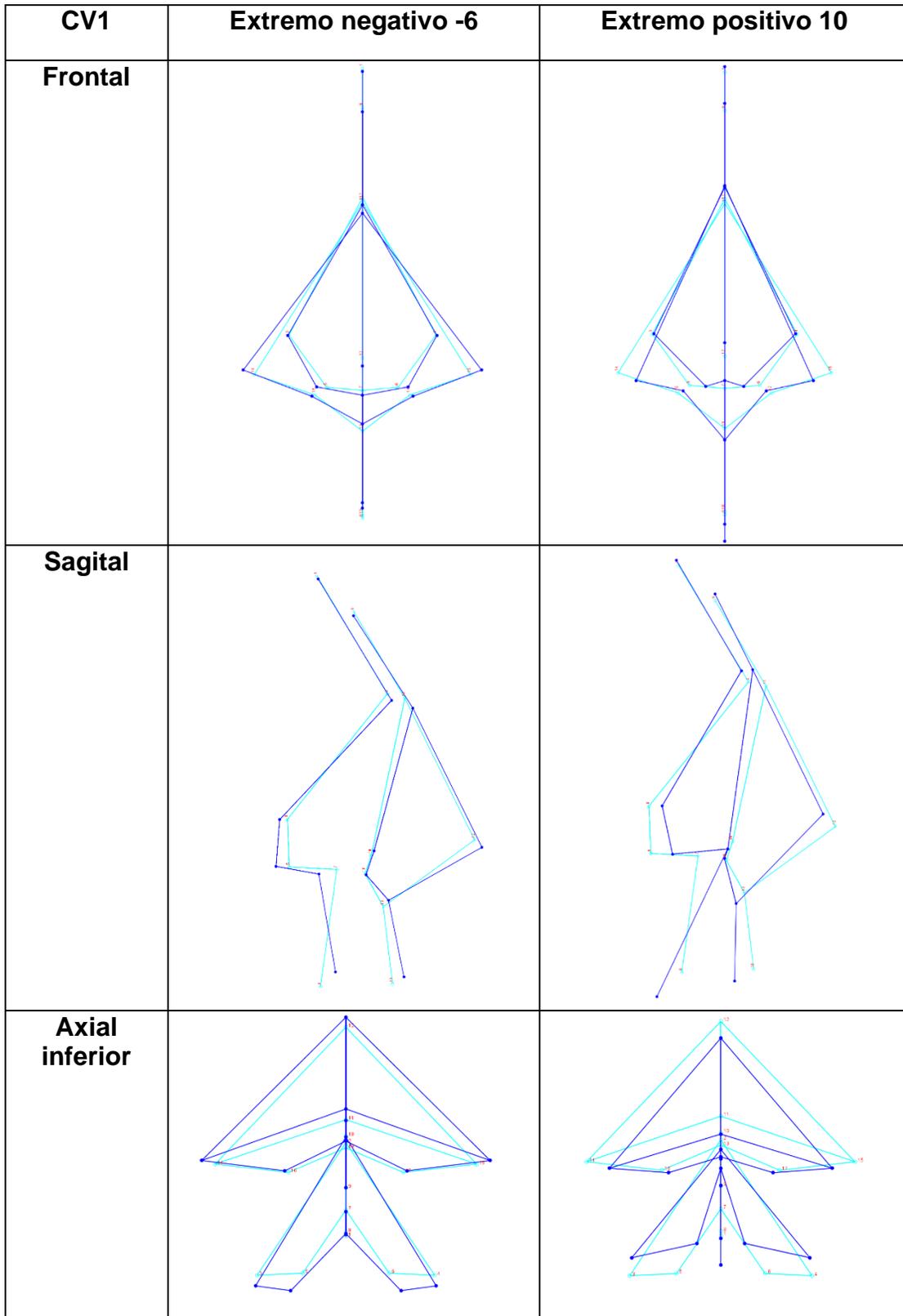


Figura 14. Gráfico de dispersión del análisis de variables canónicas.

Para analizar cada CV por separado, se decidió magnificar su valor al doble, para explicar mejor la diferencia de forma. Se analizó el cambio de forma en las dos variables cada una en sus dos extremos, tanto positivo como negativo.

Figura 15. Wireframes para CV1 en los tres ejes del espacio. En celeste la configuración consenso y azul la CV respectiva.



Los individuos extremos de la primera variable canónica (CV1) mostraron diferencias en la amplitud transversal de las alas nasales y de la base de la incisura piriforme, extensión vertical de la nariz, posición del maxilar y labio superior, y distancia de la base alar (figura 15).

En el **extremo negativo** de la CV1 que corresponden a individuos de clases I y III muestran en general un aumento de la separación entre de las alas nasales, una incisura piriforme de base más amplia, una punta nasal más protruída y descendida, y el labio superior en conjunto con el maxilar en posición más anterior. En el tejido duro se observó un descenso y adelantamiento de rhinion, una posterización de alare y nariale, lo que produjo un aumento de la amplitud de la base de la incisura piriforme. La ENA descendió levemente y se volvió más posterior. Prostion sufrió un adelantamiento y ascendió sobre el promedio. Nasion duro se mantuvo relativamente constante. En cuanto al tejido blando, se observó un descenso y anteriorización de la giba, subnasal se adelantó y elevó. Labrale superior se volvió más anterior y ascendió. Las alas nasales se separaron y pronasal se adelantó y descendió levemente, en conjunto esto produjo un aumento del tamaño relativo de la pirámide nasal en vista axial inferior en relación con la configuración consenso. Los puntos del ápice de la fosa nasal y nasion blando se mantuvieron relativamente constantes a la configuración promedio (figura 15).

En el **extremo positivo** de la CV1, correspondiente a pacientes clase II se observaron cambios con respecto a la separación entre alas nasales, extensión vertical de la nariz, posición más posterior del maxilar y labrale superior, protrusión de la ENA, elevación y retrusión de la punta de la nariz y disminución de la separación de la base alar. En tejido duro se evidenció un ascenso de rhinion, adelantamiento de alare y nariale, este último a su vez acortó su distancia con su punto homólogo, lo que se tradujo en una disminución de la base de la incisura piriforme, ENA mostró una marcada protrusión y leve ascenso. Prostion mostró un descenso además de volverse más posterior. Nasion duro no mostró cambios. En tejido blando se observó un ascenso y una posición más posterior de la giba y la punta nasal, subnasal descendió y se volvió más posterior, al igual que labrale

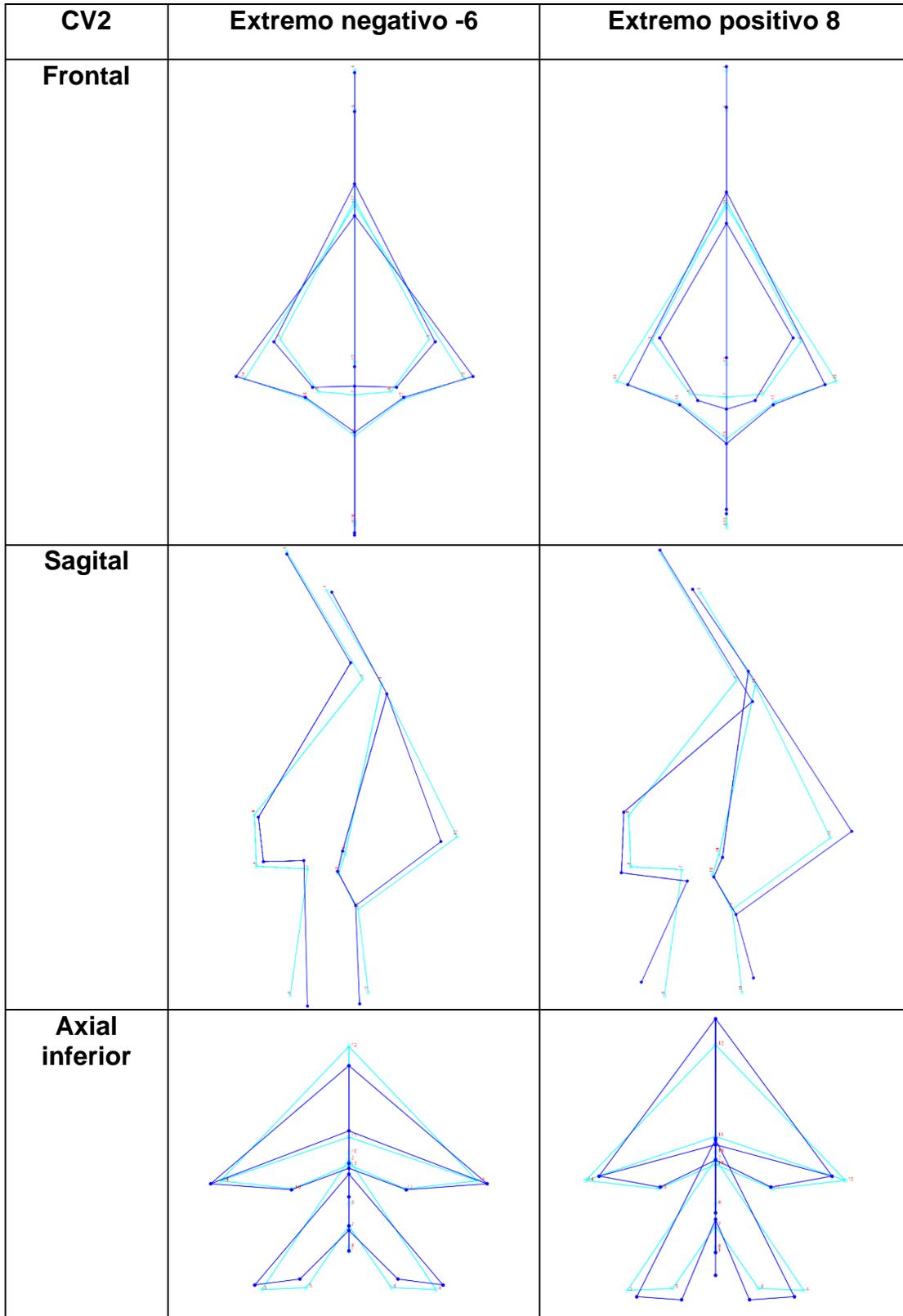
superior. Las alas nasales descendieron levemente y acortaron su distancia a la línea mediana, lo que produjo una disminución de la separación entre ellas. En cuanto a los puntos ápice de la fosa nasal mostraron un leve ascenso y una posición más posterior. La posición más posterior de pronasal y la cercanía entre ambas alas nasales, resultaron en una disminución de la base alar.

Los resultados principales de la CV1 se resumen en la siguiente tabla (tabla 6):

Tabla 6. Características principales de la CV1.

Estructura anatómica	Clase II	Clase I y III
Alas nasales	Más cercanas entre ellas	Más distantes entre ellas
Incisura piriforme	Más angosta transversalmente	Más amplia transversalmente
ENA	Protruída y elevada	Retruída y descendida
Punta nasal	Más retruída y ascendida	Protruída y descendida
Labio y maxilar	Más posterior	Más anterior
Vista axial inferior de nariz	Más angosta y menos prominente	Más amplia transversalmente y prominente

Figura 16. Wireframes para CV2 en los tres ejes del espacio. En celeste la configuración consenso y azul la CV respectiva



Los individuos extremos de la segunda variable canónica (CV2) mostraron diferencias en la separación de las alas nasales, amplitud transversal y extensión vertical de la incisura piriforme, posición del punto prostion, labrale superior, tamaño relativo de la pirámide nasal, posición de la giba (figura 16).

En el **extremo negativo**, los individuos del sector -3, magnificado a -6, de la CV2 correspondientes a individuos clase I y II, se observó de manera general un aumento de la separación de las alas nasales, disminución de la proyección anteroposterior de la pirámide nasal, una incisura piriforme más amplia transversalmente y de mayor extensión vertical, un prostion más descendido y anterior y un labrale superior más descendido y posterior. En tejido duro se observó un ascenso y una posición más posterior del punto rhinion, un leve ascenso de nariale y lateralización de la línea mediana, también se observó una separación de la línea mediana en los puntos alare duro. Estos cambios generaron una incisura piriforme más extendida verticalmente, amplia en su base y a la altura de los puntos alare duro. Prostion mostró un cambio de posición anteroinferior. Nasion duro no mostró cambios significativos. En cuanto a tejido blando, se observó un leve descenso y una posición más anterior de nasion blando, un descenso y adelantamiento de la giba, un aumento de la separación de los puntos alare blando de la línea mediana, resultando en una pirámide nasal más amplia transversalmente en este sector, pronasal se observó más posterior y levemente descendido, generando así una nariz menos prominente en sentido anteroposterior, labrale superior se mostró en una posición más posteroinferior al promedio. Subnasal y ápice de la fosa nasal no mostraron cambios significativos.

En el **extremo positivo**, los individuos del sector 4, magnificado a 8, de la CV2 correspondientes a individuos clase III, se observó de manera general, un aumento del tamaño relativo de la pirámide nasal en relación a la configuración consenso, adelantamiento del punto labrale superior, una incisura piriforme más pequeña a la configuración promedio, alas nasales más angostas, una posición del maxilar más retruída por un prostion en una posición más posterosuperior, y una punta nasal más adelantada. En tejido duro, se observó un marcado descenso y proyección anterior de rhinion, también se observó un leve descenso y

acercamiento a la línea mediana de los puntos nariale, resultando de estos procesos una incisura piriforme menos extendida en sentido vertical. Los puntos alare duro se acercaron a la línea mediana, generando así una incisura piriforme más angosta en sentido horizontal. Se observó un gran cambio en el punto prostion, éste ascendió y se volvió más posterior en comparación al promedio. ENA descendió y se volvió más anterior. Con respecto a nasion duro, no mostró cambios significativos. En tejido blando se observó una mayor proyección de la punta nasal, generando una nariz más prominente en sentido anteroposterior, los puntos alare blando están más cercanos entre ellos por la línea mediana, lo que se traduce en unas alas nasales más angostas que el promedio, la giba se encontró en una posición más posterosuperior que el promedio, el punto labrale superior se mostró más anterosuperior que el promedio. El punto subnasal se adelantó y descendió levemente. Nasion blando tuvo una posición posterior más ligera al promedio. Los puntos ápice de fosa nasal se mantuvieron sin cambios relevantes.

Los resultados obtenidos de la CV2 se resumen en la siguiente tabla (tabla 7):

Tabla 7. Características principales de la CV2.

Estructura anatómica	Clase I y II	Clase III
Alas nasales	Más distantes entre ellas	Más cercanas entre ellas
Incisura piriforme	Más grande	Más pequeña
ENA	Protruída y elevada	Ascendida y posteriorizada
Punta nasal	Más retruída y descendida	Protruída y elevada
Labio superior	Más posterior	Más anterior
Maxilar	Protruído	Retruído
Vista axial inferior de nariz	Base más amplia y menor proyección anterior de pronasal (triángulo isósceles de base ancha).	Base más angosta y mayor proyección anterior de pronasal (triángulo equilátero).

5.3.2 Evaluar patrones de covariación la forma de la pirámide nasal y la forma del esqueleto nasal en individuos con clase esquelética I, II y III.

Los resultados del PLS de tejido duro vs blando incluyendo todas las clases esqueléticas, (figura 17) mostraron una distribución homogénea entre sujetos clase I y III, mientras que los individuos clase II se observaron levemente menos dispersos que el resto.

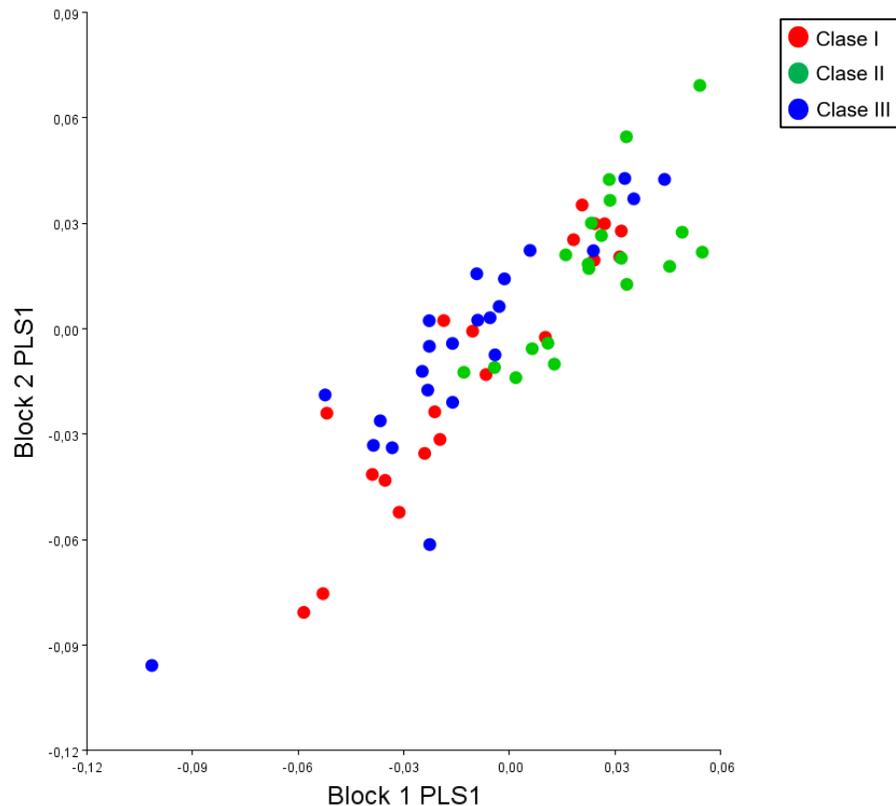


Figura 17. Gráfico de PLS. Tejido duro en bloque 1 vs tejido blando en bloque 2.

Los resultados del coeficiente RV para este set de datos fue de 0.474970, lo que indica una fuerza de asociación entre tejido blando y duro moderada en las tres clases esqueléticas. En cuanto a la hipótesis de independencia, para este grupo se obtuvo un valor de $p < 0.001$, al ser un número tan bajo, se rechaza la hipótesis, vale decir los tejidos blandos son interdependientes de los duros.

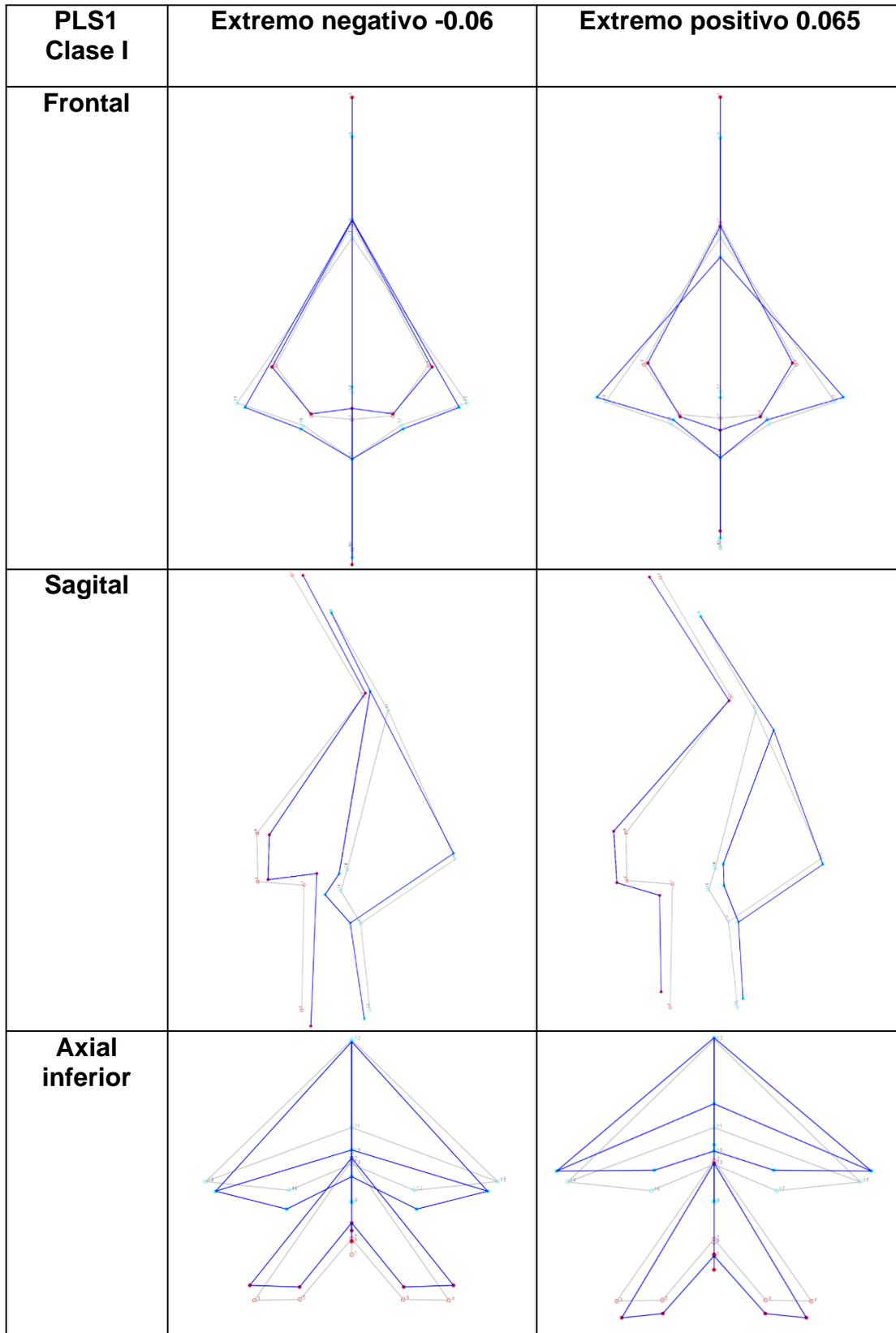
Para la clase I esquelética, se obtuvo un coeficiente RV de 0.640717, observándose comparativamente un mayor grado de asociación entre los tejidos. Para la hipótesis de independencia se obtuvo un valor de $p < 0.001$, es decir, se rechaza esta hipótesis y hay dependencia entre tejido óseo y blando.

La clase II mostró un RV de 0.443054, bajo el número obtenido de las tres clases en conjunto. Quiere decir que posee un menor grado de asociación de tejidos. Con relación a la hipótesis de independencia se obtuvo un $p = 0.035$ indicando dependencia entre tejido duro y blando. Sin embargo, este valor con corrección de Bonferroni no es estadísticamente significativo.

Por último, la clase III con un RV de 0.611045 también mostró un grado de asociación más alto como la clase I. La hipótesis de independencia se rechazó al obtener un $p < 0.001$, por lo tanto, tejido blando depende del duro.

Para el estudio de las relaciones entre tejido duro y blando entre las distintas clases esqueléticas, se decidió magnificar por 1.5 todos los valores, para apreciar mejor la variación de forma.

Figura 18. Wireframes para PLS1 en los tres ejes del espacio para clase I. En azul ambas formas a comparar, estructura dura (cuyos vértices están en rojo) y blanda (vértices en celeste), y gris la configuración consenso.



En el análisis de PLS de los pacientes clase I a nivel general mostró gran covariación en los dorsos nasales de cada extremo, también en la separación de las alas nasales y en el sector de la ENA – subnasal (figura 18).

En el extremo positivo, se observó que mientras rhinion descende y se vuelve más posterior, su homólogo en tejido blando giba descende, se vuelve más anterior, al igual que pronasal, por lo tanto, el dorso se vuelve más convexo. Cuando ENA descendió y se volvió más posterior, subnasal se adelantó, manteniéndose a la misma altura.

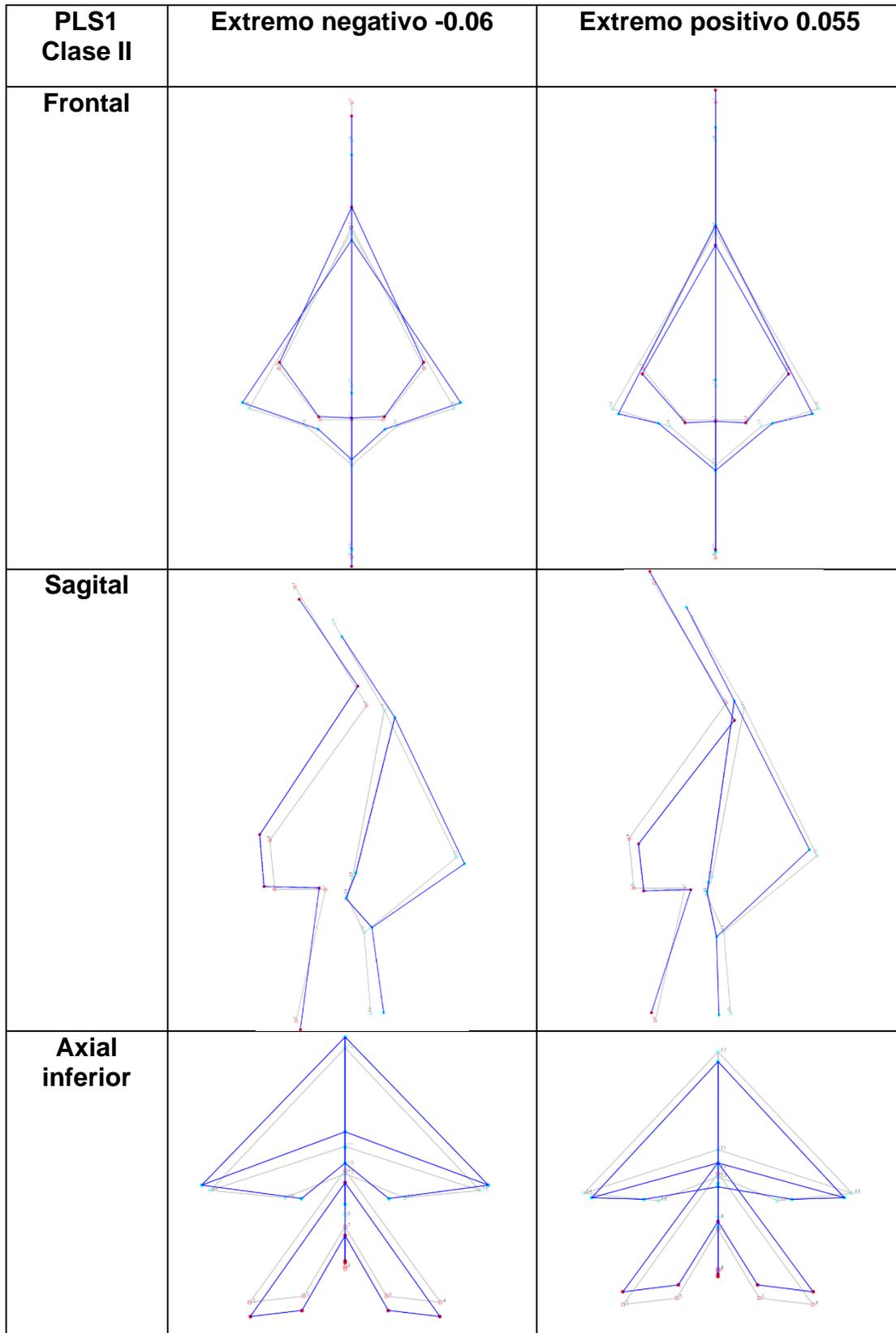
Al ver en el tejido duro en sentido **sagital** el aumento del ángulo formado por los puntos alare, nariale y ENA, también se observa un aumento en el ángulo formado por sus homólogos de tejido blando alare, ápice de fosa nasal y subnasal. Al observar otro ángulo formado por nariale, ENA y prostion, se notó que, al aumentar, el ángulo formado por los puntos de tejido blando ápice de fosa nasal, subnasal y labrale superior aumenta. Los puntos prostion y labrale superior mostraron una relación inversa, mientras prostion se vuelve más interior, labrale superior se exterioriza.

Se encontró también en la vista **frontal** que cuando alare duro asciende y se medializa, alare blando se lateraliza y asciende, obteniendo así unas alas nasales más separadas. Además, cuando nariale descende y se medializa, su homólogo ápice de fosa nasal asciende y se medializa.

De la vista **axial inferior**, se observó que mientras más posterior está la incisura piriforme, más anterior está la pirámide nasal, desde la punta y alas nasales.

Cabe señalar que, en sentido inverso, también existe covariación. Es decir, los individuos en el extremo negativos presentan características contrarias a las mencionadas en el extremo positivo (figura 18).

Figura 19. Wireframes para PLS1 en los tres ejes del espacio para clase II. En azul ambas formas a comparar, estructura dura (cuyos vértices están en rojo) y blanda (vértices en celeste), y gris la configuración consenso.



En el análisis de PLS de los pacientes clase II a nivel general mostró gran covariación a nivel de la raíz nasal, dorso nasal, alas nasales y en el sector maxilar (figura 19).

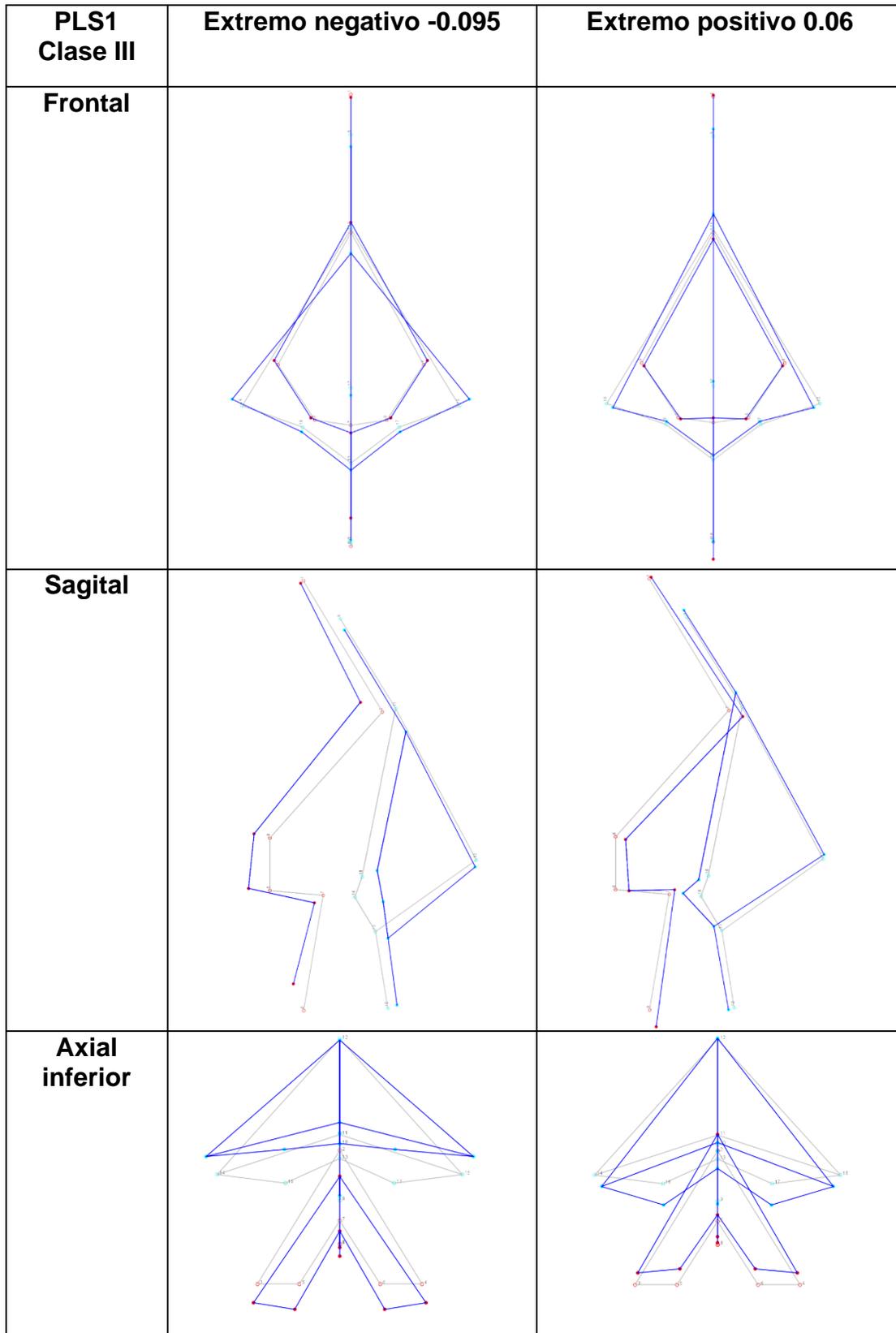
En el extremo positivo, vista **sagital** se observó que mientras nasion duro asciende y se desplaza a posterior, nasion blando lo sigue en su mismo patrón. Rhinion al descender y desplazar a anterior, su homólogo blando giba asciende y se desplaza a posterior. Esto en conjunto con un pronasal más elevado y posterior, generaron un perfil más cóncavo en tejido blando. También se observó que al disminuir el ángulo alare -nariale y ENA en tejido duro, se aumentó el ángulo alare-ápice de fosa nasal-subnasal. Con relación al sector maxilar, al adelantarse ENA y descender, su homólogo subnasal descende y se desplaza a posterior y se mostró una relación directa entre prostion y labrale superior, al ambos moverse a posterior.

En sentido **frontal** se observó que al descender alare duro, su homólogo en tejido blando alare blando, descende y se medializa. Además, en tejido duro al medializarse y descender nariale, su homólogo en tejido blando ápice de fosa nasal se lateraliza y asciende.

De la vista **axial inferior**, se observó que mientras más adelantada está la incisura piriforme, más posterior está la pirámide nasal, desde la punta y alas nasales.

Cabe señalar que, en sentido inverso, también existe covariación. Es decir, los individuos en el extremo negativos presentan características contrarias a las mencionadas en el extremo positivo (figura 19).

Figura 20. Wireframes para PLS1 en los tres ejes del espacio para clase III. En azul ambas formas a comparar, estructura dura (cuyos vértices están en rojo) y blanda (vértices en celeste), y gris la configuración consenso.



En el análisis de PLS de los pacientes clase III a nivel general mostró gran covariación a nivel del dorso nasal, en el sector de ENA-subnasal y en la zona maxilar (figura 20).

En el extremo positivo, vista **sagital** cuando nasion duro se eleva y vuelve más anterior, nasion blando lo imita, en mayor magnitud. Cuando rhinion desciende y se adelanta, su homólogo de tejido blando giba, asciende y se dirige a posterior, y la punta nasal asciende. En tejido duro se observó que cuando el ángulo alare-nariale-ENA disminuye, el ángulo de tejido blando alare-ápice de fosa nasal-subnasal, también disminuye. En cuanto a la disminución del ángulo nariale – ENA - prostion se observó una disminución también del ángulo ápice de fosa nasal - subnasal - labrale superior. Cuando ENA se adelanta y asciende, su homólogo en tejido blando, subnasal, se vuelve más posterior y asciende. En cuanto a la zona maxilar, se observó que a la vez que prostion se adelanta y desciende, labrale superior se vuelve más posterior y desciende.

En vista **frontal**, se observó que cuando alare duro desciende y se medializa, alare blando sigue el mismo patrón de cambio. Se obtuvo también que cuando nariale se medializa y desciende, su homólogo en tejido blando ápice de fosa nasal se eleva y medializa.

En visión **axial inferior**, se observó que mientras más angosto y posterior es la distancia interalar, más cercanas están los *landmarks* óseos de las blandos (o más cercanas están las estructuras blandas de las óseas), por lo tanto, presentaría mayor tejido blando.

Cabe señalar que, en sentido inverso, también existe covariación. Es decir, los individuos en el extremo negativos presentan características contrarias a las mencionadas en el extremo positivo (figura 20).

Las características principales de los PLS1 para las clases I, II y III se resumen en la siguiente tabla (tabla 8):

Tabla 8. Características principales de PLS1 extremo positivo clase I, II y III.

Landmark duro y su homólogo blando	Clase I	Clase II	Clase III
Rhinion	Ambos descienden	-	-
	Posterior	Desciende y anterior	Desciende y anterior
Giba	Anterior	Asciende y posterior	Asciende y posterior
Dorso	Convexo	Cóncavo	Recto
Pronasal	Desciende y anterior	Asciende y posterior	Asciende
Ángulo Al-Na-ENA	Aumenta	Disminuye	Disminuye
Ángulo Al'-Afn-Sn	Aumenta	Aumenta	Disminuye
Ángulo Na-ENA-Pr	Aumenta	Disminuye	Disminuye
Ángulo Afn-Sn-Ls	Aumenta	Aumenta	Disminuye
Prostion	-	Ambos posterior	Ambos descienden
	Posterior		Anterior
Labrale superior	Anterior		Posterior
Alare duro	Ambos ascienden	Ambos descienden	Ambos descienden y medializan
	Medializa	-	
Alare blando	Lateraliza	Medializa	
Alas nasales	Más anchas	Más angostas	Más anchas
Nariale	Ambos se medializan	-	Ambos se medializan
	Desciende	Medializa y desciende	Desciende
Ápice de fosa nasal	Asciende	Lateraliza y asciende	Asciende
Incisura piriforme	Más posterior	Más anterior	Más cercano
Pirámide nasal	Más anterior	Más posterior	Ancho interalar más angosto y posterior

6. DISCUSIÓN

En esta tesis se estudió la relación entre las distintas clases esqueléticas y la variación de la forma de la pirámide nasal e incisura piriforme, en base a una muestra de 63 individuos y poniendo a prueba la hipótesis que existe una relación entre las clases esqueléticas y la variación de la forma de la pirámide nasal en los individuos de estudio usando distintos *landmarks* ubicados en la cara. Tanto para comparar la variación de la forma del esqueleto y pirámide nasales, y comparar patrones de covariación de la forma de la pirámide nasal y la forma del esqueleto nasal entre individuos con clase esquelética I, II y III se trabajó con herramientas de morfometría geométrica.

El PCA mostró en general que los grupos se superponen. De los PC1 y 2 se obtuvo la mayor variación de forma y se evidenció la importancia del tamaño ya que, entre los extremos del PC1 se observó que la mayor variación de forma se debe a los cambios de tamaño observados entre los *wireframes*. Es preciso señalar, que generalmente en el PC1 se resume la variación de forma asociada con el tamaño (alometría). Posteriormente, la presencia de alometría mostrada en el PCA, se corroboró con la regresión lineal de las variables de la forma. La forma varió principalmente en sentido vertical, horizontal y anteroposterior, producto de la posición relativa de la giba y el maxilar.

Se analizaron las diferencias de forma respecto del consenso entre grupos por medio de CVA, donde se mostró una superposición de las clases I y III. La clase II mostraron una nariz con menor cantidad de tejido blando, más angosta en sentido horizontal, con menor proyección de la punta nasal y levemente más extendida verticalmente, se observó una ENA más protruída, a diferencia del maxilar que se movió a posterior en conjunto con el labio superior. La clase III mostró una nariz con mayor cantidad de tejido blando, una pirámide nasal más angosta, con mayor proyección anteroposterior y levemente más extendida verticalmente, una ENA más posterior y ascendida, con un maxilar retruído y labio superior protruído. Al haber superposición de los individuos clase I con II y III en ambas CV, se podría interpretar que los individuos clase I serían una combinación de ambos extremos (Díaz y Manríquez, 2014).

Para comparar patrones de covariación de la forma de la pirámide nasal y la forma del esqueleto nasal en individuos con clase esquelética I, II y III se realizó un PLS, arrojando como resultado, congruente con el CVA previo, que en general, en la clase I la forma en la que covarían tejido blando con duro da como resultado una nariz con mayor tejido blando, con mayor separación entre las estructuras óseas de las blandas homólogas, interpretándose como que poseen mayor tejido blando entre ellas, pero el cambio del tejido duro se condice con el blando, la nariz se observa más amplia transversalmente y convexa, mientras que el perfil duro se observa recto. La clase II, de la misma forma que en el grupo anterior, producto de la covariación entre los dos tejidos, mostró, por el contrario, menor tejido blando, una nariz más extendida verticalmente y angosta, se observó un perfil duro con una posición más posterior del maxilar, respecto a ENA, por una posible rotación horaria del esqueleto facial, no así de su tejido blando relacionado. Por último, en la clase III siguiendo el mismo efecto de la covariación, se evidenció una nariz más extendida en sentido anteroposterior, con gran prominencia de rhinion, mas no de la giba, dando a entender que presenta una relación más íntima entre hueso y tejido blando en la raíz de la nariz.

Los resultados obtenidos por este trabajo confirmaron la hipótesis de que existe relación entre la forma de la incisura piriforme y pirámide nasal con las distintas clases esqueléticas.

Para el efecto del sexo, un estudio de López y cols., 2012, realizado en población chilena sin distinción de clases esqueléticas, utilizando herramientas de la morfometría geométrica, sugirió que la variación de la forma nasal de perfil es dependiente del sexo y del tamaño, manifestando que los hombres presentan narices con mayor tamaño de centroide (López y cols., 2012), mientras que en este trabajo no se encontró dimorfismo sexual. Esta diferencia se puede deber a que no hubo una separación de la muestra según su clase esquelética, por lo que la muestra puede haber estado constituida por individuos de distinta relación maxilomandibular y, como se señala en esta tesis, las narices de las clases I y III serían de mayor tamaño que las de clase II. En cuanto a los hallazgos de que la forma es dependiente del tamaño, vale decir alometría, son compatibles con esta tesis. Cabe

recordar que, en esta tesis, los tamaños de centroide son llevados al mismo valor, de manera que las diferencias observadas sean debidas a cambio de la forma, y no a la escala de las mismas.

Un estudio realizado por Chaudhary y cols., en telerradiografías laterales de personas indias, usando morfometría lineal, señaló que los individuos clase III poseen el mayor largo nasal entre las tres clases, entendiéndose largo como la distancia desde nasion hasta pronasal (Chaudhary y cols., 2022), lo que se condice con esta tesis, pero menciona que los individuos clase I son los que menor valor presentan, mientras que, en este estudio, la menor separación entre nasion y pronasal fue la de la clase II, esta diferencia se puede deber a que al utilizar morfometría lineal, las imágenes de las formas no se escalan a un mismo valor, pudiendo afectar el análisis de la forma pura. Otro trabajo también en base a telerradiografías laterales y morfometría lineal, escrito por Kurkcuoglu y cols., en población adulta turca, mostró que la clase III tiene mayor separación entre el tejido duro y blando entre prostion y labrale superior (Kurkcuoglu y cols., 2011), en acuerdo con este trabajo también.

Un estudio de Gomes y cols., en imágenes de tomografías computarizadas de haz cónico en población brasileña, mostró que la nariz de las mujeres clase III presentan una nariz más larga que las clases I y II, también menciona que existe dimorfismo sexual (Gomes y cols., 2021), probablemente se deba a que utilizaron medidas lineales y no escaladas, causando el tamaño un efecto confundente al análisis de la forma pura.

Un estudio de Kale y Buyukcavus realizado en pacientes clase I y clase III encontró que los pacientes clase III poseen mayor protrusión de la punta nasal y una nariz más convexa además no encontró dimorfismo sexual asociado en ambas clases (Kale y Buyukcavus, 2020) ambos resultados en concordancia con esta tesis. Chang y cols., utilizando herramientas de la morfometría geométrica, estudiaron cefealometrías de niños clase II y III y mostraron que los niños clase II poseen un complejo palatomaxilar más alargado vertical y sagitalmente, mientras que los niños

clase III presentaron complejo palatomaxilar más corto en estos mismos sentidos (Chang y cols., 2005). Con este estudio más los resultados hayados por esta tesis, se explicaría que la incisura piriforme sea más extendida verticalmente en individuos clase II y menos en individuos clase III.

Alarashi y cols., evaluaron las características dentoesqueléticas en sentido transversal de los pacientes en dentición mixta, clase II comparados con los clase I mediante morfometría geométrica. Como diferencia encontraron una contracción del maxilar y un estrechamiento de la base de la nariz. La reducción de la amplitud transversal del maxilar está asociado con el aumento de la extensión vertical de este mismo hueso (Alarashi y cols., 2003), como lo mencionó también Chang y cols. (Chang y cols., 2005). En comparación con esta tesis, ambos apuntan a lo mismo, una base de la nariz más angosta transversalmente en la clase II comparada con la clase I. Considerando estos antecedentes, se puede discutir desde lo funcional que al tener menor amplitud transversal en la base de la incisura piriforme y la posición más posterior de la mandíbula, que podría haber repercusiones negativas en la ventilación, por angostamiento de la vía aérea. Con respecto a esto, los autores Iwasaki y cols., realizaron un estudio en niños japoneses, obteniendo como conclusión que la resistencia nasal (dificultad que opone la nariz al paso del aire tanto inspirado como espirado) en sujetos clase II fue significativamente mayor que en la clase III (Iwasaki y cols., 2017). Además, Posnick y cols., analizaron una población estadounidense adulta que sufrían de obstrucción crónica de la vía aérea nasal, donde confirmaron que los pacientes que sufrían mayormente de esta patología eran aquellos con mayor longitud de su tercio medio, también los que presentaban los bordes laterales de la incisura piriforme más juntos, y además los que mostraron un patrón de crecimiento facial de deficiencia maxilar y prognatismo relativo (Posnick y cols., 2015). Estas dos primeras características equivalen según esta tesis a pacientes clase II, mientras que la última equivaldría a pacientes clase III. Como se dijo anteriormente, la nariz clase III presenta mayor cantidad de tejido blando, pudiéndose inferir que haya un mayor crecimiento de este tejido al interior de la cavidad nasal. En un estudio de Florez y cols., en población adolescente brasileña, se evaluó la morfología de la vía aérea superior en personas clase III,

dado que la resistencia nasal está íntimamente relacionada con esta. Obtuvieron que los sujetos clase III presentaron mayor hipertrofia de conchas nasales inferiores y tonsilas palatinas en comparación a los sujetos clase II y I, también encontraron mayor asociación de desviación del septum nasal (Florez y cols., 2023).

Este estudio demuestra que la morfología nasal debe ser tomada en cuenta previo al tratamiento de las DDF para así darle al paciente un resultado funcional y estético en pos de su salud física y mental. Se propone seguir estudiando las DDF posterior a su tratamiento con ortodoncia y cirugía ortognática para poder realizar una comparación de la forma inicial versus final y así determinar si la modificación de la relación esquelética genera un efecto predecible sobre el perfil nasal, o si bien la morfología inicial se mantiene.

7. CONCLUSIONES

1. Existe relación entre la forma de la incisura piriforme y pirámide nasal con las distintas clases esqueléticas.
2. Hay presencia de alometría en las formas nasales y estas no son dependientes del sexo
3. La nariz clase II se presenta más extendida en sentido vertical, con una base alar más angosta, y menor protrusión de la punta nasal.
4. La nariz clase III se observa con una punta nasal más protruída,
5. La nariz clase I se muestra con mayor tejido blando, una incisura piriforme más amplia y alas nasales más amplias.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarashi, M., Franchi, L., Marinelli, A., & Defraia, E. (2003). Morphometric Analysis of the Transverse Dentoskeletal Features of Class II Malocclusion in the Mixed Dentition. *Angle Orthodontist*, 73, 21–25.
- Alhammadi, M. S., Halboub, E., Fayed, M., Labib, A., & El-Saaidi, C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(6), 40.e1-10.
- Angle, E. (1899). Classification of malocclusion. *Dental Cosmos*, 248-264.
- Bacon, W. H., Krieger, J., Turlot, J. C., & Stierle, J. L. (1988). Craniofacial characteristics in patients with obstructive sleep apneas syndrome. *The Cleft palate journal*, 25(4), 374-378.
- Bishara, S. E. (2006). Class II Malocclusions: Diagnostic and Clinical Considerations With and Without Treatment. *Seminars in Orthodontics*, 12(1), 11-24.
- Bottini, D. J., Gentile, P., Cervelli, G., & Cervelli, V. (2013). Changes in nasal profile following maxilomandibular osteotomy for prognathism. *Orthodontics: the art and practice of dentofacial enhancement*, 14(1), e30-e38.
- Buschang, P. H., De La Cruz, R., Viazis, A. D., & Demirjian, A. (1993). Longitudinal shape changes of the nasal dorsum. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 104(6), 539-543.
- Campbell, N. A., & Atchley, W. (1981). The Geometry of Canonical Variate Analysis. *Systematic Zoology*, 30(3), 268-280.
- Chaconas, S. J. (1969). A statistical evaluation of nasal growth. *Am. J. orthodontics*, 56(4), 403-414.

- Chang, H., Lin, H., Liu, P., & Chang, C. (2005). Midfacial and mandibular morphometry of children with Class II and Class III malocclusions. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32, 642–647.
- Chaudhary, A., Giri, J., Gyawali, R., & Pokharel, P. R. (2022). A Retrospective Study Comparing Nose, Lip, and Chin Morphology in Class I, Class II, and Class III Skeletal Relationships in Patients Visiting to the Department of Orthodontics, BPKIHS: A Cephalometric Study. *International Journal of Dentistry*, 1-7.
- Chu G, Zhao JM, Han MQ, Mou QN, Ji LL, Zhou H, . . . Guo YC. (2020). Three-dimensional prediction of nose morphology in Chinese young adults: a pilot study combining cone-beam computed tomography and 3dMD photogrammetry system. *International Journal of Legal Medicine*, 134(5), 1803-1816.
- Cordero, E., Muñoz, M., Espinoza, I., & Pantoja, R. (2019). Espectro de dismorfosis dentofaciales: estudio retrospectivo de 23 años en hospital tipo I de alta complejidad Chile. *Revista Clínica Periodoncia, Implantología y Rehabilitación Oral*, 12(1), 15-18.
- de Aguiar Trench, J., & Correia de Araújo, R. P. (2014). Dentofacial deformities: orofacial myofunctional characteristics. *Revista CEFAC*, 17(4), 1202-1214.
- Díaz Muñoz, A., & Manríquez Soto, G. (2014). Skeletodental Diagnosis Using a Geometric Morphometric Approach. *International Journal of Odontostomatology*, 8(1), 5-11.
- Drake, A. G., & Klingenberg, C. P. (2008). The pace of morphological change: historical transformation of skull shape in St Bernard dogs. *Proceedings of Royal Society B: Biological Sciences*, 71-76.
- Feldens, C. A., dos Santos Dullius, A. I., Kramer, P. F., Scapini, A., Vargas-Ferreira, F., & Busato, A. L. (2015). Impact of malocclusion and dentofacial anomalies on the prevalence and severity of dental caries among adolescents. *Angle Orthodontist*, 85(6), 1027-1034.

- Ferrario, V. F., & Sforza, C. (1997). Size and shape of soft-tissue facial profile: effects of age, gender, and skeletal class. *Cleft Palate Craniofacial Journal*, 34(6), 498-504.
- Florez, B. M., Tagawa, D. T., Inoue, D. P., Yamashita, H. K., Aidar, L. A., & Dominguez, G. C. (2023). Associations between skeletal discrepancies, breathing pattern, and upper airway obstruction in Class III malocclusions. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 1-8.
- Garcia, C., & Olivi, P. (2010). Nasolabial angle and orthognathic surgery. *International Orthodontics*, 13(1), 43-60.
- Gomes, A. F., Rocharles, F. C., Zanon, M. F., Groppo, F. C., Haiter Neto, F., & Freitas, D. Q. (2021). Influence of skeletal class and facial type on nose dimensions in a Brazilian subpopulation: a CBCT study. *Brazilian Oral Research*, 35, 1-9.
- Graber, L. W., Vanarsdall, R. L., Vig, K. W., & Huang, G. J. (2017). *Orthodontics : current principles and techniques*. St. Louis, Missouri: Elsevier.
- Greenberg, A. M., & Prein, J. (2002). *Craniofacial Reconstructive and Corrective Bone Surgery*. Nueva York: Springer.
- Iwasaki, T., Sato, H., Suga, H., Takemoto, Y., Inada, E., Saitoh, I., . . . Yamasaki, Y. (2017). Relationships among nasal resistance, adenoids, tonsils, and tongue posture and maxillofacial form in Class II and Class III children. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 151(5), 929-940.
- Jeong, W. S., Kim, Y. C., Chung, Y. S., Lee, C. Y., & Choi, J. W. (2017). Change in Posterior Pharyngeal space After counterclockwise surgery for Class II dentofacial deformity diagnosed with Obstructive Sleep Apnea based on Cephalometric Analysis. *The Journal of Craniofacial Surgery*, 28(5), 488-491.

- Kale, B., & Buyukcavus, M. H. (2020). Comparison of three dimensional soft tissue evaluations between skeletal and pseudo class III malocclusions. *Scientific Report, 10*(1).
- Klingenberg, C. P. (2009). Morphometric integration and modularity in configurations of landmarks: tools for evaluating a priori hypotheses. *Evolution & Development, 11*(4), 405-421.
- Klingenberg, C. P. (2016). Size, shape, and form: concepts of allometry. *Development Genes and Evolution, 226*, 113-137.
- Kurkcuoglu, A., Pelin, C., Ozener, B., Zagyapan, R., Sahinoglu, Z., & Yazıcı, A. C. (2011). Facial soft tissue thickness in individuals with different occlusion patterns in adult Turkish subjects. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology, 62*, 288-297.
- Langley, N. R. (2016). *Data collection procedures for forensic skeletal material 2.0*. University of Tennessee and Lincoln Memorial University.
- Li, C., Cai, Y., Chen, S., & Chen, F. (2016). Classification and characterization of class III malocclusion in Chinese individuals. *Head and Face Medicine, 12*(1).
- López, B., Toro, V., Schilling, A., & Suazo, I. (2012). Nasal Profile Assessment Using Geometric Morphometrics in a Sample of Chilean Population. Clinical and Forensic Implications. *International Journal of Morphology, 30*(1), 302-308.
- Maetevorakul, S., & Viteporn, S. (2016). Factors influencing soft tissue profile changes following orthodontic treatment in patients with Class II Division 1 malocclusion. *Progress in Orthodontics, 17*.
- Maget, A. O. (2016). Classification of Skeletal and Dental Malocclusion: Revisited. *Stomatology Edu Journal, 3*(2), 38-44.

- Manthey, L., & Ousley, S. (2020). Geometric Morphometrics. En S. A. Obertová Z, *Statistics and Probability in Forensic Anthropology* (págs. 289-298). Knoxville: Elsevier.
- Mardones, M., Bravo, R., Gunckel, R., Córdova, L., & Torres, C. (2020). Resultados posoperatorios y satisfacción en pacientes operados de cirugía ortognática durante los años 2011-2018 en Hospital San José, Chile. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 453-460.
- Mendes de Paula Gomes, A., Saliba Garbin, C. A., da Silva Ferraz, F. W., Adas Saliba, T., & Isper Garbin, A. J. (2019). Dentofacial Deformities and Implications on Quality of Life: A Presurgical Multifactorial Analysis in Patients Seeking Orthognathic Surgical Treatment. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 77(2), 401-409.
- Moreddu, E., Puymerrail, L., Michel, J., Achache, M., Dessi, P., & Adalian, P. (2013). Morphometric measurements and sexual dimorphism of the piriform aperture in adults. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 35(10), 917-924.
- Nehra, K., & Sharma, V. (2009). Nasal morphology as an indicator of vertical maxillary skeletal pattern. *Journal of Orthodontics*, 36(3), 160-166.
- Nocera Quezada, A. M. (2020). Forma Facial en individuos que ejercen distintas magnitudes de fuerza de mordida máxima. Estudio mediante morfometría geométrica. Santiago.
- Norton, N. S. (2018). *Netter. Anatomía de cabeza y cuello para odontólogos*. Barcelona: Elsevier.
- Patel, R. G. (2017). Nasal Anatomy and Function. *Facial Plast Surg*, 33, 3–8.
- Perović, T. (2017). The Influence of Class II Division 2 Malocclusions on the Harmony of the Human Face Profile. *Medical Science Monitor*, 23, 5589-5598.
- Posnick, J. C. (2014). *Orthognathic Surgery Principles and Practice*. Philadelphia: Elsevier.

- Posnick, J., Choi, E., Adachie, A., & Thomas, T. (2015). Correction of Symptomatic Chronic Nasal Airway Obstruction in Conjunction With Bimaxillary Orthognathic Surgery: Does It Complicate Recovery and Is It Effective? *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 1-11.
- Ravelo, V., Sigua-Rodriguez, E. A., Haidar, Z. S., Brito, L., Parra, M., & Olate, S. (2021). Impact of facial bone deformity on nasal shape. *Plastic and Aesthetic Research*, 8(19).
- Robison, J. M., Rinchuse, D. J., & Zullo, T. G. (1989). Relationship of skeletal pattern and nasal form. *American Journal of Orthodontics*, 89(6), 499-506.
- Rouvière, H., & Delmas, A. (2005). *Anatomía humana: descriptiva, topográfica y funcional* (11a ed.). Barcelona: Elsevier Masson.
- Ruslin, M., Forouzanfar, T., Astuti, I. A., Soemantrid, E. S., & Tuinzing, D. B. (2015). The epidemiology, treatment, and complication of dentofacial deformities in an Indonesian population: A 21-year analysis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology*, 27, 601-607.
- Sadler, T. W. (2019). *Langman Embriología médica*. Barcelona: Wolters Kluwer.
- Sperber, G. H., & Sperber, S. M. (2022). *Aesthetic Surgery of the Facial Skeleton*. Washington, DC: Elsevier.
- Steiner, C. C. (1953). Cephalometrics for you and me. *American Journal of Orthodontics*, 39(10), 729-755.
- Takano-Yamamoto, T., & Kuroda, S. (2009). Diagnostic et traitement de patients adultes présentant une asymétrie faciale. *L'Orthodontie Française*, 80, 313–329.
- Tanikawa, C., & Takada, K. (2014). Objective classification of nose–lip–chin profiles and their relation to dentoskeletal traits. *Orthodontics & Craniofacial Research*, 17, 223-238.

- Toro Ibacache, M. V., 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), 997-990.
- Villa, J., Brito, L., Parra, M., Navarro, P., de Moraes, M., & Olate, S. (2020). Nasal Septum Deviation and Inferior Nasal Concha Bone Hypertrophy in Class III Facial Deformity. *International Journal of Morphology*, 38(6), 1544-1548.
- Won, T.-B. (2018). Hump Nose Correction in Asians. *Facial Plastic Surgery Clinics of North America*, 26(3), 357–366.
- Zelditch, M., Swiderski, D., & Sheets, D. (2012). *Geometric Morphometrics for Biologists*. Nueva York: Elsevier.
- Zhang , W., & Yelick, P. C. (2018). Craniofacial Tissue Engineering. *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 8(1), 1-19.

9. ANEXOS Y APÉNDICES

A. Código DIFO asignado al proyecto por la Dirección de Investigación de



Santiago, 23 de abril de 2020

CÓDIGO DIFO N° 2020/004

MAT.: Asigna Código DIFO - Proyecto PRI-ODO.

Profesora
Dra. Viviana Toro I.
 Investigadora Alterna PRI-ODO
 Instituto de Investigación en Ciencias Odontológicas
 Facultad de Odontología
PRESENTE

Estimada Dra. Toro:

Informo a usted que con fecha de Registro de Inscripción **23 de abril de 2020**, la Dirección de Investigación ha Asignado Código DIFO a su Proyecto de Investigación titulado: “**Estudio Morfológico y Funcional en Anomalías y Malformaciones Cráneo Faciales**”, cuyo Investigador Principal es el Dr. Sebastián Espinoza Sánchez, del Hospital Sótero del Río

Código de Inscripción en la Dirección de Investigación:

PRI-ODO 2020 PRI-ODO CÓDIGO DIFO: 2020/004

Este proyecto cuenta con:

1. Carta del Director de Departamento (Inv. Responsable o Alterno).	Si	No	N/A
2. Certificado de Aprobación del Comité de Ética de la Facultad o Externo.	Si	No	N/A
3. Certificado de Aprobación del Comité de Bioseguridad.	Si	No	N/A

A partir de la fecha de registro de este proyecto, deberá considerar el periodo de duración de 18 meses del mismo, con extensión de 6 meses más si así lo requiriera, en carta formal dirigida a la DIFO, por lo tanto, la:

Fecha Entrega Informe Final:	23 de octubre 2021
------------------------------	---------------------------

Usted deberá hacer llegar a la Dirección de Investigación el Informe Final del Proyecto en el Formulario ad-hoc, que encontrará en la página Web de la Facultad, en el enlace de INVESTIGACIÓN:

<http://odontologia.uchile.cl/investigación/formularios>

Saluda atentamente a usted,



Dr. Alfredo Molina Berrios
 Director de Investigación
 Facultad de Odontología - Universidad de Chile

la Facultad de Odontología de la Universidad de Chile.

B. Aprobación ejecutiva del proyecto por el Comité ético-científico del Servicio de Salud Metropolitano Sur Oriente.

*SERVICIO DE SALUD METROPOLITANO SUR ORIENTE
COMITE ETICO-CIENTIFICO*

Santiago, 26 de marzo del 2020

APROBACIÓN EJECUTIVA

Este Comité ha revisado el trabajo del Dr. Sebastian Espinosa. Centro Hospital Dr. Sótero del Río: " **Estudio Morfológico y Funcional en Desarmonías y Malformaciones Craneofaciales** " Se trata de un trabajo retrospectivo., pero se mantiene la confidencialidad de los datos sensibles; y no se muestran fotos que permitieran identificar al paciente.

Teniendo presente lo anterior, este Comité considera que no hay objeciones éticas para su presentación a Reuniones o Congresos, como también para su comunicación en Revistas de carácter científico.



Dr. Patricio Michaud Ch
Presidente
Comité de Evaluación Ético científico
S.S.M.S.O.



CC. Archivo