



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Biometría Craneofacial en niños de 0-3 años Un estudio longitudinal - Caso Colombia**

**Laila Yaned González Bejarano**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Odontología, Departamento de Salud Oral  
Maestría en Odontología  
Bogotá, D.C., Colombia  
2013

# **Biometría Craneofacial en niños de 0-3 años. Un estudio longitudinal-Caso Colombia**

**Laila Yaned González Bejarano**

Tesis de Maestría presentada como requisito parcial para optar el título de  
**Magister en Odontología**

Directora:  
Clementina Infante Contreras DD,  
Profesora Titular Universidad Nacional de Colombia

Codirector:  
Luis Alberto López Pérez Estadístico, MSc, PhD.  
Profesor Titular Universidad Nacional de Colombia

Asesora: Berta Cecilia Benavides Pinto Fonoaudióloga,

Línea de Investigación  
**Biometría Craneofacial**  
**Grupo de Investigación en Crecimiento y Desarrollo Craneofacial**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Odontología, Departamento de Salud Oral  
Maestría en Odontología  
Bogotá D.C., Colombia  
2013

**Dedicatoria:**

A mi hijo Santiago, el motor de mi vida  
A mi esposo por todo su apoyo y paciencia  
A mis Padres y hermanas por su amor y  
ayuda incondicional

“El hombre encuentra a Dios detrás de  
cada puerta que la ciencia logra abrir.”

Albert Einstein



## **Agradecimientos**

A las Directivas de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia por su apoyo para poder cumplir este objetivo fundamental en mi formación académica y docente.

A cada una de las entidades que facilitaron el desarrollo de esta investigación:

**Secretaría de Integración Social**

**Red de jardines infantiles de la localidad de Usaquén**

**Dirección de Bienestar, Jardín Infantil y Servicio de salud UNISALUD de la Universidad Nacional de Colombia**

**Fundación HOMI Hospital pediátrico de la Misericordia.**

A la Profesora Clementina Infante Contreras, Directora de la tesis, por sus enseñanzas, dedicación, sabiduría y tenacidad para sacar este proyecto adelante. Gracias por abrirme las puertas e invitarme a explorar y conquistar un nuevo camino fundamental en mi formación profesional “La Investigación”.

Al Profesor Luis Alberto López, Codirector, por sus valiosos aportes y enseñanzas. Gracias por hacerme comprender la importancia de la estadística y su aplicación especialmente en el área de la salud.

A la Profesora Berta Cecilia Benavides por su asesoría en el área de fonoaudiología. A todas aquellas personas que me colaboraron directamente con su trabajo para poder desarrollar este proyecto.

A todos mis colegas Estomatólogos Pediatras, familiares y amigos que siempre estuvieron pendientes y estuvieron prestos a brindarme su apoyo.

## Resumen

El crecimiento es un indicador global de salud y es prioridad monitorearlo en los primeros años de vida, por ser la etapa más vulnerable a influencias del entorno. Las estructuras craneofaciales aportan información tanto del desarrollo cerebral como de condiciones físicas, permitiendo evaluar cambios y detectar alteraciones tempranas.

El objetivo de este estudio fue identificar patrones de crecimiento craneofacial infantil incluyendo la talla/longitud y el peso como covariables, en un contexto ecogeográfico, socioeconómico, de bienestar y función motora oral para establecer sus relaciones. 265 niños (116 niñas, 149 niños) colombianos, residentes en Bogotá, de 0 a 36 meses de edad fueron medidos cada 3 meses durante un año. Se distribuyó la muestra en tres grupos de edad por meses; G1: (0-12], G2: (12–24] y G3: (24–36) teniendo en cuenta las etapas de desarrollo infantil. Sobre datos de variables explicadas y explicativas se realizaron análisis estadísticos descriptivos y exploratorios, de agrupación, clasificación, correlación. Se utilizaron los modelos longitudinales mixtos para la construcción de curvas de crecimiento y los árboles de regresión para la asociación entre variables explicadas y explicativas. El Software estadístico empleado fue R 2.15.1 y SAS 9.1.

Los resultados mostraron que no hubo diferencia estadística significativa entre mediciones inter e intraexaminador. La distribución de variables cuantitativas fue normal y homocedástica. Se ajustaron seis modelos de crecimiento a partir de los modelos longitudinales mixtos. Las variables explicativas más influyentes en el crecimiento craneofacial fueron: lactancia materna, el departamento de nacimiento de los abuelos, el peso al nacer y la escolaridad de padres. Respecto a dichas variables, en la muestra utilizada en este estudio se encontró que el 97.7% de los niños nacieron en Bogotá, el 80.2% de padres y 75.2% de abuelos nacieron en la región cundiboyacense. Predominaron los estratos 2 y 3 y los ingresos entre 1 y 2 SSMV en todos los grupos G1, G2 y G3 de edad; mientras que casi la totalidad de los niños medidos (98.2%) tuvo lactancia materna durante los primeros 6 meses.

La metodología utilizada permite entender la particularidad del comportamiento del crecimiento craneofacial infantil y analizar datos con estructura de dependencia y desbalance. Los patrones de crecimiento mostraron mayor pendiente de crecimiento en la etapa de 0 a 12 meses, favorecida por las condiciones ecogeográficas, socioeconómicas, de bienestar y funcionales orales. Las asociaciones de variables mostraron 4 categorías jerárquicas de variables influyentes en el crecimiento craneofacial: funcionales orales, ecogeográficas, bienestar y socioeconómicas.

**Palabras clave:** antropometría, crecimiento y desarrollo, curvas de crecimiento, estándares de referencia, Infancia, cuidado de salud, estudios longitudinales, modelos de regresión.

# **Craniofacial Biometry children 0-3 years. A longitudinal study-case Colombia**

## **Summary**

The Growth is a global indicator of health and monitor it priority in the early years of life, as the stage most vulnerable to environmental influences. The craniofacial structures provide information both brain development and physical conditions, allowing to evaluate changes and detect early alterations.

The aim of this study was to identify child craniofacial growth patterns including the length / height and weight as covariates, in a context ecogeographical, socio-economic, welfare and oral motor function to establish their relationships. 265 children (116 girls, 149 boys) Colombian residents Bogota, from 0-36 months of age were measured every three months for one year. Sample was distributed in three age groups for months; G1: (0-12], G2: (12-24] and G3: (24-36) taking into account the stages of child development. Explained on variable data and statistical analyzes were performed explanatory descriptive and exploratory, clustering, classification, correlation. Longitudinal models were used to construct mixed growth curves and regression trees for the association between explained and explanatory variables. The statistical software used was R 2.15 SAS 0.1 and 9.1.

The results showed no statistically significant difference between inter-and intra-examiner measurements. The distribution of quantitative variables was normal and homoscedastic. Six models were adjusted growth from longitudinal mixed models. The explanatory variables most influential in craniofacial growth were breastfeeding, the department of birth of grandparents, birth weight and parents' schooling. With respect to these variables, in the sample used in this study found that 97.7% of children born in Bogota, 80.2% of parents and 75.2% of grandparents were born in the region cundiboyacense. Predominant strata 2 and 3 and income between 1 and 2 SSMV in all groups G1, G2 and G3 of age, while almost all children measured (98.2%) had breastfed for the first 6 months.

The methodology allows us to understand the particular child craniofacial growth behavior and analyze data dependence structure and imbalance. Growth patterns showed steeper growth stage 0-12 months ecogeographical favored by conditions, socioeconomic, and functional oral wellness. The associations hierarchical variables showed four categories of variables influential craniofacial growth: the oral functional, eco-geographical, welfare and socio-economic.

**Key words:** anthropometry, growth and development, growth curves, reference standards, infancy, healthcare, longitudinal studies, regression models.



# Contenido

Resumen.....	VI
Summary.....	VIII
Lista de figuras.....	XI
Lista de tablas.....	XII
Introducción.....	1
1. Marco conceptual.....	5
1.1 Biometría general y craneofacial.....	5
1.2 Crecimiento en la etapa prenatal.....	7
1.3 Crecimiento en la etapa postnatal.....	9
1.3.1 Crecimiento general.....	9
1.3.2 Crecimiento craneofacial.....	9
1.3.3 Relación entre el crecimiento general y craneofacial.....	14
1.4 Factores asociados al crecimiento.....	14
1.4.1 Factores asociados al crecimiento general.....	14
1.4.2 Factores asociados al crecimiento craneofacial.....	18
2. Marco teórico estadístico.....	23
2.1 Generalidades de los estudios longitudinales.....	23
2.2 Modelo longitudinal mixto.....	25
2.3 Árboles de regresión.....	28
3. Contexto ecogeográfico – sociodemográfico.....	31
3.1 Perfil sociodemográfico.....	32
3.2 Política de la primera infancia.....	32
4. Materiales y métodos.....	35
4.1 Población.....	35

4.1.1 Criterios de inclusión y exclusión .....	36
4.2 Muestra .....	37
4.3 Métodos .....	38
5. Resultados.....	42
5.1 Error del método.....	42
5.2 Descripción de la muestra .....	43
5.3 Patrones de crecimiento .....	48
5.3.1 Modelo sin grupos.....	48
5.3.2 Modelo con grupos.....	50
5.4 Asociación de variables .....	56
5.4.1 Modelo árboles de regresión .....	56
5.4.2 Resultados a partir de los árboles de regresión .....	57
6. Discusión. ....	66
7. Conclusiones .....	73
8. Aplicaciones clínicas .....	74
9. Recomendaciones .....	75
Referencias Bibliográficas.....	131

## Lista de figuras

Figura 3-1: División administrativa de Bogotá por localidades.....	31
Figura 4-1: Criterios de inclusión y de exclusión.....	36
Figura 4-2: Diagrama de flujo de la muestra.....	37
Figura 4-3: Desarrollo cronológico de la tesis.....	41
Figura 5-1: Tipo de alimentación y edad en meses.....	47
Figura 5-2 Perfiles de la altura craneofacial total.....	48
Figura 5-3: Envelopes sin grupos: Masculino (Izq.) Femenino (Der.).....	49
Figura 5-4: Ajuste del modelo a los datos para los 36 tiempos.....	50
Figura 5-5: Envelopes para G1 Masculino (Izq.) Femenino (Der.).....	51
Figura 5-6: Envelopes para G2 Masculino (Izq.) Femenino (Der.).....	52
Figura 5-7: Envelopes para G3 Masculino (Izq.) Femenino (Der.).....	52
Figura 5-8: Modelos ajustados por grupos: Altura craneofacial total.....	53
Figura 5-9: Árbol CART - Altura Craneofacial Total de niño(a)s de 0 a 6 meses.....	58
Figura 5-10: Árbol CART - Altura Craneofacial Total de niño(a)s de 6 a 24 meses.....	58
Figura 5-11: Árbol CART - Altura Craneofacial Total niño(a)s mayor a 24meses.....	59



## Lista de tablas

Tabla 1-1: Crecimiento alcanzado (%) de la Bóveda craneal por edad y sexo.....	10
Tabla 1-2: Crecimiento alcanzado (%) de la cara por edad y sexo.....	11
Tabla 1-3: Porcentaje de crecimiento craneofacial alcanzado por edad y sexo.....	11
Tabla 2-1: Estructura para la disposición de datos longitudinales.....	24
Tabla 4-1: Distribución de los datos del estudio por género y por grupos de edad.....	38
Tabla 4-2: Variables explicadas craneofaciales.....	39
Tabla 4-3: Clasificación de las Variables explicativas.....	40
Tabla 5-1: Resultado prueba F para cada una de las variables.....	42
Tabla 5-2: Distribución ecogeográfica lugar de nacimiento niños por grupos y sexo.....	43
Tabla 5-3: Distribución ecogeográfica lugar de procedencia niños.....	43
Tabla 5-4: Distribución ecogeográfica lugar de nacimiento grupo familiar.....	43
Tabla 5-5: Distribución lugar de vivienda por localidades de Bogotá.....	44
Tabla 5-6: Distribución de individuos por estrato.....	45
Tabla 5-7: Distribución de individuos por tenencia de vivienda.....	45
Tabla 5-8: Distribución de individuos por ingresos mensuales.....	45
Tabla 5-9: Distribución de individuos por escolaridad de los padres.....	46
Tabla 5-10: Distribución de individuos por ocupación de los padres.....	46
Tabla 5-11: Estimaciones de parámetros y ajuste de modelos (Sin grupos).....	49
Tabla 5-12: Estimaciones de parámetros y ajuste de modelos (Con grupos).....	51
Tabla 5-13: Modelos ajustados para las variables dentro de los grupos.....	53
Tabla 5-14: Distribución de residuales en los tres grupos edad.....	59
Tabla 5-15: Variables explicativas para altura craneofacial total por grupos de edad....	60
Tabla 5-16: Variables generales explicadas y explicativas por grupos de edad.....	61
Tabla 5-17: Variables craneofaciales explicadas y explicativas por grupos de edad.....	61
Tabla 5-18: Variables faciales explicadas y explicativas por grupos de edad.....	63
Tabla 5-19: Variables orales explicadas y explicativas por grupos de edad.....	64

## Lista de Anexos

A. Anexo: Formulario Datos .....	76
B. Anexo: Instructivo de Registro de Variables.....	83
C. Anexo: formato consentimiento informado y cartilla informativa.....	92
D. Anexo: Códigos de Variables .....	97
E. Anexo: Códigos de dietas .....	104
F. Anexo: salidas R Ajuste modelos longitudinales mixtos y gráficos de dispersión. ....	106
G: Anexo: salidas RKward modelos árboles de regresión .....	127

# Introducción

Proteger la salud de los niños en la primera infancia y propiciar un entorno que favorezca su crecimiento y desarrollo de una manera integral, es en general una política perseguida por todos los países, así como una parte importante de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, los cuales se comprometieron en cumplir los 189 países miembros de la Organización de Naciones Unidas (ONU) antes de 2015 (1-5). Teniendo en cuenta que aproximadamente el 11% del total de la población Colombiana se encuentra en el rango de edad de 0 a 5 años, debe ser política y prioridad del Estado cumplir con inversión social suficiente para mejorar las condiciones, y por tanto los indicadores, de la salud infantil en aras de contar con un mejor futuro y desarrollo de los niños (1, 3).

El crecimiento constituye el mejor indicador de salud y debe ser monitoreado desde la gestación (6, 7). En esta etapa se evidencia claramente un aumento en el peso, longitud y velocidad de crecimiento, es decir, cambios condicionados por factores maternos, placentarios y fetales (7, 8). Durante los 3 primeros años de vida, el crecimiento general y craneofacial, el tamaño, la forma y función se atribuye a factores genéticos (9) y ambientales (10). Cuando la malnutrición ocurre durante la gestación y los tres primeros años de vida, se observa una reducción de las dimensiones generales (longitud/talla, peso) (6, 8, 10) y craneofaciales, alteración en la calidad, textura y cronología de la erupción de los dientes (11). Por tal motivo, los niños deben contar con una atención integral y control periódico que permitan detectar tempranamente las alteraciones que puedan presentarse (12-14).

Las mediciones antropométricas como son la longitud, talla, peso y perímetro cefálico se utilizan universalmente como indicadores de salud para cada edad y sexo, y se grafican mediante curvas de crecimiento generalmente obtenidas a partir de patrones de referencia internacional y nacional (14-19). En Colombia se han manejado tres patrones de referencia: los de la National Center for Health Statistics (NCHS) (18), las referencias de crecimiento de la OMS (14, 15, 16) y las curvas de crecimiento colombianas, elaboradas en el 2011 por un grupo de investigadores (19), las cuales no están disponibles aún en su versión completa.

Los estudios de crecimiento craneofacial utilizan diseños transversales y longitudinales, así como la antropometría, para describir los cambios de crecimiento alcanzados. Los diseños transversales han servido para estudiar las variaciones de tamaño y evidenciar los cambios en anchura, profundidad y altura de las estructuras craneofaciales (20-25), los cuales reportan un mayor porcentaje de crecimiento alcanzado al año de edad con relación a los 5 años, siendo mayor en niños que en niñas en la mayoría de las mediciones craneofaciales (22, 23).

Los estudios longitudinales tienen la ventaja de permitir registrar las variaciones de un individuo a través del tiempo (26). Las curvas de crecimiento craneofacial son un ejemplo típico de este tipo de estudios, sin embargo, éstas se encuentran principalmente para individuos mayores de 6 años (27- 29). Para estudiar el comportamiento de dichas curvas, se usan los diseños de estudios longitudinales, modelos estadísticos como el Box- Cox-Power exponencial, por sus sigla en inglés (BCPE) y el método LMS (**L** es indicador de simetría, **M** de mediana y **S** del coeficiente de variación) (30, 31). Una limitación de este último método radica en no poder incorporar un patrón de efectos aleatorios, ni covariables, pues en tanto que solo considera un patrón de efectos fijos, se dificulta evaluar la variabilidad interindividual de las observaciones.

En el marco de los diseños longitudinales, los modelos longitudinales mixtos descritos por varios autores citados por Singer et al (26, 32- 35) permiten modelar datos con estructuras de dependencia y desbalances, incorporando en el modelo los efectos fijos y aleatorios (36, 37), lo que constituye una herramienta valiosa para modelar la relación entre una variable respuesta y las covariables.

Otro aspecto por estudiar, (38, 39), es la influencia en el crecimiento general y craneofacial (variables explicadas) de los factores (variables explicativas) ecogeográficos (40-45), socioeconómicos (46-56), de bienestar (54-57) y funcionales orales como son el tipo de alimentación, los antecedentes de alimentación (58-68) y los hábitos orales (69-78). Los métodos estadísticos utilizados en este tipo de estudios cuando se quiere buscar asociaciones entre variables explicadas y explicativas, son el análisis de varianza (ANOVA) y los métodos de regresión (79,80). Cuando se consideran diversos factores, los árboles de regresión (81- 83) son el método idóneo, porque permite encontrar asociaciones y predecir variables explicativas de una manera sencilla, flexible, de fácil interpretación a partir de estructuras complejas de datos.

Por lo anteriormente mencionado los objetivos de este estudio fueron básicamente dos: primero, caracterizar en niños de 0 a 3 años los patrones de crecimiento craneofacial mediante curvas de crecimiento; en segundo lugar, identificar las asociaciones entre las variables explicadas y explicativas.

La población estudio consistió en niños colombianos de 0 a 3 años, residentes en Bogotá, nacidos y procedentes de cualquier población Colombiana, hijos de padres colombianos, sin antecedentes sistémicos prenatales, perinatales y posnatales, en condiciones de bienestar y alimentación acorde con los protocolos de la OMS (16) y al plan nacional de seguridad alimentaria y nutricional (63).

A través de un diseño longitudinal cuya muestra se distribuyó en tres grupos de edad por meses, G1: (0 a 12], G2: (12 a 24], G3: (24 a 36) teniendo en cuenta las etapas de crecimiento y desarrollo de los niños en la infancia temprana (4, 5, 16, 67, 84-92), a cada niño se le tomaron datos de mediciones tanto antropométricas generales (longitud/talla y peso) y craneofaciales cada 3 meses, durante un año, como de variables explicativas.

Se calculó el error del método intraobservador (error aleatorio) e interobservador (error sistemático) por medio de una prueba F con dos factores (tiempo y observador), con un nivel de confianza del 95% (93).



---

Se aplicaron dos métodos estadísticos: los modelos longitudinales mixtos para la construcción de curvas de crecimiento craneofacial y los árboles de regresión para la asociación entre las variables explicadas y explicativas.

Los resultados mostraron la utilidad de los modelos longitudinales mixtos para describir el comportamiento del crecimiento craneofacial en niños de 0 a 3 años y la variabilidad interindividual. La mayor pendiente de crecimiento fue de 0 a 12 meses. Se pudo identificar un dimorfismo sexual que se mantuvo hasta los 3 años, predominando las mayores mediciones en los niños, en cada una de las variables.

Se encontraron cuatro categorías jerárquicas de variables influyentes que explicaron el crecimiento craneofacial, las cuales se clasificaron en funcionales orales (lactancia materna, tipo de alimentación, erupción dental), ecogeográficas (lugar de nacimiento de padres y abuelos), bienestar (peso y talla al nacer) y socioeconómicas (escolaridad de los padres, estrato, ingresos y vivienda). La cantidad de variables influyentes aumentaron con la edad acorde con las etapas de desarrollo del niño.

Por lo anterior, el crecimiento craneofacial en etapas tempranas no debe modelarse como un modelo único, puesto que varía con la edad, el sexo, la actividad motora funcional oral y las influencias del entorno.

Los modelos longitudinales mixtos y los árboles de regresión resultaron ser herramientas estadísticas apropiadas para estudiar el crecimiento y cumplir con los objetivos propuestos. Con base en los resultados de este estudio, se recomienda operacionalizar los modelos de curvas de crecimiento para poder ser utilizados cotidianamente y realizar estudios comparativos con los métodos actuales. Además, es conveniente ampliar la muestra hasta los cinco años y tomar otras poblaciones dentro del territorio nacional para tener referentes nacionales.



# 1. Marco conceptual

## 1.1 Biometría general y craneofacial

El término biometría proviene del griego “bio” (vida) y “metron” (medida). Se refiere a los métodos utilizados para identificar a las personas a través de sus características fisiológicas y de comportamiento (16,17). La antropometría es una técnica de medición utilizada en estudios de biometría general y craneofacial para registrar los cambios de las dimensiones generales (longitud, talla, peso) y craneofaciales de un individuo durante el crecimiento (16-23). La antropometría se ha utilizado ampliamente en investigaciones poblacionales (22, 23, 110-112); por género, grupos étnicos y por edad (110-116). También se ha utilizado en genética para el diagnóstico de síndromes y la evaluación de niños con características dismórficas (117), en investigación forense, en antropología (118) y en cirugía reconstructiva (119).

Las investigaciones craneofaciales en edades tempranas se realizan tanto con estudios longitudinales como transversales, éstas utilizan la antropometría para describir las variaciones en regiones específicas de la cabeza y de la cara y las relaciones entre cada una de ellas, de tal manera que se puedan conocer patrones de crecimiento y establecer diferencias con la anormalidad (22, 23). Otras técnicas de medición comunes realizadas en investigación craneofacial son realizadas sobre radiografías cefalométricas (120, 121) la estereofotogrametría, la morfometría, el escáner y los análisis computarizados de imágenes en 2D y 3D (122, 123).

Históricamente los estudios de crecimiento se han enmarcado en tres enfoques: descriptivo, cuantitativo y prescriptivo. A partir del siglo XVIII y durante el siglo XIX se reportan los primeros estudios de crecimiento longitudinal y transversal y se introducen métodos estadísticos para su interpretación con relación a la variabilidad y heredabilidad. Durante el siglo XX y XXI surgen los movimientos en pro del bienestar infantil y el desarrollo de la demografía, basados en la integralidad y la multidisciplinariedad (46).

Los estudios longitudinales de crecimiento general más destacados en los siglos XX y XXI por su metodología y realización en edades tempranas son el estudio de Aberdeen (124), el de Salud Infantil de Oxford (125) y el de Harpenden (126) entre otros.

En relación con los estudios que han servido como referencia mundial para describir el crecimiento general, evaluar el bienestar y las condiciones nutricionales de la población infantil se encuentran el estudio del National Center for Health Statistics (NCHS) (18) y el Estudio Multicéntrico 2006 de la OMS (Organización Mundial de la Salud) (14,15).

El estudio del National Center for Health Statistics (NCHS) se basó en datos longitudinales del Instituto de Investigaciones Fels de Ohio, EEUU (18). Éste se realizó en niños menores de 2 años, descendientes de europeos, alimentados con sucedáneos de la leche materna, residentes en una zona geográfica limitada y de estratos socioeconómicos altos. Se ha cuestionado su uso como patrón de referencia porque las condiciones ecogeográficas, nutricionales y socioeconómicas de los niños de la muestra no son extrapolables a la población infantil mundial (15,16).

El estudio Multicéntrico de las Referencias de Crecimiento (MGRS) de la OMS (14,15), es el nuevo Patrón de referencia adoptado mundialmente. La muestra consistió en 8500 niños de 6 países del mundo: Brasil, Ghana, India, Noruega, Omán y Estados Unidos. La metodología se basó en un estudio longitudinal de niños de 0 a 24 meses y un estudio transversal de niños entre 18 y 71 meses. El objetivo fue desarrollar nuevos criterios internacionales de evaluación del crecimiento físico, el estado nutricional y desarrollo motor grueso en niños de 0 a 5 años con un enfoque prescriptivo; es decir “cómo deberían crecer los niños” en condiciones ideales de salud, que reflejen el crecimiento idóneo. “Todos los niños del mundo tienen el mismo potencial de crecimiento si reciben una atención adecuada desde el nacimiento y si se encuentran en condiciones de salud y bienestar adecuados (lactancia materna exclusiva hasta los 6 meses, introducción de alimentación complementaria a partir de los 6 meses), madres no fumadoras antes y durante la gestación. Los resultados mostraron que el efecto de las diferencias étnicas y genéticas en los niños en crecimiento es pequeña comparada con los efectos del medio ambiente. Sin embargo, investigadores como Kow et al, Sarria et al, Casas et al y Zverev y Gondwe citados por Ireton (46), consideran que este tipo de referencias, como normas a alcanzar (WHO Comité Experto, 1995), niegan los conceptos de pluralidad y diversidad, así como la diferencia de los procesos de crecimiento en el tiempo y en el espacio.

Algunos países como Suiza (127), Dinamarca (128), Turquía (129) y Argentina (130) han construido sus propios patrones de crecimiento como indicadores de salud individual y poblacional como soporte para instaurar políticas de salud pública. En Bogotá, Colombia, en 1969 se realizó un estudio transversal (131) de desarrollo y nutrición con 12138 individuos de 0 a 20 años de diferentes niveles educativos, con el fin de obtener tablas de referencia de talla y peso. Sin embargo, los datos no son muy conocidos. Actualmente se manejan los nuevos patrones de referencia de la OMS (Resolución N°2121 del 2010, Ministerio de la Protección Social) y se sabe de la elaboración de patrones de crecimiento nacional por un grupo de investigadores de la Fundación CardioInfantil, el Instituto Karolinska y la Asociación Colombiana de Endocrinología Pediátrica (2011). El diseño del estudio fue longitudinal en niños de 0 a 1 años y de corte transversal en individuos de 1 a 20 años, para un total de 27210 individuos colombianos, nacidos en 4 de las ciudades más importantes del país (Medellín, Bogotá, Cali y Barranquilla). Si bien el objetivo fue contar con referencias nacionales que reflejaran el potencial genético de la población en nuestro entorno, éstas aún no están disponibles (19).

A nivel craneofacial la mayoría de los estudios reportados fueron hechos en población caucásica cuyos datos se han utilizado como referencia para investigaciones; Lapunzina los ha recopilado y adaptado en tablas (132), tales como el estudio de Laestadius et al (1969, EE.UU), Feingold y Bossert (1974, EE.UU), Méhes y Kitzveger (1974, Hungría), Dekaban (1977, EE.UU), Merlob y cols (1984, Israel), Grande Pereda et al. (España, 1993), Farkas et al (Canada, 1994).

En edades tempranas, se reportan algunos estudios longitudinales craneofaciales como los de Brodie (133), y Dekaban (134), quienes describieron el comportamiento del crecimiento en la bóveda y base del cráneo. Los de Farkas (22,23), Hellman (24), Goldstein (25) y Scott (135), describieron el crecimiento facial en las tres dimensiones del espacio; anchura, profundidad y altura.

En Colombia se han realizado los estudios longitudinales de Arboleda C y Buschang P et al, en individuos entre 6 y 17 años (136); el estudio de Botero et al (27), en niños entre 6 y 13 años de la comunidad de Damasco, Antioquia; el estudio de Hurtado y Ríos et al (28), en tres poblaciones colombianas (Belmira, Damasco y Valle de Aburrá) con niños entre 8 y 17 años; y el estudio antropométrico de Schulle UP et al (29), en individuos entre 8 y 17 años, descendientes de raza negra de Belmira Antioquia. Hasta el momento en nuestro país no se encuentran disponibles estudios longitudinales antropométricos de crecimiento craneofacial en la infancia temprana que permitan conocer su comportamiento, variabilidad y los factores que pueden influenciarlo.

## **1.2 Crecimiento en la etapa prenatal**

El crecimiento intrauterino es considerado como determinante para el crecimiento postnatal a corto y largo plazo. Aunque el crecimiento es un proceso continuo que se inicia con la fecundación del óvulo, el ritmo y la velocidad varían a lo largo de la infancia, así como dentro de cada período. Asimismo, no afecta por igual a cada órgano, lo que origina los distintos tipos o patrones de crecimiento (137).

Según Kjaer (138, 139) los patrones de crecimiento y desarrollo prenatal en el proceso de osificación craneofacial siguen una secuencia constante, predominando a nivel facial la mandíbula, el maxilar, el hueso palatino, el vómer, los huesos nasales y el cigomático, entre otros (140).

En el período embrionario, entre la 2ª y la 7ª semana, se observa baja velocidad de crecimiento y marcada diferenciación celular y orgánica. Durante el período fetal de la 8ª a la 40ª semana, se evidencia un aumento en el peso, en la longitud corona talón, en el diámetro biparietal y en la velocidad de crecimiento (6, 138, 141). Después de la organogénesis, el crecimiento craneofacial se caracteriza por un incremento de volumen (139); sin embargo, se ha reportado variación en la forma durante el 2do y 3er trimestre de gestación (21, 140, 141).

Para explicar los cambios de la forma craneofacial en el período fetal, Sardi et al (21) y Morimoto et al (142) realizaron estudios de morfometría geométrica y análisis de componentes principales (ACP) en cráneos secos y fetos respectivamente. Para el primer estudio (21), el cráneo se dividió en componentes estructurales: fosa craneal anterior, media y posterior, estructuras faciales, orbitas, músculos temporal y masetero y estructuras alveolares (dientes, lengua y el paladar). De igual manera, observaron la principal variación en la forma de la bóveda craneal atribuida al crecimiento del cerebro y una pequeña variación en la base craneal, mientras que no observaron variación en la

forma de la cara, lo que sugiere que ésta se establece tempranamente, antes del tercer trimestre de vida prenatal. Los resultados indican que el patrón alométrico del cráneo humano no es una transformación continua simple (142).

Se ha estudiado la influencia de factores condicionantes del crecimiento craneofacial prenatal como los factores maternos: consumo de alcohol y sustancias psicoactivas, tabaquismo, condiciones sistémicas y nutricionales de la madre (7, 8); los factores placentarios y los factores fetales: genéticos, infecciones, etc. (8, 9, 143).

Tanto en el período periconcepcional como en el prenatal, se ha reportado asociación de una deficiente nutrición materna y bajo consumo de ácido fólico y vitaminas B, con riesgo de malformaciones orofaciales. Además, se ha encontrado una alta asociación de la malnutrición fetal con la disminución de las dimensiones craneofaciales y con la calidad y textura de los tejidos dentarios (11). La circunferencia de la cabeza se reduce especialmente si la malnutrición se presenta durante la gestación y en los primeros 3 años de vida (7, 13). Estos hallazgos sugieren la importancia de un diagnóstico craneofacial prenatal, y/o postnatal temprano.

Así mismo, la deficiencia nutricional de la madre está asociada con restricción del crecimiento intrauterino, bajo peso al nacer y alta mortalidad perinatal (3, 6). En Colombia se ha reportado una prevalencia de bajo peso al nacer de 10,9%, correspondiente a más del doble de la que tienen los países con alto nivel de vida (1).

Cuando un niño nace, se debe tener en cuenta la relación entre el peso y la edad gestacional para saber si el peso es el adecuado. Existen varios métodos para la estimación de la edad gestacional y de acuerdo a la estimación obtenida los recién nacidos se clasifican en pretérmino (< a 37 semanas), a término (38 a 40 semanas) y postérmino (> a 40 semanas) (6, 15, 16, 143).

El peso al nacer también puede estar influido por la altitud. A mayor altitud menor peso (10). Este hallazgo plantea la pregunta de si las curvas para el peso al nacer deben ser diferentes a nivel del mar y en lugares de mayor altitud. Durante los últimos cuarenta años, en casi todo el mundo se han utilizado las curvas de Battaglia y Lubchenco (144) para caracterizar el crecimiento de un recién nacido en relación con la edad gestacional. Sin embargo, su uso ha sido cuestionado en países de mayor altitud (145) los cuales han mostrado que estas curvas sobreestiman el número de recién nacidos grandes para la edad gestacional (RNGPEG) y subestiman el número de recién nacidos pequeños para la de edad gestacional (RNPPEG). Por esa razón, países como Chile, Argentina, y Perú han optado por elaborar sus propias curvas y profundizar en el tema de la altitud y su influencia en el crecimiento (145).

---

## 1.3 Crecimiento en la etapa postnatal

### 1.3.1 Crecimiento general

Las mayores tasas de crecimiento somático se producen durante los primeros años de vida. Los niños crecen aproximadamente 10 cm entre los 12 y 24 meses de edad, 8 cm entre 24 y 36 meses y 7 cm entre 36 y 48 meses (16, 17, 146).

En el primer año el peso puede llegar a triplicarse de 3 a 10 kilos. Normalmente, al nacimiento el peso oscila entre 3.000 y 3.200 gramos. Un niño o niña con un peso al nacer menor a 2.500 gramos se considera de bajo peso y con un peso mayor a 4.000 gramos se considera macrosómico. Después del nacimiento, los niños pierden hasta el 10% de peso y vuelven a ganarlo rápidamente después de la tercera semana de vida (12, 14, 15, 137). A pesar de que las dimensiones del cuerpo como la talla y el peso siguen el mismo patrón de crecimiento postnatal durante la infancia, se puede esperar una disminución de las tasas de crecimiento seguida por aumentos durante la adolescencia (146).

### 1.3.2 Crecimiento craneofacial

Al nacer, el esqueleto craneofacial ha alcanzado entre el 30% y el 60% del total de su crecimiento, mientras que el tamaño de la cabeza corresponde a la cuarta parte de la longitud total del cuerpo. Aunque el tamaño del cráneo se incrementa en un 50% después del nacimiento, el esqueleto facial aumentará más de dos veces su tamaño. Esta diferencia en proporciones entre el neurocráneo y el viscerocráneo está asociada con el desarrollo temprano del cerebro y el sistema nervioso central (20, 147, 148).

Cuando el nacimiento es por vía vaginal, la bóveda craneana es asimétrica por la presión del útero o pared vaginal. Cuando la presión es muy fuerte se puede producir un hematoma o inflamación del cuero cabelludo (Caput succedaneum) el cual desaparece en pocos días (143).

El cráneo se agranda por la presión que ejerce el cerebro en crecimiento. Al nacer, las suturas entre los huesos están separadas por las fontanelas, que son espacios membranosos en la bóveda (20, 147, 149). Brodie (133) a través de cefalometrías encontró en niños de 0 a 3 años que al nacimiento la base craneal anterior era mayor que la base craneal posterior y en otro estudio en niños entre los 3 meses y 8 años, encontró que el patrón de crecimiento de la cabeza se establecía al tercer mes de vida. Señaló que con el tiempo, la base del cráneo y el esqueleto facial eran empujados hacia abajo y que los rasgos faciales como el punto orbital, nasal anterior y todos los dientes superiores se desplazaban hacia abajo y hacia adelante del esqueleto facial.

Farkas (22,23), Bhatia y Leighton (120), Dekaban (134), encontraron que a los seis meses el patrón de crecimiento de la bóveda craneana fue mayor en anchura en niñas que en niños en un porcentaje de 79%-75% y en una profundidad de 84.5%-77.2% respectivamente. A los dos años, la profundidad de la bóveda tenía un mayor patrón de crecimiento en las niñas que en los niños (90.4%).

**Tabla 1-1:** Crecimiento alcanzado (%) de la Bóveda craneal por edad y sexo.  
**Según Farkas, Dekaban, Bhatia y Leighton (149)**

Bóveda Antropometría	Edad	Anchura Hombres (eu-eu)	Anchura Mujeres (eu-eu)	Altura Hombres (v-n)	Altura Mujeres (v-n)	Profundidad Hombres (gl-op)	Profundidad Mujeres (gl-op)
	6 meses	75	79	-	-	77.2	84.5
	2 años	89	89	84.6	89	86.3	90.4
	10 años	97.3	97	95	89	95.4	98
	14 años	97	99	97	99	96	95.4
	Adulto	100	100	100	100	100	100

eu: punto eurión v: punto vértex. n: punto nasión gl: punto glabela. Op: punto opistion.

Las tablas 1-1 y 1-2 se tomaron de Infante (140) y representan el concepto anterior tomando la medida de la primera edad reportada como 0% y la última como el 100%.

En la base del cráneo durante los 5 primeros años de vida, la fosa anterior mostró una tasa de crecimiento mayor en niños que en niñas, el cuerpo del esfenoideas, la fosa craneal media y posterior mostraron una tasa de crecimiento mayor en las niñas y un patrón de crecimiento concéntrico en la fosa posterior en ambos sexos. Estos resultados proporcionan nueva información sobre el patrón de crecimiento de las diversas partes de la base del cráneo y se puede utilizar para estudios comparativo de las deformidades que afectan el crecimiento de dichas estructuras (148).

La cara del recién nacido es redonda y plana. Durante el crecimiento, la cara asume una forma más oval, principalmente debido al crecimiento de los maxilares. El perfil es convexo; esta impresión se incrementa por la profundización de los ojos como consecuencia del desarrollo de los rebordes orbitales y el puente de la nariz. (146 -148).

El esqueleto facial aumenta en todas direcciones, el aumento en altura es mayor que en profundidad y anchura. La anchura facial es la primera en alcanzar las tres dimensiones y el esqueleto facial se hace más largo y estrecho del nacimiento a la adultez. El crecimiento anterior de la base del cráneo puede llevar el maxilar hacia adelante y una disminución del ángulo de la base del cráneo puede llevar a la mandíbula hacia atrás. De manera similar, un descenso del maxilar hace que la mandíbula gire hacia atrás. El comportamiento del crecimiento de la altura facial inferior al parecer es más dependiente de la función muscular y de los factores ambientales que interfieren con el paso del aire y la postura de la cabeza. Por tanto, el patrón de crecimiento de la cara es individual, si bien los cambios se producen simultáneamente y son interdependientes (122, 140, 146, 148).

Los patrones de consolidación posnatal, entendida como la secuencia en que las estructuras craneofaciales alcanzan su tamaño adulto, se han propuesto de la siguiente forma: bóveda craneal, base craneal, maxilar, mandíbula y zonas dentoalveolares (140).



**Tabla 1- 2: Crecimiento alcanzado (%) de la cara por edad y sexo. Según Farkas, DeKaban, Bhatia y Leighton (149)**

Antropometría facial	Edad	Anchura Hombres (eu-eu)	Anchura Mujeres (eu-eu)	Altura Hombres (n-Gn)	Altura Mujeres (n-Gn)
	6 meses	70.5	73	57	65.3
	2 años	71.2	75.4	70.2	75.2
	10 años	88	93	84.4	93.3
	14 años	94.2	98.5	91.5	99.4
	Adulto	100	100	100	100

En la tabla 1-2 se puede observar que a los 6 meses la anchura de la cara fue mayor en mujeres que en hombres (73%-70.5%), igual comportamiento en la altura (65.3%-57%). A los 2 años se evidencia el mismo comportamiento, mayor anchura que altura de la cara en mujeres.

Los primeros estudios de Hellman (24) y Goldstein (25) encontraron que el crecimiento craneofacial mostraba cambios pronunciados de tamaño y forma durante los primeros 5 años de vida. Hellman (24) realizó mediciones antropométricas de la cara y encontró que entre los 3 y los 6 años se presenta un mayor crecimiento en profundidad facial y una mayor aceleración del crecimiento facial durante la infancia temprana, seguida por un período de retraso a finales de la infancia (erupción de primeros molares permanentes).

Goldstein (25) describió el crecimiento facial basado en las dimensiones antropométricas; examinó individuos masculinos anualmente a partir de 2,5 a 3,5 años continuando cada dos años hasta los 20,5 y 21,5 años respectivamente. Observó que el crecimiento se completa primero en la cabeza, luego en la anchura de la cara y por último en longitud y profundidad. Encontró un mayor crecimiento de la cabeza y la cara entre 3,5 y 5 años y una desaceleración del crecimiento a partir de los 5 años, en forma continua hasta los 13 años.

Farkas et al (22, 23), estudiaron el comportamiento del crecimiento en 5 regiones específicas de la cabeza y la cara y determinaron el grado de desarrollo alcanzado entre 1-5 años (tabla 1-3) y finalizando a los 18 años de edad. Midiaron el incremento total de crecimiento en (mm) por medio de un estudio transversal antropométrico descriptivo. La muestra fueron 1594 individuos caucásicos, de 1-18 años, con 21 mediciones en 5 regiones craneofaciales: cabeza, cara, orbita, región nasolabial y oído (22).

**Tabla 1-3: Porcentaje (%) de crecimiento craneofacial alcanzado por edad y sexo**

Regiones Craneofaciales		Sexo	Edad	
			1año	5años
Cabeza	Perímetro cefálico	M	87.3	92.4
		F	87.7	95.3
	Altura (v-n)	M	82.8	87.4
		F	85.1	91.3
	Anchura (eu-eu)	M	83.1	91.5
		F	84.5	93.8
	Longitud (g-op)	M	86.3	93.7
		F	87.6	96.7
Anchura frente(ft-ft)	M	70.9	83.6	
	F	72.4	83.8	
Cara	Altura (n-gn)	M	80.6	79.7

		F	77.2	86.3
	Altura facial superior(n-sto)	M	49	79.2
		F	46.5	85.2
	Anchura bicigomática ( zy-zy)	M	81.5	96.7
		F	84.2	95.6
	Anchura cara inferior (go-go)	M	76.2	89.8
		F	74.6	94.1
	Prof. maxilar (t-sn)	M	75.8	84.4
		F	77.3	86.6
	Prof. mandíbula (t-gn)	M	72.3	83
Nasolabial		F	76	86.4
	Altura nariz (n-sn)	M	58.3	73.4
		F	59.7	80.4
	Anchura nariz (al-al)	M	76.4	83.3
		F	82.5	90.8
	Filtrum labial (sn-ls)	M	79.7	91.9
Orbita		F	80.7	96.3
	Intercantal externa (ex-ex)	M	85	85
		F	86.8	86.9
	Intercantal interna (en-en)	M	83	84
	F	85.1	86	

En la tabla 1-3 se presenta los resultados obtenidos en el estudio de Farkas et al, del crecimiento en porcentaje alcanzado al año y los 5 años, de las variables antropométricas de las regiones de la cabeza, cara, nasolabial y de la órbita para sexo masculino y femenino. Al año se observan los mayores incrementos alcanzados en relación con los 5 años. Para ambos sexos el perímetro cefálico y la longitud de la cabeza tuvieron un mayor crecimiento (87.5% y 87%) respectivamente. La anchura bicigomática y altura (n-Gn) de la cara alcanzaron un mayor incremento (96,1%, 78.9%) respectivamente. En la región nasolabial, la anchura de la nariz alcanzó mayor incremento en mujeres (82,5%) que en hombres (76,4%), mientras que la longitud del filtrum labial alcanzó en mujeres 80.7% y en hombres 79.7%. En la Órbita no hubo mucha diferencia entre los porcentajes alcanzados al año y a los 5 años.

#### ▪ Regiones de la cabeza

Anchura de la cabeza (eu-eu): estudios antropométricos (22, 23, 156-158) no encontraron diferencias entre sexos en esta medida. Describieron un incremento entre 1 y 5 años para ambos sexos, a diferencia de Dekaban (142), que encontró valores un poco mayores en hombres que en mujeres.

Anchura de la frente (ft-ft): en algunos tipos de microcefalia se observa una disminución de la anchura de la frente, mientras que en casos de hidrocefalia y algunos síndromes como el de Smith-Lemli-Opitz se puede observar un aumento en la misma. Los estudios han encontrado (22, 23) que al año de vida existe un nivel de desarrollo más bajo para ambos sexos en esta medida, comparado con las otras medidas craneales reportadas.

Altura craneofacial total: Vertex-gnación (v-gn): al año de edad, Farkas et al (22,23) encontraron un moderado nivel de desarrollo (84%) del tamaño alcanzado a los 18 años de edad en ambos sexos. El incremento de crecimiento fue mayor en el sexo masculino que en el femenino.

Longitud antero posterior de la cabeza (gl-op): mostró el segundo nivel más alto de desarrollo en ambos sexos (media 87.1%) comparado con el tamaño adulto (22, 23). Sin embargo, el incremento fue mayor en el sexo masculino, con una diferencia de 5 mm

---

aproximadamente a los 6 meses y al año de edad. A diferencia de los hallazgos anteriores, los datos de Feingold y Bossert (150) no reportaron dimorfismo sexual.

Perímetro cefálico: es una medida indicadora de crecimiento global del cráneo y de sus estructuras internas. Se denomina microcefalia cuando el perímetro cefálico está por debajo de -2,5 desviaciones estándar (DE) y macrocefalia cuando está +2,5 (DE) por encima de la media poblacional (16, 55). Al nacer, el perímetro cefálico tiene una medida de 33 cm y a los 3 años de edad alcanza 50 cm. A los 4 años prácticamente se completa su crecimiento (150). El crecimiento al primer año, alcanzó un mayor nivel de desarrollo (87.5%) en ambos sexos en relación a su tamaño adulto. Entre 1 y 5 años de edad las medias fueron mayores en el sexo masculino, con una diferencia de 0,5 a 10 mm aproximadamente (22,23).

▪ Regiones faciales:

Los puntos de referencia de los tejidos blandos de la cara, están influenciados por la edad, raza y sexo.

Altura facial nasión-gnación (n-gn): al año el crecimiento alcanzó una media de 78,9% en ambos sexos y a los 5 años alcanzó el 83% del tamaño adulto. Se observó un mayor crecimiento en hombres que en mujeres entre 1 y 4 años (22, 23).

Anchura facial-bicigomática (zy-zy): al año el nivel promedio de desarrollo de la cara alcanzó el 82.8% y a los 5 años 96.2% de su tamaño a los 18 años en ambos sexos. Entre 1 y 5 años el incremento de la cara fue mayor en niños que en niñas (15,2% y 11,4% respectivamente) (22, 23).

Anchura facial inferior gonion-gonion (go-go): al año alcanzó el 75.4% y a los 5 años alcanzó el 92% del tamaño alcanzado a los 18 años de edad. Entre 1 y 5 años el mayor incremento fue en niños 19.5% comparado con la niñas cuyo incrementó fue de 13.6% (22, 23).

Profundidad del maxilar tragus-subnasal (t-sn) izquierdo: al año la profundidad del maxilar alcanzó en 76.6% de su tamaño alcanzado a los 18 años en ambos sexos. A los 5 años, se incrementó en 85,5% (22, 23).

Profundidad de la mandíbula tragus-gnación (t-gn): al año, la profundidad de la mandíbula alcanzó 74.2% de su eventual tamaño adulto en ambos sexos, a los 5 años, el desarrollo alcanzó 84.7%. La profundidad de la mandíbula hasta el año tuvo un menor nivel de desarrollo comparado con la profundidad del maxilar y un relativo retrognatismo mandibular. Después del año mostró mayores incrementos (22, 23).

El estudio longitudinal de Scott (141) citado por Farkas (22), mostró hallazgos similares a los de Farkas en el primer año de edad. Encontró que la altura facial anterior al año de edad alcanzaba entre 50% y 66%, y la anchura de la cara entre 76% y 86%. Farkas encontró 67.8% y 72.1% respectivamente para las mismas medidas. Scott y Farkas concluyen que la altura de la cara, la altura facial superior, la anchura facial y las dos medidas de profundidad facial mostraron un mayor crecimiento al año de edad y un crecimiento gradual continuo después de los 5 años.

Tanto el estudio longitudinal de Davenport (151) como los de Farkas (22,23), encontraron que la anchura de la cara (bicigomática) y la anchura de la mandíbula crecen más rápido en edades tempranas.

Región orbital y región nasolabial: al año de edad la anchura intercantal externa, la anchura biocular, la porción cutánea del labio superior y la anchura de la nariz mostraron mayores niveles de desarrollo en comparación con su tamaño adulto para ambos sexos (22, 23).

Gaurav et al (119), midieron niños nacidos en la India, entre 1-4 meses de edad. Encontraron una correlación positiva entre la anchura del filtrum y la anchura de la boca, hallazgo importante para la reconstrucción de niños con hendiduras labiales.

### **1.3.3 Relación entre el crecimiento general y craneofacial**

La mayoría de los estudios de crecimiento utilizados para evaluar la relación entre el crecimiento general y craneofacial se realizan en niños de 5 y 15 años de edad a partir de radiografías cefalométricas. Entre los hallazgos están los reportados por Bishara et al y Sing et al (121, 152), quienes no encontraron relación entre el crecimiento facial vertical, las dimensiones mandibulares y el crecimiento estatural. Hunter et al (153) describieron una evidente correlación al observar picos de crecimiento estatural y craneofacial. Fishman (154) encontró que los picos de crecimiento maxilar y mandibular ocurren más tardíamente que el pico de crecimiento estatural.

En cuanto a los estudios de Nanda et al (113), se encontró que las curvas de crecimiento facial y estatural presentaban características similares. Las curvas que describen la cantidad relativa de crecimiento para las dimensiones de la cara y la altura del cuerpo, muestran una disminución de la tasa de crecimiento entre los 4 y 12 años, seguido por un incremento del crecimiento circumpuberal. El incremento de las curvas de crecimiento absoluto y relativo, mostraron que el máximo crecimiento facial se produjo poco después del pico de la altura del cuerpo.

## **1.4 Factores asociados al crecimiento**

### **1.4.1 Factores asociados al crecimiento general**

*Edad y sexo:* los períodos más rápidos de crecimiento se dan desde el nacimiento hasta los 3 años y en la adolescencia temprana. Al nacer, los hombres son un 1% más grandes que las mujeres y después de la adolescencia los varones normalmente continúan creciendo durante más tiempo que ellas, de modo que en las poblaciones bien alimentadas los hombres en promedio son 11.5-12.5 cm más altos que las mujeres (36,155).

*Factores Genéticos:* la talla es una medida resumen de las condiciones de salud y bienestar durante las dos primeras décadas de la vida. La variación genética claramente explica gran parte de las diferencias en la estatura dentro de cualquier población; sin

embargo, cambios a lo largo de varias décadas y las diferencias entre grupos socioeconómicos en la estatura media, reflejan en gran medida las influencias ambientales (40, 155, 156).

El control genético del crecimiento se hace a través de un mecanismo poligénico, y dentro de él los distintos genes muestran su máxima actividad en distintos períodos de la vida prenatal y la postnatal. Además de un amplio apoyo experimental, en la especie humana prueban este hecho las diferencias raciales, las semejanzas entre poblaciones de un mismo grupo étnico y la concordancia en gemelos monocigóticos (157). La regulación genética de la velocidad de maduración o tempo de crecimiento está regulada por genes independientes a los que controlan la talla y la morfología adulta. Cada niño tiene su propia trayectoria, que cumplirá si se le proporciona la energía necesaria y las condiciones ambientales adecuadas. Después de sufrir una desviación, si cesan las circunstancias que la originaron, se inicia un proceso denominado crecimiento de recuperación (*catch up*), durante el cual la velocidad de crecimiento es, por lo general, de tres a cuatro veces superior a la media correspondiente para esa edad. Cuando se logra alcanzar la curva o canal original, el ritmo se frena de nuevo y se adapta a la trayectoria inicial (137).

*Condiciones socioeconómicas y ambientales:* Tanner en 1981 se enfoca en las condiciones sociales y ambientales (155). A mediados del siglo XX, predominan los estudios de la influencia de la temperatura (115), de la migración, (40, 155,156), de las estaciones (40, 155), de adaptabilidad biológica humana, hipótesis planteada por Baker (56), la salud y enfermedad (157, 158) e influencia de la altitud (40, 42).

El estudio de las influencias ambientales sobre el crecimiento se ha centrado en factores sociales: condiciones familiares, tamaño de la familia (47-49), edad materna, educación de los padres, estrato, vivienda, condiciones sanitarias, stress psicosocial, (10, 48,49) factores económicos (47), nutricionales (50-57), dieta, consumo de lactancia materna y estado de salud (158-159).

Christiansen et al (49) realizaron un estudio en 164 familias pobres bogotanas. Evaluaron el número de variables relacionadas con el peso y altura de los niños. Mediante análisis de regresión y correlación simple encontraron que la edad de la madre, el tamaño de la familia, el espacio de tiempo entre los nacimientos y las condiciones sanitarias estaban relacionadas con el peso y la altura independientemente del nivel socioeconómico, el cual influyó en el crecimiento físico como un reflejo de variables relacionadas con gastos en alimentos, hacinamiento, nivel cultural de los padres y de los hijos.

Los factores socioeconómicos tuvieron mayor influencia en el estudio de Castro BA, et al (49), quienes realizaron un estudio de corte transversal a partir de un modelo de ecuaciones generalizadas cuyo objetivo fue explorar algunos factores socioeconómicos y su asociación con el retraso del crecimiento en niños menores de 11 años en Antioquia, Colombia. Encontraron que el 18.6% tenían retraso del crecimiento y los factores asociados a ello fueron: el sexo femenino, edades entre 1 y 5 años, jefe de familia con escolaridad menor de 6 años, familias compuestas por más de 5 personas y hogares pobres con las necesidades básicas insatisfechas.

Otro estudio, el de Koopman J et al (55) realizado en Cali, Colombia en una muestra aleatoria de niños en edad preescolar, encontró una fuerte asociación entre las medidas antropométricas (disminución de talla y peso) con las condiciones socioeconómicas de la familia, del vecindario (bajos recursos) y las infecciones entéricas. La disponibilidad familiar de los alimentos, aunque no se relacionó con el crecimiento, sí estuvo fuertemente relacionada con los factores familiares.

Sánchez R, Echeverry J y Pardo R (56) evaluaron, mediante un estudio transversal, la relación entre estado nutricional y algunos factores relacionados con pobreza (diarrea aguda y hacinamiento) en niños menores de 6 años en Bogotá. Encontraron que la diarrea y pobreza, se relacionaban con una condición nutricional deficiente y los perímetros cefálico y braquial podrían ser indicadores de dicha condición.

*Alimentación y nutrición:* el potencial humano para el crecimiento en estatura se puede comprometer en tres aspectos principales: en primer lugar, favoreciendo el crecimiento gracias a la ingesta de nutrientes como la proteína de la leche, importante para el crecimiento en estatura humana, Bogin (40); en segundo lugar, desviando la energía para combatir las enfermedades, ocasionando retardo en el crecimiento o inadecuada absorción de los nutrientes consumidos; y, en tercer lugar, con el aumento de la intensidad de la actividad física disminuyendo las calorías disponibles para el crecimiento (54).

Una adecuada nutrición es deseable no sólo para el bienestar físico, salud y crecimiento de los niños pequeños, sino también para reducir el riesgo de infección, favorecer el desarrollo psicomotor y maximizar el rendimiento escolar. Durante la alimentación complementaria y hasta por lo menos 2 años de edad, la dieta de un niño no debe ser demasiado baja en grasa (porque se puede disminuir la ingesta de energía) o demasiado alta en grasa (porque se puede reducir la densidad de los micronutrientes) (55). La Organización mundial de la salud OMS recomienda que cada país debe utilizar la ingesta recomendada de nutrientes para los lactantes y niños pequeños, basados en la evidencia científica internacional como fundamento de su aporte nutricional y alimentación (14 -16, 53).

En Colombia, el Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF), elaboró las guías alimentarias para la población colombiana menor y mayor de dos años, así como para gestantes y madres en lactancia (53, 63). Las directrices son: lactancia materna exclusiva de 0 a 6 meses, introducir alimentos complementarios a partir de los 6 meses y continuar con la lactancia materna por lo menos hasta los 2 años de edad, vigilar que los alimentos complementarios no reemplacen la leche materna en niños que empiezan a caminar, combinar estrategias para mejorar la alimentación complementaria, aumentar progresivamente la consistencia y variedad de los alimentos, en la medida en que el niño o niña va creciendo, a partir de los 6 meses, dar a los niños de comer alimentos triturados y semisólidos, con alimentos cada vez más consistentes de 6 a 11 meses, e introducir alimentos sólidos a partir de los 8 meses, a los 12 meses incluir todos los alimentos y diversificar la alimentación para mejorar la calidad y aporte de micronutrientes y formar hábitos alimentarios saludables desde temprana edad.

*Lactancia materna:* exclusiva hasta los seis meses, ha sido uno de los parámetros utilizados en la construcción de estándares de crecimiento y se ha demostrado que

---

favorece el crecimiento en longitud de los niños (54, 55). En los países en desarrollo se ha controvertido el efecto favorable de la lactancia materna sobre el crecimiento infantil (ganancia en talla y/o peso) después de los seis meses de edad.

Un estudio longitudinal realizado en una comunidad afro-colombiana en niños entre 5 y 7 meses, con seguimiento hasta los 18 meses, confirmó que la lactancia materna después de los seis meses de vida favoreció la ganancia en longitud y peso de los niños (55). Koopma y col (55) reportaron resultados similares a los encontrados por ellos en estudios realizados en Kenya y Guinea, en niños con lactancia materna después de los 12 meses de edad, y en Senegal y Perú, en niños con lactancia materna por 2 años. Sin embargo este último estudio no reportó ganancia en peso, solo en altura. Resultados contrarios a los estudios mencionados, se presentaron en Sudán, en los cuales la lactancia materna después de los 6 meses estuvo asociada con un mayor peso pero no reportó ganancia en altura.

La práctica de la lactancia materna varía entre las poblaciones y está muy relacionada con el nivel socioeconómico y educativo de las madres. Se ha encontrado una asociación entre un mejor nivel educativo de las madres y mejor condición socioeconómica con mayor tiempo de lactancia, como lo muestran algunos estudios en madres lactantes de Puerto Rico y México (68, 73). Datos contrarios se han encontrado en mujeres surafricanas que cuentan con pocos recursos para la alimentación de sus hijos y los amamantan incluso hasta la edad pre-escolar para suplir las deficiencias alimentarias y nutricionales. (73, 74). La mayoría de los estudios coinciden que cuanto más tiempo esté la madre con el niño, mayor es el tiempo de la lactancia (74, 75).

*Salud:* la nutrición infantil a largo plazo juega un papel muy importante en la prevención del desarrollo de algunas las enfermedades crónicas no transmisibles en los adultos. En los países en desarrollo los déficits de crecimiento son causados por dos factores prevenible: la alimentación inadecuada y las infecciones. En general, las infecciones influyen en el tamaño corporal y el crecimiento a través de efectos sobre el metabolismo y la nutrición (158, 159). Sin embargo, un déficit en el crecimiento no necesariamente es el indicador más sensible de nutrición inadecuada, pues una inadecuada energía marginal, por ejemplo, puede causar una reducción en la actividad física antes de que se afecte el crecimiento (53, 54).

Actualmente se ha hecho énfasis en los estudios de crecimiento relacionados con la adaptación biológica y el crecimiento como indicadores de salud de la población infantil y de la relación entre el crecimiento de los niños y la salud del adulto. A partir de la hipótesis de Baker (57), se ha planteado que existe una correlación entre el peso al nacer y altas tasas de crecimiento en peso al año de vida, con el riesgo de morbilidad en la edad adulta (incidencia de las enfermedades cardiovasculares, hipertensión, apoplejía, diabetes e hiperlipidemia). Su hipótesis se basa en la correlación de las mediciones del peso de los bebés al nacer (un índice de la salud fetal y crecimiento intrauterino) y al año de edad (un índice de su crecimiento en la infancia) con su morbilidad. Dicha hipótesis se ha sustentado en mecanismos que pueden ser observados y probados en animales y en estudios humanos a corto plazo. Estos hallazgos han cambiado el enfoque preventivo en las medidas de salud pública con relación a la interpretación y evaluación del crecimiento intrauterino, el peso al nacer y al primer año de edad.

## 1.4.2 Factores asociados al crecimiento craneofacial

*Factores genéticos:* el crecimiento craneofacial y sus variaciones son el reflejo de las influencias genéticas y ambientales. Estudios en gemelos monocigotos y dicigotos han servido para entender y estimar cuantitativamente la influencia de la herencia sobre la morfología craneofacial (45). Se ha encontrado que la variabilidad de las dimensiones craneofaciales está influenciada por la herencia en todas las dimensiones, excepto en la distancia Gonió-Gonió (Go-Go), al parecer porque la actividad de los músculos maseteros y pterigoideos pueden influir directamente esta dimensión. En promedio las dimensiones mandibulares muestran un componente de variabilidad genética de 66.7%; altura, longitud y anchura mandibular de 82%; y dimensiones craneofaciales Condilion-Gonion (Co-Go), Gonion-Gonion (Go-Go) y Condilion Gnation (Co-Gn) de 73.8% (45).

En una población de gemelos dicigotos de 11 a 21 años, Buretic (45), utilizó marcadores y polimorfismos de ADN para establecer la relación entre la altura del esqueleto facial y la variabilidad genética mediante un análisis multivariado. Encontró influencia del ambiente, efectos de migración, respuesta a estrés climático, selección natural y flujo de genes en términos de plasticidad sobre las distancias craneométricas de estructuras craneofaciales y desarrollo de características craneales.

Desde una perspectiva filogenética y ontogénica, el aspecto más sobresaliente de la región craneofacial es su plasticidad. Un alto nivel de plasticidad implica que los factores ambientales tienen una fuerte influencia sobre un fenotipo particular.

De acuerdo con la hipótesis funcional, los cambios en las estructuras óseas son consecuencia de la influencia de tejidos blandos, cavidades y órganos (matriz funcional). Según dicha hipótesis, el crecimiento de la unidad esquelética no está dado por factores genéticos propios del hueso, sino que resulta de la influencia epigenética que ejerce la matriz funcional sobre el esqueleto (160, 161). Con este modelo, se otorga énfasis a la plasticidad durante el crecimiento y desarrollo craneofacial, a la interacción epigenética entre factores intrínsecos y extrínsecos de las matrices y a la comprensión de que el cráneo está conformado por componentes que varían con relativa independencia entre sí.

Barbeito y Sardi et al (162), analizaron en cráneos secos algunas estructuras craneofaciales: la bóveda craneal formada por varios huesos y una matriz funcional homogénea, así como el maxilar afectado por diversas matrices funcionales. El objetivo fue poner a prueba la hipótesis que postula que durante la ontogenia cambian los patrones de covariación. Los resultados indicaron que, mientras en la bóveda los patrones de covariación no cambiaron durante la ontogenia, en el maxilar sí hubo cambios de los patrones de covariación atribuidos a la influencia de la matriz funcional.

*Factores ecogeográficos:* en Colombia los estudios de etnicidad promovidos por el DANE tienen en cuenta en sus encuestas de análisis poblacional variables como el espacio territorial, la carga fenotípica expresada, las tradiciones culturales y el autorreconocimiento étnico (118). El concepto de razas ha cambiado por los hallazgos reportados de las investigaciones genéticas dentro de un grupo racial y entre diferentes grupos raciales. Las poblaciones mezcladas presentan mayor diversidad alélica, con pocos genes responsables de las características fenotípicas particulares de una



---

población. Las variantes alélicas probablemente son el resultado de una adaptación a las condiciones ecogeográficas de donde habitan los individuos. Teniendo como base el concepto anterior, en relación a la influencia ecogeográfica en el crecimiento craneofacial, los estudios muestran pocas diferencias en las características craneofaciales en grupos humanos residentes por varias generaciones en la misma o similar área geográfica (46, 49, 140).

*El clima:* estudios han referido cambios del tamaño y la forma craneal como forma de adaptación climática, en la cual la forma dolicocefala de un cráneo puede obedecer a una respuesta adaptativa a un clima cálido y seco. Otras formas de adaptación a las condiciones climáticas puede observarse en diferencias de longitud y perímetros de los arcos dentales en niños (41-45).

*Masticación y dieta:* la masticación es una de las funciones adquiridas que se caracteriza por ser condicionada, aprendida y automática. Los patrones de movimiento masticatorio se desarrollan a partir de la erupción de los dientes primarios. Debido a cambios en los estilos de vida y hábitos de alimentación en las familias se tiende a consumir alimentos más blandos y procesados con efectos en el crecimiento de las estructuras craneofaciales y en los músculos de la masticación (162-165).

Los músculos de la masticación son indispensables en el crecimiento. Inician el estímulo y lo transmiten a estructuras adyacentes provocando en estos una respuesta de crecimiento; cuando la función de los músculos de la masticación es estimulada por una dieta sólida, se estimula la arquitectura de las fibras musculares para adaptarse al tipo de función que tiene que realizar. Estudios experimentales en animales (162-166) han conducido a investigar de qué manera la consistencia de la dieta afecta el crecimiento y desarrollo de los huesos craneofaciales. Parten de la hipótesis de que la energía durante la masticación es necesaria para el crecimiento adecuado de los maxilares. Comparan dos grupos de animales que recibieron dieta blanda y dura; los animales con dieta blanda mostraron simultáneamente arco maxilar estrecho y paladar alto. Se observaron diferencias significativas entre los dos grupos y se concluyó que existe un umbral mínimo de estrés necesario para que se produzca un desarrollo craneofacial adecuado.

Las suturas craneales también se vieron afectadas por la dieta. Por medio de radiografías se observaron diferencias en la calcificación de la sutura lambdaidea y sagital. Los animales con dieta blanda tenían un área radiolúcida mucho más amplia en las suturas y menos calcificación dura (164).

Además de examinar los huesos, también examinaron el tamaño de los músculos implicados en la masticación. Encontraron que las ponderaciones para los músculos masetero superficial, masetero profundo y temporal fueron significativamente mayores en el grupo de dieta dura. Se observaron asimismo diferencias en el perfil entre los dos grupos y se encontraron diferencias morfológicas en la forma de la mandíbula, en donde el paladar era relativamente más largo en el grupo de dieta blanda (164, 165).

La alimentación en general, el tipo de dieta, la textura, la consistencia y el tamaño del bolo alimenticio influye en la ejercitación muscular. A mayor dureza del alimento más fuerza ejercida y mayor tonificación (166, 167).

*Nutrición:* el efecto de la malnutrición proteica sobre el crecimiento, el tamaño del cuerpo y el esqueleto craneofacial ha sido estudiado en modelos animales. Un estudio longitudinal en ratas evaluó el efecto de las proteínas y encontró que aquellas ratas alimentadas con una dieta baja en proteínas tenían cráneos más cortos y relativamente más amplios que los controles. Estos resultados sugieren que las exigencias funcionales del viscerocráneo son mayores después del nacimiento y, por lo tanto, éste es más susceptible a perturbaciones epigenéticas tales como el nivel de proteínas en la dieta (168). La desnutrición proteica puede alterar la trayectoria de crecimiento para alcanzar el tamaño adulto.

Fijikami et al (163), en una muestra de niños mexicanos de 6 a 12 años, encontraron retardo en el crecimiento craneofacial y en la erupción dental asociados a deficiencias nutricionales. Infante PF y Owen GM, encontraron asociación positiva entre adecuadas condiciones nutricionales de un niño (ganancia en longitud y peso) con la cronología de la erupción de dientes temporales y el perímetro cefálico. La malnutrición retarda la aparición de centros de osificación, reduce la altura y retarda el desarrollo puberal. Los niños nacidos con bajo peso al nacer y malnutrición fetal tienen riesgo de alteraciones en el desarrollo físico general del niño, con repercusión en el crecimiento y desarrollo craneofacial, retraso en el desarrollo de los centros motores y trastornos en la lectura y el aprendizaje. Además, en la cavidad oral se presentaron retardos en el brote dentario durante el período de dentición mixta temprana, a la vez que trastornos en la erupción dentaria que pueden causar anomalías en la posición de los dientes; de igual manera, la longitud del arco del maxilar se ve afectada en los niños de bajo peso al nacer y con problemas de nutrición, lo cual es un factor de predisposición en las maloclusiones futuras por una mayor tendencia a la discrepancia ósea, además de afectarse la formación del esmalte en donde clínicamente se observan líneas incrementales anormales e hipoplasia del esmalte(21).

*Función motora oral:* otros factores influyentes en el crecimiento craneofacial son las funciones motoras orales que hacen parte del desarrollo motor oral fino adaptativo y están determinadas durante los dos primeros años de vida por el crecimiento y diferenciación del cerebro y el sistema nervioso central, así como de las condiciones del entorno relativas a la nutrición y a la estimulación como resultado de la interacción con los padres, la familia y el entorno ( 94, 171, 172).

Las funciones motoras orales como la succión, consolidada por la lactancia materna, la masticación favorecida por el tipo de dieta (blanda, sólida), la textura y consistencia de los alimentos y los hábitos orales, influyen en el crecimiento craneofacial mediante la actividad de los músculos faciales y periorales que actúan como matrices capsulares sobre las unidades esqueléticas craneofaciales (161). Esta fundamentación conlleva la necesidad de profundizar en los factores que respaldan la hipótesis funcional (función motora oral) y su influencia en el crecimiento craneofacial.

La evolución de los patrones de la motricidad fina (107) y el desarrollo de la función motora oral preceden al desarrollo de las habilidades de auto-alimentación, que a su vez influyen en la ingesta de nutrientes y el crecimiento de los lactantes (87, 105, 106, 108 ). Al principio la boca trabaja como una unidad funcional total, pero en la medida que el niño crece, los movimientos de los maxilares, la lengua y los labios funcionan

---

coordinadamente con movimientos específicos entre grupos musculares que le permiten al niño succionar, deglutir y masticar.

La lactancia materna es una función motora oral ampliamente estudiada por la influencia en el desarrollo craneofacial por la actividad muscular y motora que realiza el niño(a) durante la función de succión y amamantamiento (68-70). Los maxilares tienen un mejor desarrollo, en tanto que la relación anteroposterior y la sobremordida horizontal disminuyen por el adelantamiento de la mandíbula. También se ha estudiado su efecto sobre la disminución del riesgo de mordidas cruzadas posteriores y de hábitos parafuncionales como la succión digital (70-78) cuando la lactancia materna es exclusiva por lo menos hasta los seis meses de edad.

Entre los 4 y los 6 meses postnatal, los niños pasan de lactancia materna exclusiva o leche artificial (alimentos líquidos) a la alimentación complementaria (semisólida y sólida). En esta etapa, los niños aún no alcanzan la posición erguida, por lo que adquieren otro tipo de habilidades motoras, como llevarse las manos a la boca, que llevan a la disociación de movimientos de labios y lengua, permitiéndoles un movimiento vertical que genera un mayor espacio de ubicación para la lengua dentro de la cavidad oral (102, 103).

Al poco tiempo, entre los 8 y los 9 meses, los bebés adquieren habilidades orales sensorio motoras para la aceptación de alimentos más gruesos y grumosos ofrecidos por medio de una cuchara, así como la realización de movimientos débiles de masticación.

Posteriormente, entre los 10 y 12 meses, los niños reciben alimentos de textura sólida, realizan una actividad masticatoria más madura, e intentan llevárselos a la boca, recogiendo pequeños trozos de comida del plato (84, 183, 184). Para este fin, agarran el alimento en forma de pinza con el dedo pulgar y el índice, realizando un acto visomotor cada vez más preciso en aras de lograr una mayor independencia en la alimentación (86). Según Morris (103) a los 6 meses los bebés pueden mover la lengua lateralmente, cuando el alimento se coloca al lado de la boca, de tal manera que aceptan la alimentación con cuchara; a los 8 meses mueven la lengua desde el centro de la boca a los lados y a los 2 años pueden transferir suavemente el bolo alimenticio de la línea media (101). La masticación es otra función que debe tenerse en cuenta para evaluar la función motor oral y se ve favorecida por la erupción dental durante los dos primeros años de vida, de tal manera que entre los 18 y 24 meses el niño logra masticar con movimientos rotatorios debido a la erupción de los molares temporales (99). La estimulación de la masticación también está influenciada por el tipo de dieta, la textura, la consistencia y el tamaño del bolo alimenticio, repercutiendo en la ejercitación muscular. Cuanto mayor sea la dureza del alimento más fuerza ejercida y, por tanto, mayor tonificación y coordinación de movimientos orales. (166, 167).

*Hábitos orales:* con relación a su influencia en el crecimiento y desarrollo craneofacial, la succión no nutritiva (uso del pacificador) y el uso del biberón están asociados con la prevalencia de maloclusiones en niños (76). La persistencia del hábito de succión no nutritiva (succión digital o uso de pacificador o chupo de entretención), después de los 4 años de edad puede favorecer el desarrollo de maloclusiones como la mordida abierta anterior, mordida cruzada posterior, aumento de sobremordida horizontal y relación molar distal y canina clase II en dentición temporal (77). Según el tipo de maloclusión hallada

los hábitos orales, se puede producir un 31% de maloclusión clase I, 19% en deficiencia de espacio, 28% de mordida abierta anterior y 11% de mordida cruzada. La influencia nociva de dichos hábitos depende de la dirección de la fuerza, duración e intensidad de los mismos (78).

De lo anterior se puede concluir que la función motora oral del niño se es un proceso complejo que se consolida postnatalmente, siendo muy vulnerable en los primeros años de vida. Un adecuado desarrollo motor oral funcional favorece el bienestar, la salud, el crecimiento general y craneofacial y la interacción con el entorno.

Desde esta perspectiva, la evaluación debe ser temprana, integral, multidisciplinaria, y propositiva, es decir, con un diagnóstico temprano, seguimiento y manejo oportuno. Dicha evaluación debe contar con acciones preventivas en cada una de las etapas, particularmente en la estimulación, para que tanto las actividades motoras orales como las funciones se puedan realizar acorde con los patrones preestablecidos para ese individuo, teniendo en cuenta la individualidad, variabilidad, las condiciones socioeconómicas y el bienestar general. El odontólogo como profesional de la salud debe participar activamente en este proceso.

## 2. Marco teórico estadístico

### 2.1 Generalidades de los estudios longitudinales

Para estudiar el crecimiento craneofacial es posible modelar el comportamiento de una o más variables respuesta (variables explicadas) por medio de modelos univariados y multivariados. En el contexto estadístico para la recolección de datos se utilizan los estudios transversales y longitudinales (26). En los estudios transversales se realiza una observación en un instante específico del tiempo de una variable respuesta para cada unidad de observación de una muestra seleccionada de la población de interés, mientras que en los estudios longitudinales se realiza una o más observaciones en momentos diferentes del tiempo, de una o más variables respuesta en cada unidad de observación objeto de investigación (niños en este caso).

En el contexto clínico, los estudios longitudinales se utilizan tanto para detectar y diagnosticar los trastornos de crecimiento individual como para determinar las fases de maduración y el patrón de comportamiento que sigue el crecimiento en el tiempo (27, 28, 29). Constituyen una metodología donde la respuesta medida en diferentes tiempos (en nuestro caso), va a estar influida por un conjunto de covariables, las cuales son medidas en forma individual sobre cada una de las unidades de observación (niños). La inclusión de covariables conlleva a la presencia de nuevos parámetros en el modelo (26).

El análisis de los datos longitudinales, a lo largo de la historia de la literatura estadística, según Singer et al (26) ha sido objeto de muchos textos; se cita como referencia principalmente a los siguientes: Goldstein, Duncan & Kalton, Crowder & Hand, Lindsey Diggle, Vonesh & Chinchilli Bruner y Molenberghs & Verbeke (32-37).

Las ventajas principales de los estudios longitudinales son el permitir establecer modelos de crecimiento, en nuestro caso, de tipo craneofacial en grupos de individuos caracterizados por covariables de interés (peso, longitud/talla). La mayor desventaja de estos estudios son los costos, en muchas ocasiones requiere de un gran esfuerzo para garantizar una observación de unidades muestrales en instantes o intervalos de tiempo predeterminados o porque el período de observación puede ser muy largo. Ver más detalles en Singer et al (26).

Bajo datos con distribución normal, cuando se quiere ver asociaciones entre una variable explicada y un conjunto de variables explicativas (predictoras) se hace uso de técnicas

conocidas en la literatura estadística como el análisis de varianza (ANOVA) y los métodos de regresión (79, 80). Sin embargo, cuando se hacen varias mediciones sobre la misma unidad de observación, el uso de métodos basados en datos longitudinales es apropiado (26, 32, 35, 37). En estudios longitudinales, los datos asociados a cada unidad de observación pueden ser expresados en forma de un vector cuyos elementos son los valores de variables explicadas en cada instante de observación o pueden expresarse en forma de una matriz cuyos elementos corresponden a valores de variables explicativas que pueden tener una naturaleza clasificatoria (género, por ejemplo). Dentro de estas variables explicativas algunas pueden variar entre las unidades de observación y son denominadas como covariables dependientes del tiempo como se ilustra en la tabla 2.1

**Tabla 2-1: Estructura para la disposición de datos longitudinales**

Grupo	Individuos	Tiempo				Covariables		
		$t_1$	$t_2$	...	$t_t$	$Z_1$	...	$Z_q$
G1	1	$y_{111}$	$y_{121}$	...	$y_{1t1}$	$Z_{111}$	...	$Z_{1q1}$
	2	$y_{112}$	$y_{122}$	...	$y_{1t2}$	$Z_{112}$	...	$Z_{1q2}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	$n_1$	$y_{11n_1}$	$y_{12n_1}$	...	$y_{1tn_1}$	$Z_{11n_1}$	...	$Z_{1qn_1}$
G2	1	$y_{211}$	$y_{221}$	...	$y_{2t1}$	$Z_{211}$	...	$Z_{2q1}$
	2	$y_{212}$	$y_{222}$	...	$y_{2t2}$	$Z_{212}$	...	$Z_{2q2}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	$n_2$	$y_{21n_2}$	$y_{22n_2}$	...	$y_{2tn_2}$	$Z_{21n_2}$	...	$Z_{2qn_2}$
G3	1	$y_{311}$	$y_{321}$	...	$y_{3t1}$	$Z_{311}$	...	$Z_{3q1}$
	2	$y_{312}$	$y_{322}$	...	$y_{3t2}$	$Z_{312}$	...	$Z_{3q2}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	$n_3$	$y_{31n_3}$	$y_{32n_3}$	...	$y_{3tn_3}$	$Z_{31n_3}$	...	$Z_{3qn_3}$

$$Y_{ijk} \quad i = 1, 2, 3 \text{ Grupos} \quad , \quad j = 1, 2, \dots, t \text{ tiempos};$$

$$, \quad k = 1, \dots, n_{ij} \text{ con } n_{ij} > 0$$

En este estudio se va a tener  $t$  mediciones en el tiempo (4 en nuestro caso) para cada una de las unidades de observación (perfil individual de respuesta), o sea el vector de respuesta para la observación del grupo  $i$  es

$$Y_i = (y_{i1}, \dots, y_{it})^t \tag{2.1}$$

Donde  $Y_{ijk}$  hace referencia a la respuesta asociada al grupo  $i$  devaluado en el tiempo  $j$  ( $j = 1, \dots, t$ ) del  $k$ ésimo individuo.

Como observamos a los individuos en los  $t$  tiempos, entonces se va a tener en cuenta una matriz longitudinal de covarianzas de la forma

$$\Sigma_i = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1t} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2t} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{t1} & \sigma_{t2} & \cdots & \sigma_{tt} \end{pmatrix}$$

Esta matriz se conoce como una matriz no estructurada y va a mantenerse a través de las diferentes variables. Para cada una de las variables medidas en el tiempo (longitud, anchura, altura y profundidad) se va a mantener una matriz de diseño de la forma:

$${}_{p_i}X_t = (x_i^t, \dots, x_{n_i}^t) \quad (2.2)$$

$$\text{Con } X_i^t = (x_{i1}, \dots, x_{it})$$

Siendo que  $X_{ij} = (x_{ij1}, \dots, x_{ijp_i})$  va ser el vector de la variable predictora asociada a la  $i$  – ésima unidad muestral (unidad de observación) de los grupos evaluados en el  $j$  – ésimo tiempo.

## 2.2 Modelo longitudinal mixto

La investigación en crecimiento craneofacial usualmente utiliza los modelos lineales clásicos de análisis de varianza y regresión, presentando dificultades porque no cumplen los supuestos de independencia, normalidad, igualdad de varianzas o incluso linealidad. La modelación de datos en el marco de los modelos lineales mixtos (26, 38) brinda la posibilidad de analizar datos con estructuras de dependencia, desbalances y falta de normalidad. Es posible entonces modelar, de manera flexible, estructuras complejas de datos. Los modelos longitudinales mixtos se adecúan bien en situaciones comunes en los estudios longitudinales de crecimiento craneofacial cuando los intervalos de tiempo no son iguales para todos los individuos o cuando los individuos comienzan las mediciones a diferentes edades presentándose desbalance en los datos.

Los modelos paramétricos de efectos mixtos son una herramienta para modelar la relación entre una variable explicada y las covariables; estos modelos fueron introducidos por Laird y Ware (37). Varios libros se incluyen para resumir los logros teóricos en estas áreas: Jones, Davidian y Giltinan, Bates, Diggle, Liang y Zeger Demidenko citados por Singer constituyen un buen marco de trabajo (26, 32, 35).

Según Singer el modelo se puede escribir como:

$$y_i = X_i \beta + Z_i b_i + e_i \quad (2.3)$$

Donde  $y_i$  y  $e_i$  son, respectivamente, los vectores de respuestas y los errores de medición para el  $i$  –ésimo sujeto,  $\beta$  y  $b_i$  son respectivamente los vectores de efectos fijos (parámetros de la población) y efectos aleatorios (parámetros individuales) y  $X_i$  y  $Z_i$  son las matrices de diseño asociadas a los efectos fijos y a los efectos aleatorios, estas matrices se supone conocidas en el modelo (2.3).

$\mathbf{y}_i = (y_{i1}, \dots, y_{ip_i})^t$  con dimensiones  $(p_i \times 1)$  representa un perfil de respuesta de la  $i$ -ésima unidad muestral,  $\boldsymbol{\beta}$  es un vector con dimensiones  $(t \times 1)$  de parámetros (efectos fijos) o parámetros de localización desconocidos,  $\mathbf{X}_i = (X_{i1}, \dots, X_{im})$  es una matriz de especificación de efectos fijos con dimensiones  $(p_i \times t)$  conocidas, en donde

$x_{ij} = (x_{ij1}, \dots, x_{ijp_i})^t$  representa un vector con los  $p_i$  valores de  $j$ -ésima variable independiente ( $j = 1, \dots, m$ ) para la  $i$ -ésima unidad muestral,  $\mathbf{b}_i$  es un vector con dimensiones  $(q \times 1)$  de variables latentes, comúnmente denominadas de efectos aleatorios, que reflejan un comportamiento individual de la  $i$ -ésima unidad muestral,  $\mathbf{Z}_i$ , es una matriz de especificación de efectos aleatorios (con dimensiones  $p_i \times q$ ),  $\mathbf{e}_i$  es un vector de errores aleatorios con dimensiones  $(p_i \times 1)$ .

En muchos casos es razonable asumir para efectos de hacer inferencia que  $\mathbf{b}_i \sim N_q(\mathbf{0}, \mathbf{G})$  y  $\mathbf{e}_i \sim N_{p_i}(\mathbf{0}, \mathbf{R}_i)$  y que  $\mathbf{G}$ , con dimensiones  $(q \times q)$  y  $\mathbf{R}_i$  con dimensiones  $(p_i \times p_i)$  son matrices simétricas definidas positivas y además  $\mathbf{b}_i$  y  $\mathbf{e}_i$  son variables aleatorias independientes.

En el modelo (2.1), un vector respuesta asociado a  $i$ -ésima unidad muestral tiene distribución normal multivariada con vector de medias y matriz de covarianzas respectivamente dado por

$$E(\mathbf{y}_i) = \mathbf{X}_i \boldsymbol{\beta} \quad (2.4)$$

$$V(\mathbf{y}_i) = \mathbf{V}_i = \mathbf{Z}_i \mathbf{G} \mathbf{Z}_i^t + \mathbf{R}_i \quad (2.5)$$

Como las matrices  $\mathbf{R}_i$  y  $\mathbf{G}$  son funciones conocidas de  $m_1$  y  $m_2$  parámetros desconocidos, respectivamente, en otras palabras,  $\mathbf{G} = \mathbf{G}(\boldsymbol{\theta}_1)$  y  $\mathbf{R}_i = \mathbf{R}_i(\boldsymbol{\theta}_2)$ , de modo que una matriz de covarianza para  $i$ -ésima unidad muestral,  $\mathbf{V}_i = \mathbf{V}_i(\boldsymbol{\theta})$ , dependerá del vector de parámetros

$$\boldsymbol{\theta} = (\boldsymbol{\theta}_1^t, \boldsymbol{\theta}_2^t)^t \quad (2.6)$$

- Modelos para estructura de Covarianza

En general un modelo con matriz de Covarianzas  $\mathbf{V}_i$  depende de cómo se obtuvieron las observaciones y del conocimiento sobre el mecanismo generador de éstas, como lo anota Diggle et al (32). Ellos refieren que la matriz de covarianza debe ser suficientemente flexible para incluir por lo menos tres fuentes diferentes de variación aleatoria, incluyendo: una variación derivada de efectos aleatorios, cuando las unidades de investigación forman una muestra aleatoria de la población de interés, una variación que pueda ser explicada por correlación serial en la que se esperan observaciones próximas más fuertemente correlacionadas que las observaciones más distantes y variaciones debidas a errores de medida. En el contexto de los modelos longitudinales mixtos, una covarianza entre las observaciones obtenidas en una misma unidad muestral, puede ser modelada indirectamente por medio de efectos aleatorios,  $\mathbf{b}_i$ , que representa una variabilidad entre las unidades muestrales, directamente por medio de la matriz  $\mathbf{R}_i$ , que representa una matriz de efectos aleatorios de observaciones intraunidades muestrales como los modelos lineales usuales, o como una combinación de  $\mathbf{b}_i$  y  $\mathbf{R}_i$ , como sugieren Vonesh y Chinchilli, citados por Singer, permitiendo de esta manera incluir una estructura de covarianza en las tres fuentes de variación: los efectos



aleatorios, y una variación debida a errores de medida, una matriz  $\mathbf{G}$  y una correlación serial, en la matriz  $\mathbf{R}_i$  (26).

Entre las posibles estructuras de covarianza descritas en la literatura estadística pueden estar las definidas a través de la estructura temporal o longitudinal y se clasifican en: no estructurada (NE), de estructura uniforme, estructura basada en efectos aleatorios, estructura Toeplitz, autorregresiva, compuesta simétrica, entre otras (26).

En esta investigación se trabajó con una matriz de Covarianza No Estructurada (NE) la cual tiene la siguiente forma:

$$\mathbf{V}_i(\boldsymbol{\theta}) = \begin{bmatrix} \sigma^2_1 & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \sigma_{14} \\ \sigma_{12} & \sigma^2_2 & \sigma_{23} & \sigma_{24} \\ \sigma_{13} & \sigma_{23} & \sigma^2_3 & \sigma_{34} \\ \sigma_{14} & \sigma_{24} & \sigma_{34} & \sigma^2_4 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{V}_i(\boldsymbol{\theta}) = ((\sigma_{ij})) \quad i = 1 \dots t$$

En general muchas de esas estructuras pueden ser expresadas en forma lineal

$$\mathbf{V}_i(\boldsymbol{\theta}) = \sum_{h=1}^d \phi_h \mathbf{F}_{hi}$$

donde  $\mathbf{F}_{hi}$  son matrices conocidas convenientes y  $\phi_h$  son parámetros desconocidos (varianzas y covarianzas). Este modelo es adecuado cuando los parámetros de matriz de covarianza son aditivos, como en el caso de estructuras uniformes o Toeplitz. Ver detalles en Singer et al (26).

- Inferencia por máxima verosimilitud

Varios métodos de estimación de parámetros para este modelo están disponibles en la literatura estadística. Se destaca el método bayesiano Tountenburg propuesto por Maritz y Lwin y Searle et al citados por Singer et al (26). La estimación de los parámetros del modelo se realizó por medio del método de máxima verosimilitud restringida (REML por sus siglas en ingles), este método es una extensión del método de máxima verosimilitud en el cual se puede obtener estimaciones insesgadas de los componentes de varianza para los efectos aleatorios restringiéndose el hecho de estar estimando los parámetros para la parte sistemática.

- Evaluación del modelo

En la estimación de parámetros de estos modelos debido a su estructura, tienen algunas consideraciones especiales con respecto a los residuales.

En los procesos de estimación se muestra que los estimadores BLUE (best linear unbiased estimator) o mejor estimador lineal insesgado y BLUP (best linear unbiased predictor) mejor predictor lineal insesgado para los parámetros  $\boldsymbol{\beta}$  y  $\boldsymbol{\gamma}$  son obtenidos a partir de las expresiones

$$\widehat{\beta} = W y \quad (2.7)$$

$$\widehat{b}_i = \Gamma Z' Q y \quad (2.8)$$

a  $\widehat{b}_i$  se le conoce como el mejor predictor  $P$  y contiene los componentes aleatorios del modelo (2.3) Ver López et al (39)

Donde  $W = [X'(\widehat{ZGZ}' + \widehat{R})^{-1}X]^{-1}X'(\widehat{ZGZ}' + \widehat{R})^{-1}$  y  $Q = (\widehat{ZGZ}' + \widehat{R})^{-1}(I - XW)$ .

- Criterios de Bondad de Ajuste

Al ajustar distintos modelos a un mismo conjunto de datos, es necesario utilizar criterios para la comparación de los ajustes y para la selección de un mismo modelo en términos de un “mejor ajuste”. Se utilizan comúnmente dos indicadores que son el criterio de información de Akaike (AIC) y el criterio de Schwarz (BIC). En las versiones más modernas de SAS MIXED (SAS Institute, 2001), los criterios AIC y BIC se definen como:

$$\begin{aligned} AIC &= -2L+2D \\ BIC &= -2L+d \ln n \end{aligned}$$

Donde  $L$  es el máximo valor de la función de verosimilitud (restringida)  $n$ : número de observaciones,  $\ln$ : logaritmo natural,  $d = q + p$  es la dimensión del modelo,  $q$  es el número de parámetros de covarianza estimados y  $p$  es el rango de la matriz de diseño  $X$ . Bajo estas expresiones de  $AIC$  y  $BIC$ , el mejor modelo resulta ser aquel con menor valor para el indicador.

## 2.3 Árboles de regresión

Los árboles de regresión son una técnica de análisis discriminante no paramétrica que permite predecir la asignación de muestras a grupos predefinidos en función de una serie de variables explicativas (predictoras) Los árboles de regresión son modelos jerárquicos con una gran capacidad predictiva e interpretativa (81-83).

Para la construcción de los árboles se han propuesto varios algoritmos tales como el AID (Sonquist, Baker y Morgan), CHAID (Kass, FIRM (Hadidi), MARS (Hawkins), ID3 (J.R Quinlan C4.5 (Ross Quinlan), C5.0 (Ross Quinlan) y el algoritmo sobre el cual se centró esta investigación fue el algoritmo Árboles de Clasificación y Regresión, en adelante CART (por sus siglas en inglés Classification And Regression Trees) propuesta por Breiman et al 1984. Es más rápido y sencillo de usar (menos hojas) (81-82).

CART es un método no paramétrico de segmentación binaria donde el árbol es construido dividiendo repetidamente los datos. En cada división los datos son partidos en dos grupos mutuamente excluyentes. Las divisiones se seleccionan de modo que “la impureza” de los hijos sea menor que la del grupo madre y éstas son definidas por un

valor de una variable explicativa. El objetivo es particionar la respuesta en grupos homogéneos y a la vez mantener el árbol razonablemente pequeño.

Un árbol es un conjunto de nodos y arcos. Cada nodo representa un subconjunto de la población. Los nodos terminales representan la partición final y en los nodos intermedios los arcos salientes apuntan a los nodos hijos. Las ramas del árbol representan conjuntos de decisiones y cada decisión genera reglas sucesivas para continuar la clasificación formando así grupos homogéneos respecto a la variable que se desea discriminar. Las particiones se hacen en forma recursiva hasta que se alcanza un criterio de parada.

Para la construcción del árbol máximo se utiliza un procedimiento de partición binario, comenzando en la raíz, este árbol es un modelo que describe el conjunto de entrenamiento (grupo de datos original) el cual contiene gran cantidad de niveles y nodos que no producen una mejor clasificación y puede ser muy complejo. Cada grupo es caracterizado por la distribución (respuesta categórica), o por la media (respuesta numérica) de la variable respuesta, el tamaño del grupo y los valores de las variables explicativas que lo definen. Gráficamente, el árbol se representa con el nodo raíz (los datos sin ninguna división), al iniciar y las ramas y hojas debajo (cada hoja es el final de un grupo). El diagrama es en forma de árbol invertido donde el proceso se traduce en los siguientes pasos. Una representación se ilustra en la figuras 5-9 a 5-11.

- El nodo raíz es dividido en subgrupos (dos o más) determinados por la partición de una variable explicativa elegida generando nodos hijos.
- Los nodos hijos son divididos usando la partición de una nueva variable.
- Algunos de los nodos resultantes son terminales, mientras que otros nodos continúan dividiéndose hasta llegar a un nodo terminal.
- En cada árbol se cumple la propiedad de tener un camino único entre el nodo raíz y cada uno de los demás nodos del árbol.

Entre las ventajas del método están: se puede hacer predicciones de forma rápida y simple (sólo mirando los nodos del árbol); es fácil saber cuáles son las variables importantes en la predicción (de forma decreciente, del nodo padre hasta las hojas); si algún dato no figura, aunque no se puede llegar hasta una hoja para hacer la predicción, se puede hacer un promedio de todas las hojas en el árbol que sub hacemos.

Los árboles de regresión no tienen clases, en su lugar hay un vector de respuesta  $Y$  que representa los valores de una variable para cada observación  $X_j$ .

La división en los árboles de regresión se realiza de acuerdo con el algoritmo CART, el cual lleva en consideración la minimización del Error Cuadrático Medio:

$$R(f) = E[(Y - f(x))^2]$$

con  $f(x) = E[Y|X = x]$  Luego el criterio de división es:

$$\operatorname{argmax}(\Delta R(t)) = \operatorname{argmax}[R(t) - R(t_i) - R(t_D)],$$

donde  $\operatorname{argmax}(\cdot)$ , hace referencia al máximo argumento

$$R(t) = \sum_{i=1}^n X_i \in t (Y_i - \bar{y}_t)^2 \text{ y } R(t_i), R(t_D), \text{ la estimación dentro de las particiones del nodo.}$$

Donde  $R$  hace referencia al error y  $(t)$  al nodo

De esta forma, las sumas de variaciones esperadas de los nodos resultantes deben ser maximizadas (81-83).

$$\operatorname{argmax} [P_L V ar(Y_L) + P_R V ar(Y_R)]$$

Con  $P_L$  y  $P_R$  como en los árboles de clasificación

### 3. Contexto ecogeográfico – sociodemográfico

Colombia es un país ubicado en la zona noroccidental de América del Sur y su población es de aprox. 46 586 823 de habitantes (2). Bogotá es su Capital, se localiza en el centro del país en el altiplano cundiboyacense situado en la cordillera Oriental de los Andes. Bogotá tiene un clima promedio de 14° C, una altitud de 2.640 metros y una extensión de 1.754 Km<sup>2</sup>. Cuenta con una población de 7.467.804 habitantes (177).

**Figura 3-1: División administrativa de Bogotá por localidades (178)**

#### Localidades

1. Usaquén
2. Chapinero
3. Santafé
4. San Cristóbal
5. Usme
6. Tunjuelito
7. Bosa
8. Ciudad Kennedy
9. Fontibón
10. Engativá
11. Suba
12. Barrios Unidos
13. Teusaquillo
14. Los Mártires
15. Antonio Nariño
16. Puente Aranda
17. Candelaria
18. Rafael Uribe
19. Ciudad Bolívar
20. Sumapaz



El Distrito Capital de Bogotá se subdivide en 20 localidades. Por ser la capital, es la ciudad de mayor recepción de población, pues a ella llegan colombianos de varias regiones del país como respuesta a procesos de migración interna originados por la búsqueda de mejores condiciones socioeconómicas y por el desplazamiento forzado.

Predomina la migración a partir de los departamentos más cercanos como son Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Meta, seguidos de departamentos un poco más lejanos como Santander, Caldas y Huila (177).

### 3.1 Perfil sociodemográfico

La primera infancia se define como el período comprendido entre los 0 y 6 años de vida, caracterizada por una etapa de crecimiento rápido que va de 0 a 3 años (infancia temprana) y una etapa que se extiende desde los 3 hasta los 6 años, caracterizada por una mayor evolución en el desarrollo humano biológico, psicológico, cognitivo, cultural y social.

Colombia cuenta con una población menor de 5 años de aprox. 4.976.298 (2.537.911.98 niños y 2.438.386 niñas) correspondiente al 11% del total de la población colombiana (179). En Bogotá la población menor de 5 años es de aprox. 714.721 (348.756 niñas y 365.965 niños) (1, 177, 179).

Para el 2007 la población desplazada fue de 113.499 niños menores de seis años, equivalente al 5.3% del total de la población desplazada 2.119.079. Cerca del 23% se han asentado en la capital, principalmente en las localidades de Usme, Ciudad Bolívar, Bosa, San Cristóbal, Suba, Engativá y Kennedy, las cuales presentaron mayor ritmo de crecimiento poblacional entre 2007 y 2011 (177,179, 180).

Esta situación se reflejó en la Encuesta Distrital de Demografía y Salud de 2011(186, 189), la cual encontró mayores porcentajes de hogares con cuatro o más miembros en la familia en las localidades mencionadas previamente, a diferencia de las localidades de Chapinero, La Candelaria y Santa Fe con mayores proporciones de hogares unipersonales.

Las localidades de Ciudad Bolívar (28,9%), Rafael Uribe Uribe (27,3%) y San Cristóbal (25,8%) presentaron las mayores proporciones de hogares con menor capacidad de pago e ingresos insuficientes para cubrir los gastos mínimos (177, 180).

En Bogotá, cerca del 92% de las personas están afiliadas al Sistema General de Seguridad Social en Salud (177, 180, 181), esto se ha reflejado en la disminución de la tasa de mortalidad infantil al pasar de 32,7 casos por mil nacidos vivos en 2005 a 23 casos en el 2011 (177). Sin embargo, la enfermedad respiratoria aguda (ERA) y la enfermedad diarreica aguda (EDA) continúan figurando entre las diez primeras causas de morbilidad y mortalidad infantil, constituyendo un factor de riesgo para el desarrollo de la primera infancia (1, 179).

Un indicador central del nivel de vida de la población de un país, lo constituye el nivel de nutrición de los menores de 5 años. La desnutrición tiene efectos que se acumulan a lo largo del tiempo; sus efectos son negativos sobre el rendimiento escolar y el desarrollo físico y cognitivo, sobre las posibilidades de generación de ingresos en la edad adulta, y sobre los niveles de mortalidad (1). En Bogotá la tasa de desnutrición global o bajo peso para la edad, fue una de las más bajas en Colombia (177, 179). La Encuesta Distrital de Demografía y Salud de 2011(177) encontró que la prevalencia de ISAH (Inseguridad

Alimentaria en los Hogares) fue de 24% distribuida así: leve 18%, moderada 5% y severa 1% (1,177).

La Organización Mundial de la Salud y el Plan Decenal de Lactancia Materna 2010-2020 recomiendan que la leche materna sea el alimento exclusivo durante los primeros 6 meses de vida de los niños y que se puede complementar con otros líquidos no lácteos a partir de esa edad (lactancia materna predominante). El porcentaje de niños con lactancia materna exclusiva descendió rápidamente durante los primeros 6 meses de vida de los niños, de 86% en los primeros dos meses de vida a 27% antes de los seis meses (174).

Entre los programas implementados para mejorar las condiciones nutricionales de niños y niñas de 0 a 5 años están: familias en acción, desayunos infantiles y seguridad alimentaria el cual funciona actualmente en la red de jardines infantiles del Distrito. El impacto de los programas se ha reflejado en cambios en los patrones de alimentación, incremento en la frecuencia de consumo de alimentos ricos en proteínas y hortalizas y mejoramiento de las condiciones nutricionales. También la práctica de la lactancia materna se ha fortalecido en los programas de crecimiento y desarrollo (175).

Entre el 2000-2005 (176, 177), el 83.1% de los niños entre 4 y 5 meses recibieron leche materna, el 26.6% lactancia materna exclusiva y el 20.7% tomaron leche materna hasta los 2 años de edad (183-186).

Además de los programas de alimentación, los programas educativos en esta etapa tienen como propósito apoyar a las familias en el fortalecimiento de las capacidades de los niños para relacionarse con su entorno y contexto social. La Encuesta Multipropósito para Bogotá (EMB) 2011 y la Encuesta Distrital de Demografía y Salud (EDDS) 2011 estimaron que de 276.541, el (47,6%) de niños menores de 5 años asisten a guarderías, el 41,8% de los mismos asisten a una guardería, preescolar o jardín privado en primera instancia; el 23,9% a un hogar comunitario del Instituto Colombiano de Bienestar Familiar ICBF; el 14,9% a una guardería, hogar infantil o jardín del ICBF; el 12,5% a un jardín infantil o casa vecinal de la Secretaría Distrital de Integración Social, y finalmente, el 6,9% lo hace en otras guarderías, preescolar o jardín oficial (1, 174, 175, 176).

## **3.2 Política de la primera infancia**

Por la importancia que tienen los primeros 6 años de vida para el desarrollo humano y fortalecimiento de la estructura social, surgió la necesidad de construir una política pública partiendo de antecedentes y acciones que se han llevado a cabo en las dos últimas décadas en nuestro país (1).

La primera infancia está cubierta por el Plan Nacional De cero a Siempre y se refuerza por los compromisos adquiridos en la Convención Internacional sobre los Derechos de los niños (Ley 1098 2006). “Son derechos impostergables de la primera infancia, la atención en salud y nutrición, el esquema completo de vacunación, la protección contra los peligros físicos y la educación” (1, 176, 181).

La Política de Infancia considera que la familia, la sociedad y el Estado son corresponsables del cumplimiento de dichos derechos. Contempla el diseño e implementación de un sistema conformado por entidades del estado como MPS, ICBF, SENA, MEN y COLCIENCIAS, que liderarán y coordinarán la vinculación de universidades, centros de investigación y agencias de cooperación internacional para la formación del talento humano que promueva la investigación y el reconocimiento de experiencias significativas en primera infancia (1).

En este contexto la presente investigación aportó los fundamentos científicos que sustentan las acciones dirigidas al diagnóstico, manejo preventivo y oportuno del crecimiento y desarrollo craneofacial en la primera infancia.



## **4. Materiales y métodos**

### **4.1 Población**

La población objetivo fueron los niños de 0 a 3 años, aproximadamente 1000 niños, vinculados a Jardines Infantiles de la Secretaría de Integración Social D.C de la Localidad de Usaquén, Jardín de la Universidad Nacional de Colombia, Unisalud EPS, Clínica del Bebe HOMI de la Fundación Hospital de la Misericordia.

En la Red de Jardines infantiles de la Secretaría de Integración Social de la localidad de Usaquén, la población objetivo fueron aproximadamente 550 niños entre los 3 y 36 meses de los niveles de maternal, caminadores y párvulos, vinculados a los Jardines: San Gabriel, Obra Suiza, San Antonio, Verbenal y Tibabita en el período comprendido entre marzo de 2011 y junio de 2012. Para su funcionamiento los Jardines reciben aportes de la Secretaría de Integración Social a diferencia de San Gabriel y Obra Suiza que son cofinanciados, reciben aportes del Distrito y de fundaciones.

La Misión es brindar atención integral a la primera infancia a partir de los 3 meses y hasta los cinco años, mediante un proyecto pedagógico integral que además favorece unas condiciones nutricionales, de salud y protección de la integridad del niño(a), previniendo situaciones de riesgo y vulnerabilidad.

Los niños pertenecen a los estratos 1, 2 y 3 principalmente, permanecen en el Jardín de lunes a viernes en un horario de 8am a 5pm y reciben alimentación de buena calidad y balanceada de acuerdo con recomendaciones nutricionales. Ésta incluye desayuno, merienda, almuerzo y onces. Los alimentos son provistos por la Secretaria de Integración Social, por medio del programa de seguridad alimentaria.

El Jardín Infantil de la Universidad Nacional de Colombia, está ubicado dentro de las instalaciones de la Ciudad Universitaria, en la localidad de Teusaquillo. La población objetivo fueron aproximadamente 150 niños y niñas de 3 meses a los 3 años pertenecientes a los niveles maternal, caminadores y párvulos en el período comprendido entre marzo del 2011 y junio de 2012. El Jardín funciona como un programa de Bienestar Universitario, dirigido a hijos de estudiantes principalmente y en menor proporción a hijos de trabajadores y docentes de la Universidad Nacional de Colombia. La Misión es brindar apoyo y protección a niños y niñas que pueden estar en situación de vulnerabilidad. Los niños y niñas son recibidos a partir de las 7am-8am hasta las 4pm-5pm de lunes a

viernes. Los niños cuentan con el programa de Seguridad alimentaria. Se atienden niños de estratos 2 y 3 principalmente.

Unisalud EPS está ubicada en la localidad de Teusaquillo, pertenece a la Universidad Nacional de Colombia. La población objetivo fueron los niños de 0 a 3 años atendidos en el servicio de Odontología en el período comprendido entre marzo de 2011 y junio de 2012, aproximadamente 250 niños. Llegan a la consulta de Odontopediatría los niños remitidos de Pediatría y del programa de crecimiento y desarrollo. Es una población cautiva, controlada con condiciones de salud oral aceptable y favorable, provienen de estrato socioeconómico 2, 3, 4 y 5.

La Clínica del Bebé de la Fundación HOMI Hospital de la Misericordia ubicado en la localidad Antonio Nariño. A la Clínica del Bebé HOMI asisten pacientes provenientes de estratos socioeconómicos 2, 3 y 4 pertenecientes a diferentes EPS. La población objetivo fueron aproximadamente 50 niños de 0 a los 2 años que acudieron al programa de “Puericultura en salud oral”, en el período comprendido entre febrero de 2011 y junio de 2012. Dicho programa tiene como pilar fundamental las actividades de consejería preventiva, diagnóstico temprano de alteraciones craneofaciales y funcionales orales, control de hábitos saludables, apoyo a la lactancia materna para favorecer el crecimiento y desarrollo craneofacial y función oral motora.

Siendo éste un estudio longitudinal prospectivo, los criterios de elegibilidad para los niños obedecieron a factores de inclusión y exclusión; cumpliendo por un lado los recomendados por la OMS para conformar una muestra prescriptiva, que garantizara condiciones adecuadas de cuidado, protección, salud y bienestar (14-16) y por otro lado que ecogeográficamente los padres, abuelos y niños hubiesen nacido en Colombia. Igualmente, los niños entraron al estudio en diferentes edades y fueron medidos cada tres meses durante un año (figura 4-1).

#### 4.1.1 Criterios de inclusión y exclusión

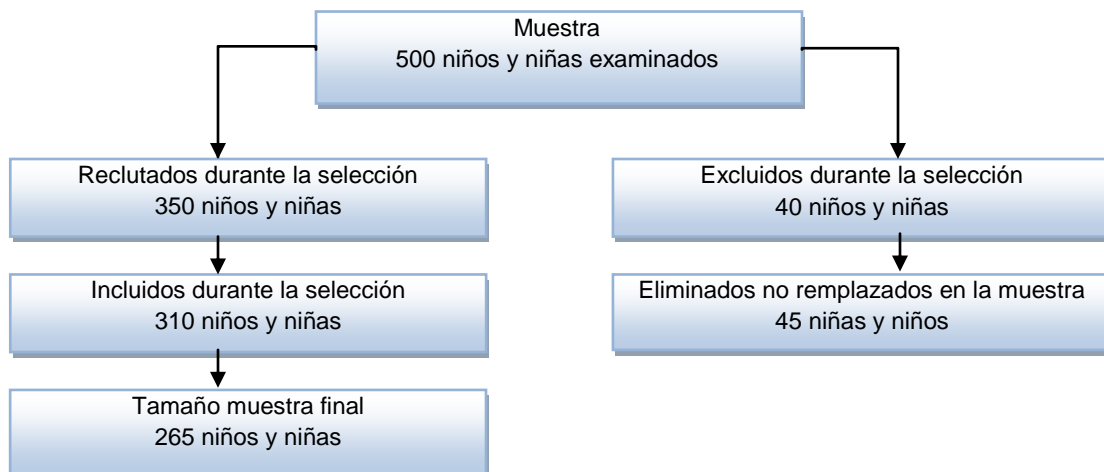
Figura 4-1: Criterios de inclusión y de exclusión

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
<b>Biomédicos:</b> niños y niñas sistémicamente sanos, nacidos a término, edad gestacional (37-40) semanas, peso al nacer (2600-3500gr).	<b>Ecogeográficos:</b> niño(a)s de padres y abuelos nacidos o procedentes de otra Nacionalidad.
<b>Ecogeográficos:</b> niños habitantes de Bogotá nacidos o procedentes de cualquier población colombiana.	Niños o niñas que no puedan asistir a las cuatro mediciones durante el año.
<b>Socioeconómicos:</b> niños que vivan en condiciones favorables sanitarias, ambientales y que cuenten con seguridad social.	
<b>Criterios de alimentación:</b> lactancia materna hasta los seis meses y seguridad alimentaria.	

## 4.2 Muestra

Se examinaron 500 niños entre 0 y 36 meses, por un período de 12 meses. Se escogieron a través de muestreo por conveniencia (figura 4-2) y por cumplimiento de criterios de inclusión y exclusión explicados en la (figura 4-1).

**Figura 4-2: Diagrama de flujo de la muestra**



En la figura 4-2 se observa que de los 500 niños y niñas examinados, 350 lograron las 4 mediciones; de estos, solamente a 310 se les completaron todos los datos del registro. En las gráficas de dispersión realizadas (Ver anexo F) sobre los datos de los 310 niños se observaron datos extremos los cuales fueron revisados uno a uno buscando el motivo de su variabilidad. Se revisaron los registros originales y se encontró en algunos casos algunas inconsistencias en la información, errores en la medición, antecedentes médicos no reportados por los padres o informantes o deficiencias de salud a repetición no evidenciados previamente. Cuando se identificaron alguno de los hallazgos anteriores ó alguna alteración, como por ejemplo macrosomía, bajo peso o talla por deficiencia nutricional o de salud, los niños se excluyeron del estudio para lograr una mayor homogeneidad de datos. Se descartaron 45 niños y niñas, por lo que al final solo quedaron 265 individuos (116 niñas y 149 niños) que cumplieron con los criterios de inclusión y de exclusión.

**Tabla 4-1: Distribución de los datos del estudio por género y por grupos de edad**

Sexo	Niñas		Niños		Total	
	n	%	n	%	n	%
G1:(0-12]	33	28.4	25	16.8	58	21.8
G2:(12 -24]	29	25	32	22.1	61	23.5
G3:[24-36]	54	46.6	92	61.1	146	54.7
<b>Total</b>	<b>116</b>	<b>100</b>	<b>149</b>	<b>100</b>	<b>265</b>	<b>100</b>

En la tabla 4-1 se observa que el número de niños y niñas es similar en G1 y G2. En G3 el número de niños es mayor al de niñas aprox. en un 15%. La muestra se distribuyó en tres grupos de edad basados en el comportamiento biológico del crecimiento y desarrollo de los niños durante los 3 primeros años de vida, reportado en la literatura (1, 13, 15, 16, 22, 23, 60, 86, 90, 129, 131, 176, 177). Los grupos se distribuyeron así: G1: (0 a 12], G2: (12 a 24], G3: [24 a 36] meses. A cada niño se le tomó información de 22 variables antropométricas con intervalos de 3 meses, 4 veces durante un año.

### 4.3 Métodos

Medición del error: considerando el error aleatorio (intraobservador) como el resultado de una medición menos la media que podría resultar de un número infinito de mediciones del mismo mensurando llevados a cabo bajo condiciones de repetibilidad. (El mismo procedimiento de medición, el mismo observador, el mismo instrumento de medición, usado bajo las mismas condiciones), el error se presenta por variaciones impredecibles de las magnitudes de influencia. Los efectos de estas variaciones son llamados efectos aleatorios y dan origen a las variaciones en observaciones repetidas del objeto medido. Su disminución depende de: estandarización de los métodos de medición, entrenamiento y acreditación de los observadores, refinamiento de los instrumentos, automatización de los instrumentos.

Ahora bien, el error sistemático (interobservador) es la media que resulta de un número infinito de mediciones del mismo mensurando llevadas a cabo bajo condiciones de Reproducibilidad menos un valor verdadero del mensurando. Este error se presenta como consecuencia de un defecto del instrumento, por una particularidad del observador o del proceso de medición, es constante durante toda la lectura de las mediciones. Su disminución depende de: estandarización de los métodos de medición, entrenamiento y acreditación de los observadores, refinamiento de los instrumentos, automatización de los instrumentos, cegamiento o enmascaramiento, aleatorización del orden en que se miden los registros, calibración del instrumento con un estándar de oro (12, 93).

Teniendo en cuenta lo anterior, y a fin de minimizar al máximo el error de medición, en este estudio se diseñó un formulario de recolección de datos (Anexo A), y un instructivo para el entrenamiento de los examinadores en la toma de las medidas antropométricas generales y craneofaciales, siguiendo las recomendaciones de la OMS (12) (Anexo B). El entrenamiento de los examinadores fue realizado por parte de la directora y la fonoadaudióloga asesora del proyecto, con una continua estandarización y monitoreo de

la adherencia a los procedimientos de la recolección y calidad de los datos. Se calibró la balanza para bebés, báscula y tallímetro a través de estándares, para controlar el error sistemático.

Para evaluar el error del método, dos (2) examinadores tomaron 14 variables en dos tiempos diferentes con intervalo de 1 mes, sobre una muestra de 30 niños escogidos al azar; se calculó el error del método intra (error aleatorio) e interobservador (error sistemático) por medio de una prueba F con dos factores (tiempo y observador), con un nivel de confianza del 95% (93); los resultados se encuentran en el capítulo 5 (Resultados), tabla 5-1.

Se realizó el libro del código de las variables con el fin de definir las variables, su unidad de medida, tipo de variable, nomenclatura para la identificación de la variable en la base de datos, valores y códigos de las variables con el fin de operacionalizar las variables (anexo D). Se elaboró la base de datos en Excel para consignar todos los datos recolectados en cada una de las 4 tomas, 3 variables antropométricas generales y 20 craneofaciales (variables explicadas) medidas en cm con cinta métrica calibrada y 173 variables explicativas. Se consignaron aproximadamente 3500 mediciones antropométricas y 45845 datos cualitativos; en total suman aprox. 49.350 datos cualitativos y cuantitativos recogidos en todo el estudio.

- Variables explicadas

Tabla 4-2: **Variables explicadas generales y craneofaciales**

<b>GENERAL</b>	Peso
	Talla
	Índice de Masa Corporal
<b>CRANEO FACIALES</b>	Perímetro Cefálico
	Anchura de la cabeza
	Anchura de la frente
	Longitud Anteroposterior de la Cabeza
	Altura Craneofacial Total
	Índice cefálico
<b>FACIALES</b>	Anchura bicigomática
	Anchura cara inferior
	Profundidad del maxilar
	Profundidad de la mandíbula
	Altura facial
	Índice facial
<b>ORBITAL</b>	Anchura Intercantal externa
	Anchura Intercantal interna
	Anchura Palpebral
<b>NASALES</b>	Anchura de la columnella
	Longitud de la columnella
<b>ORALES</b>	Anchura de boca
	Anchura del filtrum
	Longitud del filtrum

En la tabla 4-2 se presentan seis grupos de variables explicadas: generales (peso y talla/longitud como covariables), craneofaciales, faciales, orbitales, nasales y orales. En

total suman 23 variables, 20 se miden directamente en el paciente y 3 índices que se calculan según fórmula para cada uno. En el Anexo B se encuentra el Instructivo guía para la toma de todas las mediciones y el cálculo de los índices IMC, Cefálico y Facial.

Con base en la revisión de la literatura se identificaron las principales variables ecogeográficas, socioeconómicas, de bienestar y funcionales orales que pueden influir en el crecimiento general y craneofacial y teniendo en cuenta la mayor frecuencia de clasificación de las variables explicativas.

**Tabla 4-3: Clasificación de las variables explicativas (nombres abreviados)**

Ecogeográficas	Socioeconómicas	Bienestar	Funcionales orales
NACINDEPA	ESTRATO	PESO AL NACER	<b>TIPOS DE ALIMENTACION</b>
PROCENDEP	VIVIENDA	TALLA AL NACER	ALSEMSOL
LOCALIDAD	INGRESOS	ERUPCION DENTAL	INTROSOL
NACIMDRD	ESCOLRDM	CARIES	ALIMADUL
PROCMDRD	OCUPACM	PÉRDIDA DENTAL POR CARIES O TRAUMA	MIXTSOLI
NACIPDRD	ESCOLRDP		MIXTSEMI
PROCPDRD	OCUPACP		LACTANCIA
NACIABEMD	TAMAÑO DE FAMILIA		MATERNA
NACIABUMD	ESTRATO		ARTIFICIAL
NACIABUEPD			MATEARTI
NACIABPD			MATEMIXT
			ARTFMIXT
			<b>ANTECEDENTES DE ALIMENTACION</b>
			RECMATER
			CUANTIEM
			RECIBIBE
			CUANTIEM
			ACOMPLEM
			<b>TIPO DE HABITO</b>
			SUCCIÓN DIGITAL
			FRECUENCIA AL DÍA
			SUCCIÓN DE TELA O JUGUETE
			CHUPO DE ENTRETENCIÓN

NACINDEPA: lugar de nacimiento niño/depto, PROCENDEP: lugar de procedencia niño/depto., LOCALIDAD: lugar de vivienda del niño, NACIMDRD: lugar de nacimiento madre/depto, PROCMDRD: lugar de procedencia Madre /depto., NACIMPRD padre/depto: lugar de nacimiento madre /depto., PROCMPRD: lugar de procedencia Padre /depto, NACIABEMD: Lugar de nacimiento abuela materna Departamento, NACIAPED: Lugar de nacimiento abuela paterna departamento, NACIABUPD: lugar de nacimiento abuelo paterno departamento, NACIABUMD: lugar de nacimiento abuelo materno departamento, NACIABUPD: lugar de nacimiento abuelo paterno departamento., Estrato: 1,2,3,4,5,6, ESCOLRDM: escolaridad Madre, OCUPACM: Ocupación madre, OCUPACP: ocupación padre, Tamaño de la familia: N° de hijos, PESO AL NACER: Edad en meses, TALLA: Talla al nacer, SALUD DENTAL: Sano:1; Caries:2; Trauma:3; Defecto estructural:4; Fusión dental:5; Anomalía de número:6; En erupcion:7; Caries y trauma:8; Sin erupcionar:9; Ausente o perdido:10, ALSEMSOL: Alimentación semisólidos,

INTROSOL: Introducción de alimentos SÓLIDOS, ALIMADUL: alimentación igual a un adulto, MIXTSOL: alimentación sólidos y mixtos, MIXTSEMI: alimentación semi sólidos y mixtos, LACTANCIA MATERNA, LACTANCIA ARTIFICIAL, MATEART: lactancia materna artificial, MATEMIXT: materna mixta, ARTMIXT: artificial mixta, RECMATER: recibió leche materna, CUANTIEM: cuanto tiempo en meses recibió leche materna, RECIBIBE: recibió biberón, CUANTIEM: cuanto tiempo en meses recibió biberón, ACOMPLEM: cuando inició la alimentación complementaria ,tipo de hábito succión digital, cobija, tela. FRECUENCIA: frecuencia del hábito al día: < 1hora, para dormir, <3 horas, >3 horas.

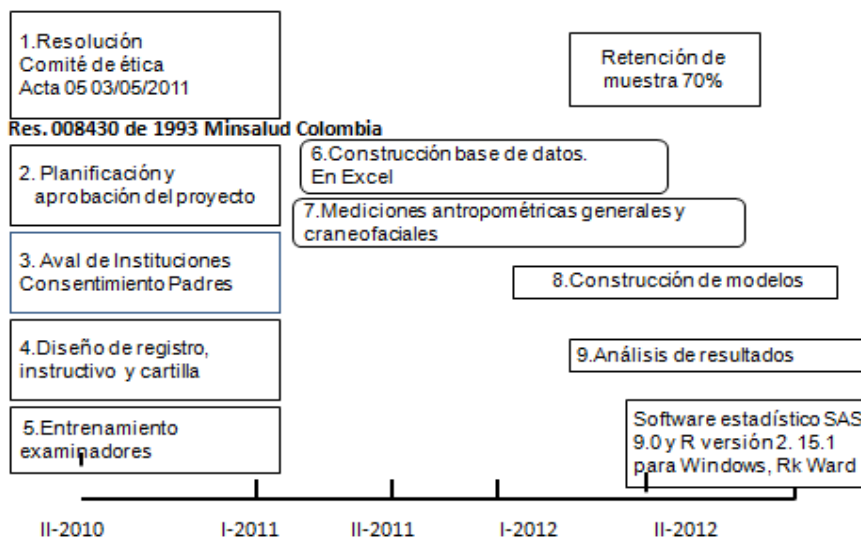
Se escogieron en total 44 variables explicativas, clasificadas en 4 grupos: ecogeográficas, socioeconómicas, de bienestar y funcionales orales y a cada grupo se asignaron las variables posiblemente influyentes.

Para complementar la evaluación del tipo de alimentos que reciben los niños en los jardines infantiles, la dieta con los códigos asignados se describen en el anexo E. Esta corresponde al tipo de alimentos suministrados durante el día: desayuno, merienda, almuerzo, onces y cena.

- Desarrollo cronológico de la tesis

En la figura 4-3 se describen los procesos de desarrollo de la tesis a partir del segundo semestre del 2010 hasta el 2do semestre del 2012. Se cumplió con los requisitos y recomendaciones del Comité de ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia, aprobación según Resolución Acta 05 03052011. Según Res 008430 de 1993 Minsalud, se clasifica como Investigación de bajo riesgo.

**Figura 4-3: Representación esquemática del desarrollo cronológico de la tesis.**



## 5. Resultados

En este capítulo se presentan los principales resultados encontrados en el desarrollo del trabajo obtenidos según los métodos propuestos.

### 5.1 Error del método

No existió suficiente evidencia estadística para asumir una diferencia significativa en las mediciones intra e interobservador resultado que se evidenció del ANOVA y el valor de  $p < 0.05$ . Sin embargo en la Tabla 5-1 el error interobservador mostró evidencia de diferencia significativa en la variable profundidad mandibular con un valor de  $p < 0.0498$ . Este resultado se atribuye a la dificultad en el momento de la medición, aspecto que se tuvo en cuenta durante todo el tiempo que duró la recolección de datos a fin de disminuir su error. El entrenamiento de los observadores fue la mejor forma de lograr un menor error y un período de un mes entre mediciones resultó ser un tiempo prudente confirmar una nueva medida sin recordación (93).

**Tabla 5-1: Resultado prueba F para cada una de las variables**

Variables	Tiempo (e. aleatorio)		Individuos (e.sistemático)	
	F	P valor	F	P valor
Peso	0.0098	0.9214	0.0236	0.8781
Talla	0	0.9846	0	0.9846
Perímetro Cefálico	0.0023	0.9615	0.1147	0.7355
Anchura de la cabeza	0.0056	0.9405	0.6044	0.4385
Longitud Anteroposterior de la Cabeza	0	0.99438	3.7141	0.05638
Altura Craneofacial Total	0.1536	0.6958	2.3818	0.1255
Anchura bicigomática	0.3564	0.5517	2.3513	0.1279
Anchura cara inferior	0.0376	0.84655	2.7822	0.09799
Profundidad del maxilar	0.0124	0.9115	1.3248	0.2521
Profundidad de la mandíbula	0.0097	0.92154	8.1842	0.0498
Altura facial	0.0503	0.8229	3.0373	0.0840
Anchura de boca	0.0017	0.9676	0.7314	0.3942
Anchura del filtrum	0.0084	0.9270	0.4129	0.5218
Longitud del filtrum	0.0523	0.8195	0.9817	0.3238

En la tabla 5-1 se presenta el resultado obtenido con la prueba F con dos factores (tiempo y observador) para el cálculo del error del método intra (error aleatorio) e interobservador (error sistemático) para cada una de las variables.



## 5.2 Descripción de la muestra

**Tabla 5-2: Distribución ecogeográfica lugar de nacimiento niños(as) por grupos y sexo.**

Grupos de edad	G1				G2				G3				Total	
	Niñas		Niños		Niñas		Niños		Niñas		Niños			
Lugar de nacimiento	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%
Bogotá, D.C.	29	10,9	25	9,4	29	10,9	32	12,1	54	20,4	90	34,0	259	97,7
Otros	4	1,6									2	0,7	6	2,3
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>9,4</b>	<b>29</b>	<b>10,9</b>	<b>32</b>	<b>12,1</b>	<b>54</b>	<b>20,4</b>	<b>92</b>	<b>34,0</b>	<b>265</b>	<b>100,0</b>

En la tabla 5-2 el lugar de nacimiento de los niños fue en Bogotá D.C (97.7%), el 2.3% restante nacieron en otros departamentos tales como Cundinamarca, Santander, Arauca y Boyacá. Esta situación puede obedecer al desplazamiento de las familias a la ciudad capital en búsqueda de bienestar (ingresos, empleo, seguridad social, educación).

**Tabla 5-3: Distribución ecogeográfica lugar de procedencia niños(as)**

Grupos de edad	G1				G2				G3				Total	
	Niñas		Niños		Niñas		Niños		Niñas		Niños			
Lugar de procedencia	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	N	%	n	%
Bogotá, D.C.	33	12,5	24	9,1	29	10,9	32	12,1	54	20,4	90	34,0	262	98,9
Cundinamarca			1	0,4							2	0,8	3	1,1
<b>Total</b>	<b>33</b>	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>9,4</b>	<b>29</b>	<b>10,9</b>	<b>32</b>	<b>12,1</b>	<b>54</b>	<b>20,4</b>	<b>92</b>	<b>34,7</b>	<b>265</b>	<b>100,0</b>

En la tabla 5-3 se observa que la mayoría de los niños y niñas proceden (lugar en el que han permanecido los últimos 12 meses) de Bogotá. D.C., en 98,9%. El 1,1% restante proceden de pueblos vecinos como Mosquera y Facatativá. Las familias por tradición siempre han vivido cerca de Bogotá, pero las actividades laborales y educativas las desarrollan en Bogotá.

**Tabla 5-4: Distribución ecogeográfica lugar de nacimiento grupo familiar**

Grupo familiar	Madres		Padres		Abuelos maternos		Abuelos paternos	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Cundiboyacense	213	80,4	212	80,0	395	74,0	384	76,5
Caribe	18	6,8	15	5,7	35	6,6	30	6,0
Tolima-Huila	10	3,8	13	4,9	30	5,6	22	4,4
Santanderes	4	1,5	13	4,9	23	4,3	26	5,2
Paisa: Antioquia- Quindío- Risaralda	11	4,2	7	2,6	25	4,7	18	3,6
Pacífico	6	2,3	3	1,1	6	1,1	10	2,0
Orinoquia	3	1,1	2	0,8	10	1,9	10	2,0

Amazónica					10	1,9	2	0,4
<b>Totales</b>	<b>265</b>	<b>100</b>	<b>265</b>	<b>100</b>	<b>534</b>	<b>100</b>	<b>502</b>	<b>100</b>

En la tabla 5-4 se observa que, en promedio, el 80.2% de los padres y el 75.25% de los abuelos nacieron en la región Cundiboyacense, siendo la más representativa de las regiones del país. Sin embargo, hay representación de otras 7 regiones, si bien en menor porcentaje. La diferencia entre el número de abuelos maternos y paternos se debió principalmente a que el encuestado desconocía el lugar de nacimiento de algunos de sus abuelos.

**Tabla 5-5: Distribución lugar de vivienda por localidades de Bogotá y municipios vecinos**

Grupos de edad	G1		G2		G3	
	n	%	n	%	n	%
Usaquén	8	3,0	42	15,8	122	46,0
Chapinero	3	1,1	2	0,8		0,0
Santa Fe	1	0,4		0,0	2	0,8
San Cristóbal	2	0,8	2	0,8		0,0
Usme	2	0,8		0,0		0,0
Tunjuelito	1	0,4		0,0		0,0
Bosa	3	1,1		0,0	1	0,4
Kennedy	3	1,1	1	0,4	3	1,1
Fontibón	6	2,3	4	1,5		0,0
Engativá	3	1,1	1	0,4	6	2,3
Suba	3	1,1		0,0	3	1,1
Teusaquillo	6	2,3	3	1,1	4	1,5
Antonio Nariño	3	1,1		0,0		0,0
Puente Aranda	2	0,8	3	1,1	1	0,4
La Candelaria	1	0,4		0,0		0,0
Rafael Uribe Uribe	2	0,8		0,0		0,0
Ciudad Bolívar	4	1,5	1	0,4		0,0
Sumapaz	1	0,4		0,0		0,0
Calera, Soacha, Mosquera y Tabio	4	1,5	2	0,8	4	1,5
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>21,9</b>	<b>61</b>	<b>23,0</b>	<b>146</b>	<b>55,1</b>

En la tabla 5-5 se observa que el 64.8% de los niños viven en la localidad de Usaquén. Esto se explica porque la mayoría de los niños de la muestra tienen su lugar de vivienda en Usaquén y están escolarizados en los Jardines Infantiles de la Secretaría de Integración Social pertenecientes a la localidad de Usaquén. Le siguen en orden la localidad de Teusaquillo con 4,9% y la localidad de Fontibón con 3,8%, pertenecientes a la zona Centro y Occidente de Bogotá y relativamente cercanas a la Universidad Nacional de Colombia, donde funcionan el Jardín Infantil de la Universidad y Unisalud EPS. El resto de la muestra se distribuye en diferentes localidades de la zona norte, centro, sur, noroccidente de Bogotá y municipios vecinos.

**Tabla 5-6: Distribución de individuos por estrato**

Grupos de edad	G1		G2		G3	
	N	%	n	%	n	%
1	3	1,1	10	3,8	22	8,3
2	16	6,0	24	9,1	84	31,7
3	19	7,2	20	7,5	36	13,6
4	17	6,4	6	2,3	4	1,5
5	2	0,8	1	0,4		
6	1	0,4				
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>21,9</b>	<b>61</b>	<b>23,0</b>	<b>146</b>	<b>55,1</b>

En la tabla 5-6 se observó un predominio en G1 del estrato 3 y 4 con (7.2% y 6.4%) respectivamente. En el grupo G2 y G3 predominó el Estrato 2 con (9.1%) y (31.7%). En Bogotá la clasificación por estrato se establece por los recibos de pago de los servicios públicos

**Tabla 5-7: Distribución de individuos por tenencia de vivienda**

Grupos de edad	G1		G2		G3	
	n	%	n	%	n	%
Vivienda						
Propia	23	8,7	11	4,2	16	6,0
Arriendo	35	13,2	33	12,5	98	37,0
Familiar			17	6,4	32	12,1
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>21,9</b>	<b>61</b>	<b>23,0</b>	<b>146</b>	<b>55,1</b>

En la tabla 5-7, predominó la vivienda en arriendo para G1 (13.2%), G2 (12.5%) y G3 (37%).

**Tabla 5-8: Distribución de individuos por ingresos mensuales**

Grupos de edad	G1		G2		G3	
	n	%	n	%	n	%
Ingresos						
< 1 SSMV	3	1,1	7	2,6	28	10,6
Entre 1 y 2 SSMV	17	6,4	41	15,5	99	37,4
Entre 2 y 3 SSMV	38	14,3	13	4,9	19	7,2
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>21,9</b>	<b>61</b>	<b>23,0</b>	<b>146</b>	<b>55,1</b>

En la tabla 5-8 para G1: entre 2 y 3 SSMV (14.3%) para G2 y G3: entre 1 y 2 SSMV (salarios mínimos vigentes) con 15.5% y 37.4% respectivamente.

**Tabla 5-9: Distribución de individuos por escolaridad de los padres**

Grupos de edad	G1				G2				G3			
	Madre	%	Padre	%	Madre	%	Padre	%	Madre	%	Padre	%
Universitario	27	10,2	21	7,9	7	2,6	11	4,2	8	3,0	10	3,8
Técnico	7	2,6	5	1,9	13	4,9	6	2,3	16	6,0	15	5,7
Secundaria completa	13	4,9	30	11,3	28	10,6	23	8,7	78	29,4	64	24,2
Secundaria incompleta	9	3,4	2	0,8	13	4,9	13	4,9	26	9,8	31	11,7
Primaria completa	2	0,8					6	2,3	12	4,5	16	6,0
Primaria incompleta							1	0,4	5	1,9	5	1,9
Sin dato							1	0,4	1	0,4	5	1,9
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>21,9</b>	<b>58</b>	<b>21,9</b>	<b>61</b>	<b>23,0</b>	<b>61</b>	<b>23,0</b>	<b>146</b>	<b>55,1</b>	<b>146</b>	<b>55,1</b>

En la tabla 5-9, en el G1 se evidenció mayor escolaridad de la Madre en 10,2% correspondiente a grado Universitario y en los G2 y G3 predominó la secundaria completa en ambos padres

**Tabla 5-10: Distribución de individuos por ocupación de padres**

Grupos de edad	G1				G2				G3			
	Madre	%	Padre	%	Madre	%	Padre	%	Madre	%	Padre	%
Hogar	22	8,3	1	0,4	24	9,1			45	17,0		
Estudiante	4	1,5	7	2,6	2	0,8	1	0,4	19	7,2	6	2,3
Empleado(a)	30	11,3	49	18,5	34	12,8	54	20,4	71	26,8	117	44,2
Independiente	2	0,8	1	0,4	1	0,4	4	1,5	6	2,3	16	6,0
Informal							2	0,8	5	1,9	7	2,6
<b>Totales</b>	<b>58</b>	<b>21,9</b>	<b>58</b>	<b>21,9</b>	<b>61</b>	<b>23,0</b>	<b>61</b>	<b>23,0</b>	<b>146</b>	<b>55,1</b>	<b>146</b>	<b>55,1</b>

En la tabla 5-10, predominó como ocupación de ambos padres la categoría empleados distribuidos en G1 29,8%, G2 33,2 % y G3 71%. En los tres grupos el Hogar en las madres solamente correspondió a la segunda categoría más frecuente distribuida así: G1 8,3%, G2 9,1%, G3 17%.

Otros resultados que caracterizaron la muestra se describen a continuación.

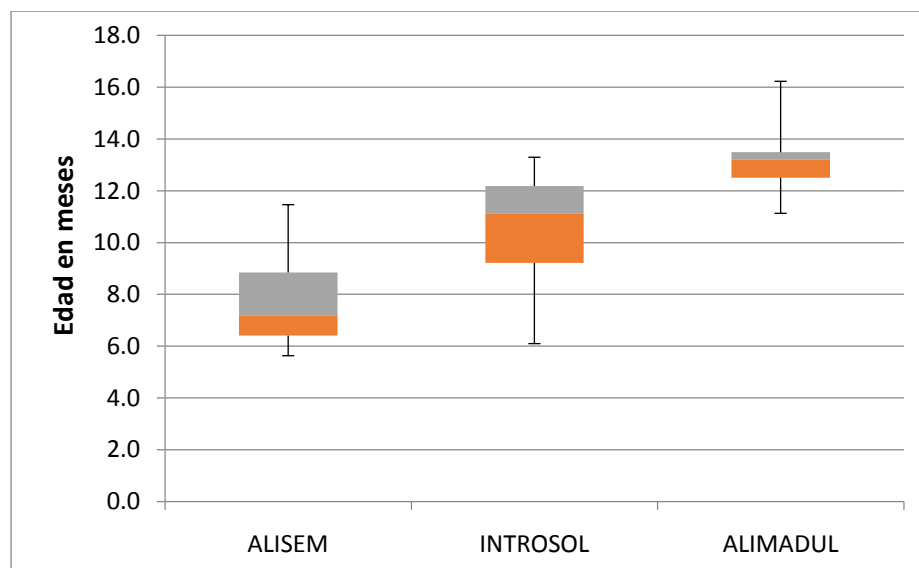
*Número de Hijos:* G1, G2 y G3 reportan un hijo 50.4%, dos hijos 37.7%, Tres hijos 11.9%.

*Distribución por Institución:* Jardines Infantiles: 74.3%. Unisalud EPS: 17.7% EPS. Fundación HOMI: 7.9%.

*Lactancia materna:* Lactancia materna exclusiva hasta los seis meses fue de 98.2%. Lactancia materna con alimentación complementaria hasta los 12 meses 38.8% y hasta los 18 meses 33,3%.

*Tipo de alimentación:* como parte de la descripción de la muestra y teniendo en cuenta que el tipo de alimentación corresponde a un subgrupo de las variables funcionales orales explicativas clasificadas en el modelo árboles de regresión (tabla 4-3), se obtuvo la mediana correspondiente a la edad cronológica para cada una de las variables y se graficaron los resultados en una gráfica de Box Plot (figura 5-1). Se encontró que para la variable ALISEM: alimentación con semisólidos el rango de edad fue entre los 6 y 9 meses de edad con una mediana de 7 meses aproximadamente. INTROSOL: introducción de sólidos, la mediana fue aproximadamente a los 11 meses. Se observa una distribución asimétrica de los datos, con mayor cantidad de datos hacia la parte inferior, el límite inferior fue a los 9 meses y el superior a los 12 meses. La mayor cantidad de datos se concentran entre los 9 y 11 meses de edad. ALIMADUL: la alimentación igual a la de un adulto, la mediana para esta variable fue aprox a los 13,2 meses. El rango de distribución estuvo entre los 12,4-13,5 meses aproximadamente, concuerda con un mayor desarrollo de la masticación ayudado por la presencia de un mayor número de dientes.

**Figura 5-1: Tipo de alimentación y edad en meses**



*Erupción dental:* inicio de la erupción de incisivos inferiores a los 8 meses, las funciones de succión, deglución y masticación estuvieron acordes con la edad en cada una de las etapas del desarrollo.

*Hábitos orales:* el principal hábito fue la succión digital en 4.9%, le siguió el chupo de entretención con 1.8% y por último la succión de tela o juguete con 0.74%.

*Dimorfismo sexual:* Se evidenciaron mayores incrementos de crecimiento en niños que en niñas para cada una de las variables generales y craneofaciales al obtener la mediana de las mediciones registradas en la base de datos, además las mediciones craneofaciales mostraron mayor crecimiento en altura, seguido de profundidad y anchura.

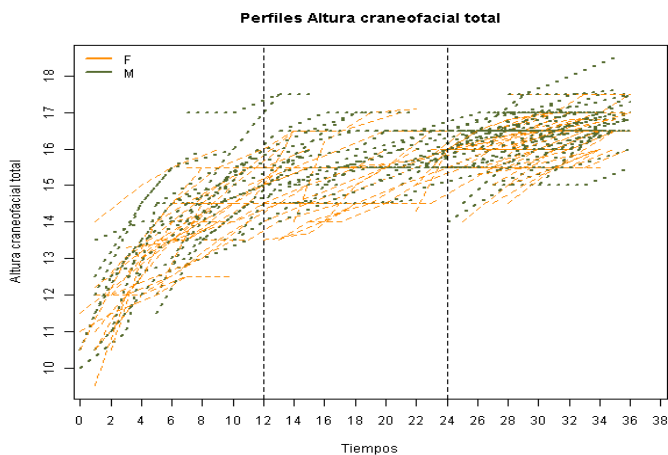
## 5.3 Patrones de crecimiento

En el ajuste de los modelos de crecimiento se utilizó el software estadístico R versión libre, ajustados mediante el método de estimación por vía REML, el paquete utilizado fue el *lme4* (5). El script del modelo para una de las variables se presenta en el (Anexo F). Los resultados para los modelos se calcularon para cada grupo de edad establecido y por sexo. De esta forma se obtienen seis modelos estadísticos los cuales se diferencian sustancialmente en el componente sistemático, esto debido a que el componente aleatorio es el mismo en cada caso (intercepto aleatorio y pendiente aleatoria), es decir la matriz  $Z_i$  toma la forma:

$$Z_i = \begin{bmatrix} 1 & T_{i1} \\ 1 & T_{i2} \\ 1 & T_{i3} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & T_{it_i} \end{bmatrix}$$

Los resultados se presentan tomando como ejemplo para desarrollar el modelo longitudinal mixto una de las variables antropométricas: altura craneofacial total. Los resultados para las demás variables se muestran en una tabla resumen (tabla 5-13).

**Figura 5-2: Perfiles de crecimiento para todos los individuos**



En la Figura 5-2, se presenta el crecimiento de todos los individuos para la variable, altura craneofacial total, en esta figura se observa una mayor pendiente de crecimiento de 0 a 12 meses. Teniendo en cuenta la figura 5.2, se procedió a modelar esta información a partir del modelo propuesto en la ecuación (2.3), los resultados de la estimación de los parámetros y el criterio de AIC se encuentran en la tabla 5-11.

### 5.3.1 Modelo sin grupos

Las estimaciones y resultados del ajuste para cada sexo se muestran en la Tabla 5-11 bajo el modelo descrito en la ecuación (2.4).

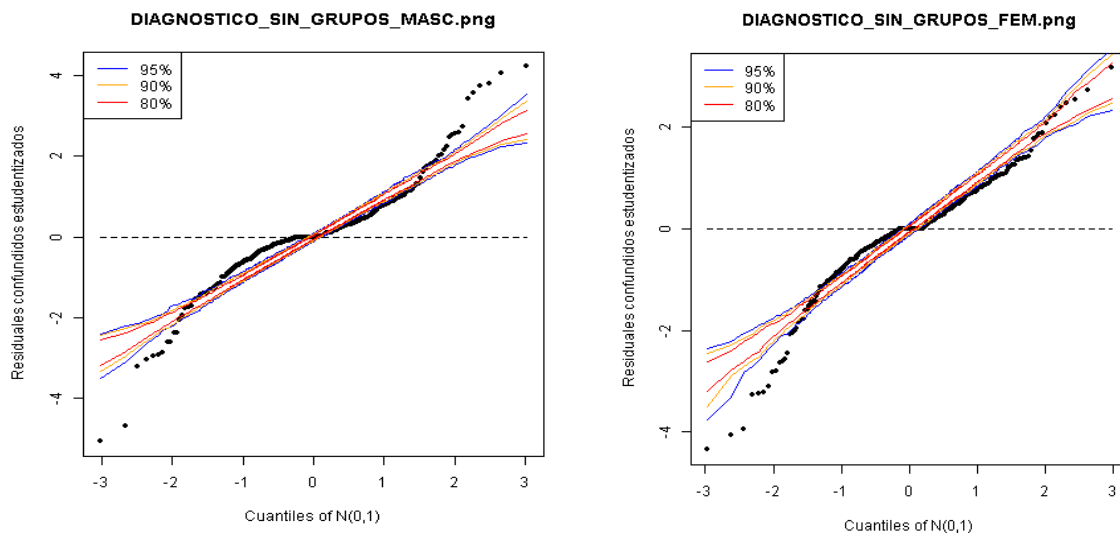
**Tabla 5-11: Estimaciones de parámetros y ajuste de modelos (Sin grupos)**

	Trasformación	Intercepto	Lineal	Cuadrático	Cubico	AIC
M	$\log y_{ijk}$	2.301	0.052	-0.001	0.0002	-1164.7
F	$\log y_{ijk}$	2.354	0.041	-0.001	0.0001	-1455.7

$\log y_{ijk} = 2.301 + 0.052 X_i - 0.001 X_i^2 + 0.0002 X_i^3$  Modelo para el sexo Femenino, donde  $y$  representa la variable altura craneofacial total.

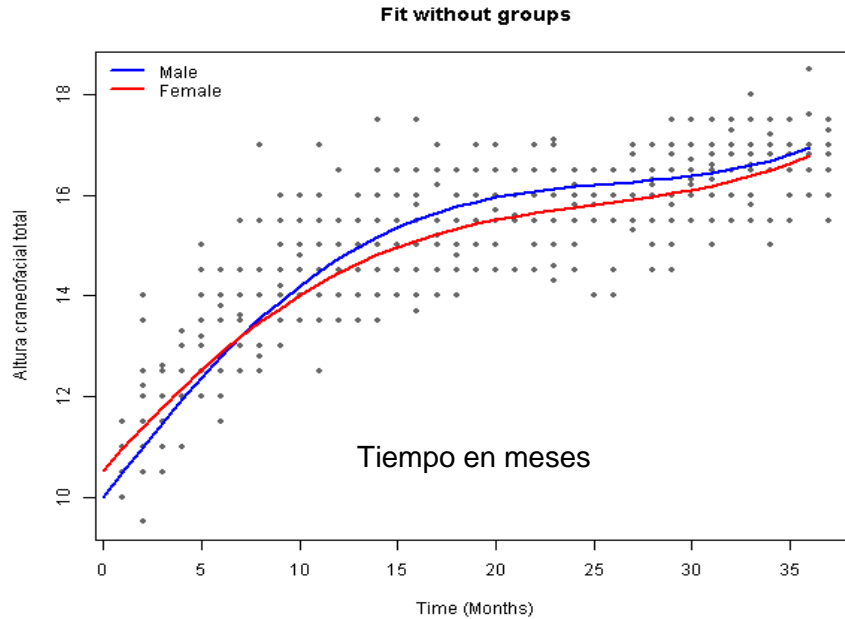
Finalmente el *envelope* para cada uno de los modelos se muestra en la Figura 5-2 estos permiten observar que tan bien ajustó el modelo a los datos; el grupo de masculinos y femeninos tienen un comportamiento similar, se observan muchos de los valores fuera de las bandas de confianza y alejados de la recta idéntica, con lo cual se evidencia un “mal ajuste” en el modelo con todos los datos.

**Figura 5-3: Envelopes sin grupos: Masculino (Izq.) Femenino (Der.)**



En la Figura 5-3 se representan los envelopes sin grupos y por sexo presentando una distribución asimétrica de los residuales para ambos sexos. Se observan datos atípicos con colas livianas en ambos extremos y reducción de las bandas de confianza. No se evidencia un claro ajuste.

**Figura 5-4: Modelos ajustados para todos los individuos para altura craneofacial total**



En la figura 5-4 se observa dimorfismo sexual y a partir del 6° mes se evidencia un mayor incremento de crecimiento en sexo masculino para la variable altura craneofacial total hasta los 36 meses.

Los resultados anteriores permiten concluir que no se puede ajustar un único modelo de crecimiento para todos los individuos en las diferentes edades, aunque si se logra visualizar un modelo de crecimiento propio para cada uno de los sexos, como se muestra en la tabla 5-11.

### 5.3.2 Modelo con grupos

Las estimaciones de los parámetros de los modelos para los grupos definidos para la variable altura craneofacial total se encuentran en la Tabla 5-12. Es de interés notar que para esta variable los modelos de crecimiento ajustados son todos de tipo lineal, se omiten valores cuadráticos y cúbicos. Solo se reportan los modelos con menor AIC.



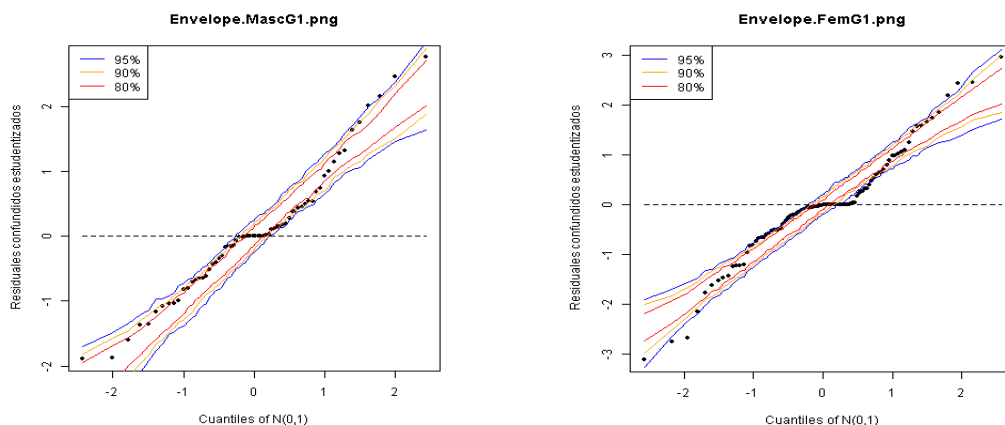
**Tabla 5-12: Estimaciones de parámetros y ajuste del modelo (Con grupos) para la variable altura craneofacial total**

		Trasformación	Intercepto	Lineal	AIC
G1	M	$\log y_{ijk}$	2.42771	0.02626	-157.7126
	F	$\log y_{ijk}$	2.44220	0.02232	-274.9423
G2	M	$\log y_{ijk}$	2.64510	0.00591	-259.12417
	F	$\log y_{ijk}$	2.53391	0.00958	-229.4208
G3	M	$\log y_{ijk}$	2.641462	0.0050970	-900.3578
	F	$\log y_{ijk}$	2.586793	0.0063544	-682.6133

Los envelopes o bandas de confianza permiten observar qué tanto ajustó el modelo a los datos y como se distribuyeron los errores. Gráficamente la distribución de los errores en los envelopes pueden mostrar una distribución normal, heterocedasticidad (distinta varianza), distribución de los errores con colas pesadas o colas livianas (las colas se salen de las bandas de confianza), distribución asimétrica a la izquierda o a la derecha; todas estas formas han sido descritas por autores como Atkinson, Riani y Paula, presentados y analizadas en Singer et al (26).

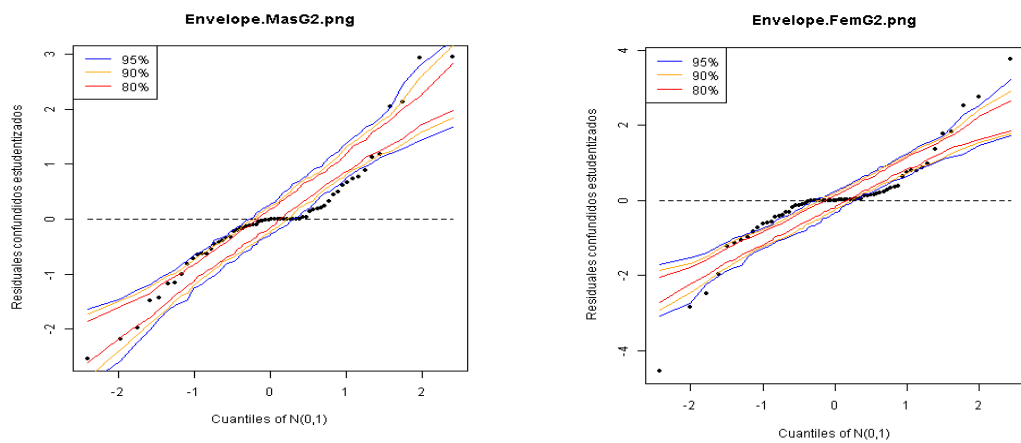
Al hacer el análisis por grupos se presenta un mejor ajuste del modelo de crecimiento, ya que los supuestos para los residuales parecen cumplirse como puede observarse en las figuras 5-5 y 5-6 para los grupos G1 y G2 respectivamente; las bandas de confianza contienen la mayoría de valores ajustando mejor en el sexo masculino aunque hay presencia de observaciones atípicas, cuya explicación biológica se aclara en la discusión.

**Figura 5-5: Bandas de confianza para altura craneofacial total en Grupo 1 Masculino (Izq.) Femenino (Der.)**



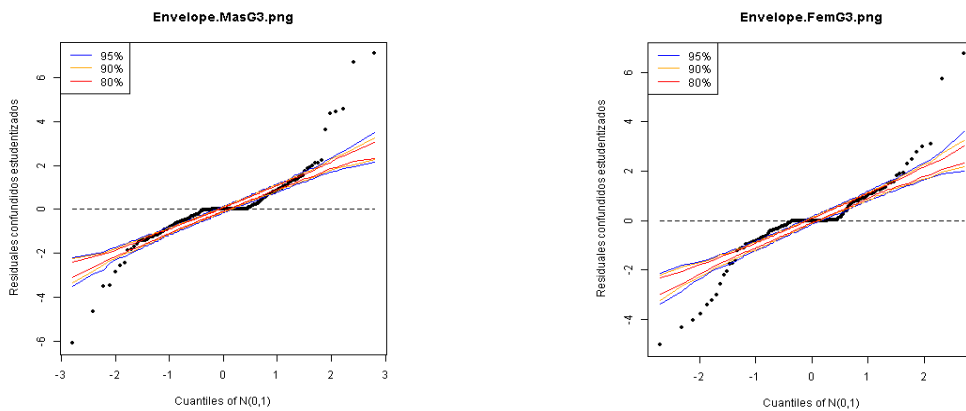
Un resultado importante es que, en la medida en que crece el nivel de confianza representado por los percentiles 80%, 90% y 95%, los individuos se mantienen dentro de la franja, con lo cual se garantiza el buen ajuste de los modelos propuestos.

**Figura 5-6: Bandas de confianza para altura craneofacial total en Grupo 2 Masculino (Izq.) Femenino (Der.)**



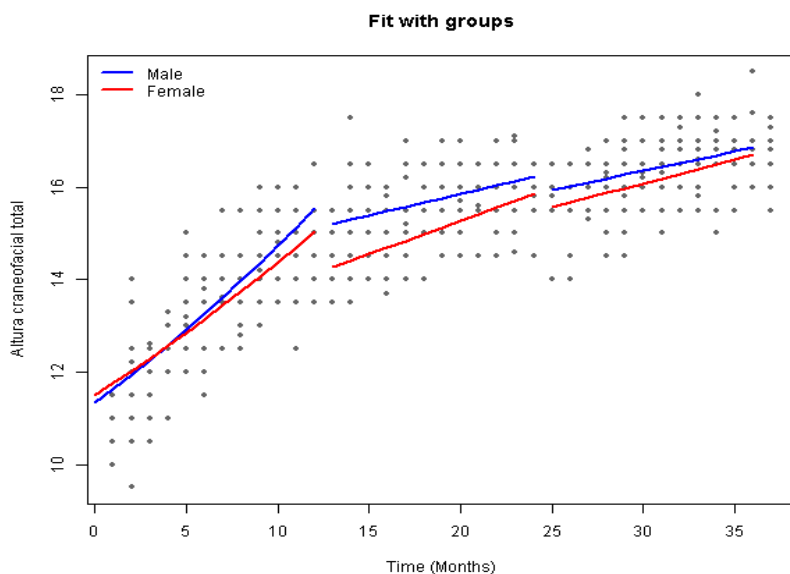
En la Figura 5-6 se representan los envelopes para G2 por sexo presentando una distribución asimétrica de los residuales en sexo femenino con colas livianas en ambos extremos.

**Figura 5-7: Bandas de confianza para altura craneofacial total en Grupo 3 Masculino (Izq.) Femenino (Der.)**



En la Figura 5-7 se representan los envelopes para G3 por sexo; la distribución de los errores no fue simétrica, en ambos sexos se observan datos extremos con colas livianas a la derecha y a la izquierda. Este comportamiento puede ser debido a la variabilidad extra que se tiene en este grupo, el cual fue observado en cada una de las variables antropométricas craneofaciales del estudio. Este grupo es el que tiene más problemas por la presencia de observaciones influyentes.

**Figura 5-8: Modelos ajustados por grupos y por sexo para altura craneofacial total**



En la figura 5-8 se observa la diferencia de comportamiento por cada grupo de edad y por sexo (dimorfismo sexual) para la variable altura craneofacial total. G1 presenta mayor incremento de crecimiento (de 0 a 12 meses) en niños que en niñas comparado con G2 y G3 cuya pendiente de crecimiento fue similar de los 12 hasta los 36 meses, aunque fue un poco mayor entre los 12 y 24 meses. Este mismo comportamiento se presentó en cada una de las variables generales y craneofaciales.

**Tabla 5-13: Modelos ajustados para las demás variables dentro de los grupos**

Antropometría general								
Variable	Grupo	Sexo	Transformación	Intercepto	Lineal	Cuadrático	Cúbico	AIC
PESO	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	0.7458	0.3355	-0.0267	0.00076	-77.138
		F	$\log y_{ijk}$ Log	0.9149	0.2586	-0.0194	0.00055	-151.28
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.9988	0.0182			-181.80
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.7943	0.0268			-137.28
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.9961	0.0163			-520.08
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.9203	0.0177			-389.68
TALLA	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	3.8162	0.0901	-0.0064	0.00018	-229.13
		F	$\log y_{ijk}$ Log	3.8466	0.0700	-0.0039	0.00010	-357.29
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	4.1531	0.0110			-307.15

54 Biometría craneofacial en niños de 0 a 3 años. Un estudio longitudinal. Caso Colombia

		F	$\log y_{ijk}$ Log	4.1428	0.0111			-328.67
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	4.2465	0.0069			-1025.59
		F	$\log y_{ijk}$ Log	4.2278	0.0071			-764.85
Antropometría craneofacial								
Variable	Grupo	Sexo	Trasformación	Intercepto	Lineal	Cuadrático	Cubico	AIC
PERÍMETRO CEFÁLICO	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	3.5138	0.0603	-0.0039	0.00009	-247.46
		F	$\log y_{ijk}$ Log	3.5037	0.0579	-0.0040	0.00010	-419.33
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	3.8182	0.0026			-359.38
		F	$\log y_{ijk}$ Log	3.7636	0.0043			-311.89
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	3.8250	0.0020			-1284.95
		F	$\log y_{ijk}$ Log	3.8064	0.0020			-892.26
LONGITUD ANTEROPOSTERIOR DE LA CABEZA	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.5549	0.0215			-196.41
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.5407	0.0220			-287.67
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.6364	0.0104			-244.31
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.6060	0.0116			-232.28
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.5081	0.0113			-731.74
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.5621	0.0092			-568.40
ALTURA CRANEOFACIAL TOTAL	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.4277	0.0262			-157.71
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.4422	0.0223			-274.94
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.6451	0.0059			-259.12
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.5339	0.0095			-229.42
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.6414	0.0050			-900.35
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.5867	0.0063			-682.61
Antropometría facial								
Variable	Grupo	Sexo	Trasformación	Intercepto	Lineal	Cuadrático	Cubico	AIC
ANCHURA BICIGOMÁTICA	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.1222	0.0177			-166.43
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.0790	0.0195			-220.28
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.1335	0.0083			-176.61
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.1347	0.0082			-234.30
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.0928	0.0069			-837.82
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.0688	0.0072			-592.15
ANCHURA CARA INFERIOR	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.0595	0.0193			-143.17
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.0197	0.0205			-239.75
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.1139	0.0064			-259.31
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.0589	0.0093			-249.33
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.0031	0.0079			-114.57

		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.9525	0.0092			-77.13
PROFUNDIDAD MAXILAR	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.8061	0.0971	-0.0082	0.00024	-151.28
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.8094	0.0874	-0.0071	0.00021	-181.80
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.8510	0.0334	-0.0006		-137.28
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.0710	0.0075			-520.08
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.0650	0.0066			-389.68
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.0416	0.0068			-229.13
PROFUNDIDAD MANDIBULA	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.8584	0.0932	-0.0072	0.00020	-357.29
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.9027	0.0716	-0.0050	0.00013	-307.15
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.1618	0.0070			-328.67
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.1233	0.0076			-1025.59
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	2.1465	0.0058			-764.85
		F	$\log y_{ijk}$ Log	2.1090	0.0066			-247.46
ALTURA FACIAL ANTERIOR	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.5751	0.1297	-0.0114	0.00036	-129.74
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.8443	0.0194			-273.17
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.9991	0.0050			-270.60
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.8908	0.0097			-199.98
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.9549	0.0057			-792.89
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.8899	0.0072			-608.27
Antropometría oral								
Variable	Grupo	Sexo	Trasformación	Intercepto	Lineal	Cuadrático	Cubico	AIC
ANCHURA BOCA	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.5060	0.1267			-129.28
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.5083	0.1123			-131.80
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.6537	0.1334			-137.28
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.6405	0.1175			-138.08
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.4563	0.1166			-125.68
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.4416	0.0068			-124.13
ANCHURA FILTRUM	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.4222	0.1177			-122.43
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.4790	0.1195			-125.28
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.4335	0.1083			-127.61
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.5347	0.1182			-134.30
	G3	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.5548	0.1157			-135.89
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.5898	0.1172			-134.27
LONGITUD FILTRUM	G1	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.5222	0.1177			-178.43
		F	$\log y_{ijk}$ Log	1.6790	0.1110			-156.28
	G2	M	$\log y_{ijk}$ Log	1.5335	0.1230			-158.61

		F	$\log y_{ijk}^{\text{Log}}$	1.5347	0.1236			-157.30
	G3	M	$\log y_{ijk}^{\text{Log}}$	1.5549	0.1278			-157.89
		F	$\log y_{ijk}^{\text{Log}}$	1.5299	0.1234			-169.27

En la tabla 5-13 se presenta las estimaciones y los resultados del ajuste de los modelos por grupos de edad y por sexo para cada una de las variables explicadas craneofaciales y se incluyeron al modelo la talla y el peso. Se construyeron más modelos pero los de menor AIC fueron los que se reportaron en este documento. Se observa que los modelos lineales fueron los que más ajustaron en todas las variables, sin embargo es de notar en el G1 (masculino y femenino), el ajuste de los modelos cuadrático y cúbico son los que mejor se ajustaron para las variables peso, talla, perímetro cefálico, profundidad del maxilar, profundidad de la mandíbula y altura facial anterior. El resultado de las variables orbitales y nasales no se muestran porque los incrementos de crecimiento fueron muy pocos y no se logró un buen ajuste.

## 5.4 Asociación de variables

En esta sección se aborda el problema respecto a la relación entre las variables explicativas ecogeográficas, socioeconómicas, de bienestar y funcionales orales y las variables explicadas antropométricas generales (covariables) y craneofaciales. Para ello se procedió a realizar análisis estadísticos basados en la obtención de la tasa de crecimiento de las variables explicadas.

### 5.4.1 Modelo árboles de regresión

Obtención de la tasa de crecimiento: para valorar la relación entre las variables explicadas y variables explicativas o factores independientes se obtuvo la tasa de crecimiento en cada una de las variables respuesta, según la expresión:

$$\text{Tasa de crecimiento} = \frac{X_{\text{Edad final}} - X_{\text{Edad inicial}}}{X_{\text{Edad final}}} \quad (5.1)$$

Considerando la necesidad de identificar la variabilidad de los datos y comportamiento de estos, entre los diferentes grupos de edad, se realizó un análisis de varianza de un factor y diagrama de Box-Plot por cada variable explicada considerada; se determinaron los parámetros de normalidad y homocedasticidad para cada variable. Además, se correlacionaron estas variables con el fin de reducir su número; con el resultado de éste análisis y observando la correlación entre las variables respuesta, se realizó el análisis de componente principales y el mapa factorial por individuos con el objetivo de hallar los componentes que explicaran la mayor varianza de las variables y hallar los ejes ortogonales que mejor explicaran la inercia total, además de obtener una representación gráfica de la matriz de correlación.

Utilizando los valores propios de los factores de análisis de componente principales (ACP), se realizó una agrupación jerárquica de Ward con el objeto de agrupar elementos

en grupos homogéneos en función de las similitudes entre ellos. Esta prueba detecta grupos internamente homogéneos (y heterogéneos entre sí). Con la metodología de Lebart (2004) en el paquete factoClass de R-project, la cual hace agrupación por el método de Ward y usa los centroides para inicializar el algoritmo k-means (81-83).

Para la selección de las variables se utilizó el algoritmo CfsSubsetEval (M. A. Hall (1998)) en Weka (Universidad de Waikato (1993)), que evalúa el valor de un subconjunto de atributos considerando la capacidad individual de predicción de cada característica, junto con el grado de redundancia entre ellos (80).

Para la clasificación y la asociación entre las variables respuesta y los factores independientes, se usaron los árboles de regresión, dado que tienen una gran capacidad predictiva e interpretativa. Dichos modelos son jerárquicos y dividen el espacio en particiones disjuntas de las variables repuestas (nodos) usando reglas o índices. Requieren de un valor de parada, el cual se calcula por validación cruzada o dando un independiente umbral al cambio del índice (81, 82).

#### **5.4.2 Resultados a partir de los árboles de regresión**

El modelo se aplicó para establecer la asociación entre las variables explicadas y explicativas. A partir de un análisis de distribución de varianza (ANOVA) de un factor y el diagrama de Box-Plot, se encontró una mejor distribución de las variables explicadas quedando conformada la muestra en tres nuevos grupos de edad (0 a 6] meses, (6-24] y mayor de 24 meses. Con estos nuevos grupos se modelaron cada una de las variables explicadas con los árboles de regresión. A continuación se verá la aplicación del modelo para la medida Altura Craneofacial total.

##### **Modelo Árboles de regresión para la variable altura craneofacial total.**

El modelo Árbol CART para “altura craneofacial total”, para los grupos (0-6], (6-24] y mayores de 24 meses para niños y niñas (no se agruparon por sexo) se presenta como una representación gráfica figura 5-9, 5-10, 5-11 y su interpretación en la tabla 6-15. El script del modelo para la variable Altura craneofacial aparece en (Anexo G) procesado en el programa RKWard.

En Figura 5-9: **Árbol CART - Altura Craneofacial Total de niños (a) s de 0 a 6 meses**

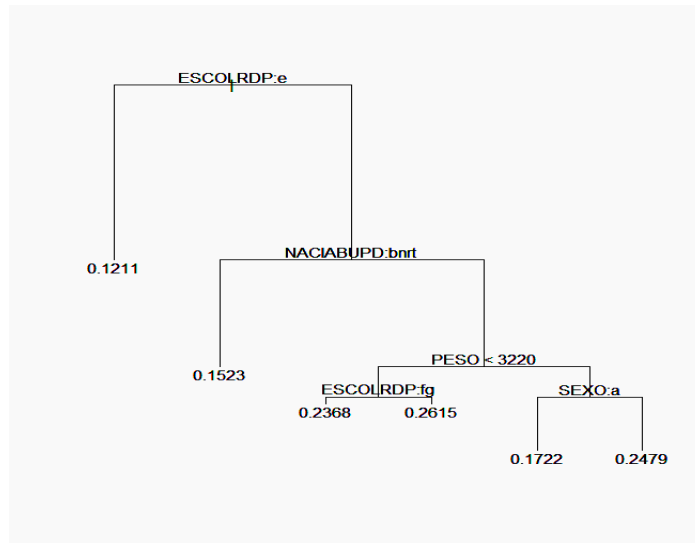
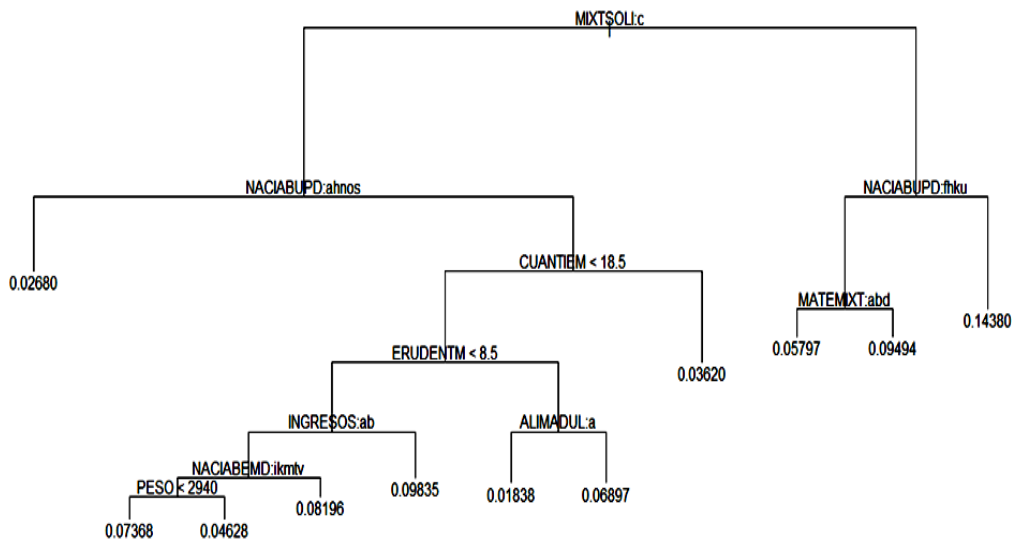
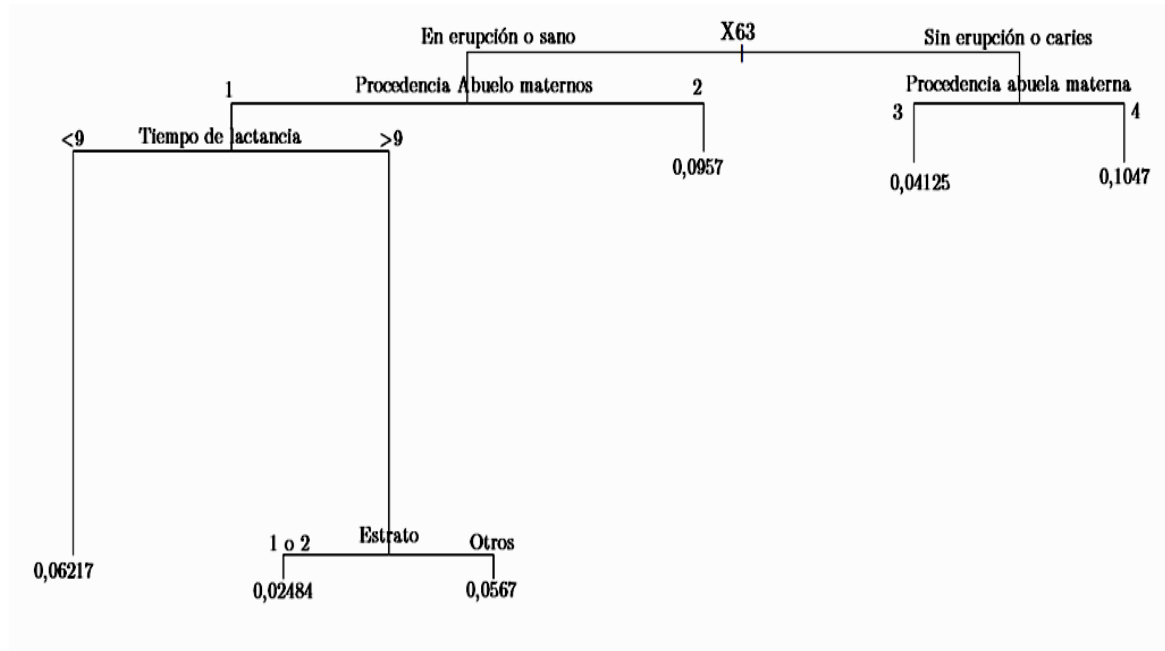


Figura 5-10: **Árbol CART - Altura Craneofacial Total de niños y niñas de 6 a 24 meses**





**Figura 5-11: Árbol CART-Altura Craneofacial total niño(a)s mayor a 24 meses**



**Tabla 5-14: Distribución de residuales en los tres grupos edad**

Medidas	Mínimo	1st Cuartil	Mediana	Media	3rd Cuartil	Máximo
De 0 a 6	-0,08945	-0,02534	-0,01152	0	0,03249	0,09769
De 6 a 24	-0,062120	-0,014770	0,004103	0,002106	0,017230	0,06903
Mayor a 24	-0,076880	-0,0125600	0,0001834	-0,0066240	0,0202200	0,09998

Los residuales del modelo por árboles de regresión estuvieron muy cercanos a cero en promedio, además los cuartiles también se comportaron alrededor de dicha media. Esto nos dice que el error de predicción es muy bajo y que el modelo es confiable.

- Selección de variables para el modelo Altura Craneofacial total

Se buscan las variables que minimizan el error cuadrático medio, es decir, explican con mayor pureza la altura craneofacial total. Esto se hace repetidamente en cada una de las particiones representadas por un nodo (81-83). El nodo es la menor distancia entre la observación 1 y 2 por ejemplo. El método escoge aquellas variables que bajando por el árbol dividen mejor la altura craneofacial total, solucionando cada vez el siguiente problema:

$$\min_{X_1, \dots, X_n} R(t)$$

Con  $R(t) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y}_t)^2$  con  $\bar{Y}_t$  la media de la altura en ese nodo.

Teniendo en cuenta el error cuadrático medio, la variable que menos sesgo aporta a la explicación de la variable respuesta es la más influyente. De esta forma las variables que mejor predicen las variables explicadas en cada grupo de edad fueron:

**Tabla 5-15: Variables explicativas para altura cráneo facial total por grupos de edad**

De 0 a 6 meses	De 6 a 24 meses	Mayor de 24 meses
ESCOLRDP	MIXSOL	CUANTIEMPO
NACIABUPD	NACIABUPD	NACIABEMD
PESO >3220gr	CUANTIEM	ERUDENTM
SEXO	ERUDENTM	CUANTIEM
	INGRESOS	NACIABEPD
	NACIABUEMD	ESCOLRDM
	PESO	ESTRATO
	ALIMADUL	NACIABUMD
	MATEMIXT	

En la tabla 5-15 se encuentra que el departamento de origen de los abuelos es una variable influyente para los tres grupos de edades ya que en términos del error cuadrático medio fue la variable que menos sesgo aportó a la explicación de la altura craneofacial. De 0 a 6 meses la escolaridad del padre hace una buena división lo cual se puede explicar por la forma de alimentación y los hábitos. El peso al nacer mayor a 3220gr y el sexo marcaron influencia al final del árbol. De 6 a 24 meses el tipo de alimentación (MIXSOL), el tiempo de lactancia materna (CUANTIEM), la alimentación igual a la de un adulto (ALIMADUL) y la alimentación materna y mixta (MATEMIXT) son influyentes sobre la actividad motora y función oral y dental (ERUDENTM). El grupo mayor a 24 meses además del tiempo de la lactancia que es la que inicia dividiendo el árbol, aparecen nuevas variables como el estrato y la escolaridad de la madre (ESCOLRDM).

El modelo se aplicó para cada una de las variables explicadas y se obtuvieron las variables más predictivas o explicativas, clasificadas por grupos de edad presentadas en las tablas resumen 5-16 a 5-19.

**Tabla 5-16: Variables generales explicadas y explicativas por grupos de edad**

		0 – 6 meses	6.1 – 24 meses	Mayor de 24 meses	
GENERAL	PESO	Escolar/Padre	Diente 52/salud dental	Diente 52/salud dental	
		Naci/Abuelamat/dep	Nacim/Abuelo paterno/dep	Diente 75/salud dental	
		Alimen/mat y artificial	Cuanto tiempo/L. materna	Nacim/Abuela materna/dep.	
		Ocupac/ madre	Escolaridad del Padre	Cuanto tiempo/L. materna	
		Peso/Nacer	Nacim/Abuela paterna/dep.	Vivienda/arriendo/propia	
			Erupción dental	Erupción dental	
			Alimentación semisólida	Vivienda/arriendo/propia	
			Escolaridad del Padre	Nacim/Abuelo paterno/dep	
				Nacim/Abuelo Materno/dep	
				Peso al nacer <2820/>2820	
				Diente 54/salud dental	
				Alimen/semisólidos	
			Escolaridad del Padre		
			Nacim/Abuela Paterna/dep.		
		TALLA	Lactancia materna	Diente 51/salud dental	Diente 64/salud dental
			Ocupación madre	Cuanto tiempo/L. materna	Diente 53/salud dental
			Estrato	Escolaridad de al Madre	Nacim/Abuela materna/dep.
			Peso al nacer	Alimen/materna y mixta.	Diente 55/salud dental
			Escolaridad del padre	Nacim/Abuela Paterna/dep.	Cuanto tiempo/L. materna
			Escolaridad del Padre	Ingresos/<= 1SMV/2-3SMV	
			Vivienda/arriendo/propia	Nacim/Abuelo paterno/dep	
		Estrato 2,3/Estrato 4,5	Sexo Femenino/Masculino		
			Diente 51/salud dental		

**Tabla 5-17 Variables craneofaciales explicadas y explicativas por grupos de edad**

CRANEO FACIALES	ANCHURA	Perímetro Cefálico	Alimen/mater y artificial	Diente 52/salud dental	Diente 52/salud dental
			Estrato	Cuanto tiempo/L.	Diente 72/salud dental
			Talla al nacer	Diente 72/salud dental	Diente 65/salud dental
			Vivienda	Vivien/fam/propia/arrd	Cuanto tiempo/L. mat
				Nacim/Abuelo Pat/dep	Femenino/Masculino
				Erupción dental	Escolaridad del Padre
				Nacim/Abuela Mate/dep.	Diente 84/salud dental
					Erupción dental
					Diente 61/salud dental
				Anchura de la cabeza	Peso/Nacer
	Nacim/Abuela pat/dep.	Alimen/Artificial/mixta	Diente 61/Salud dental		
	Escolaridad del padre	Alim/ Mixta con sólidos	Nacim/Abuela Pat/dep		

PROFUNDIDAD			Erupción dental	Peso al nacer <2755/>2755
			Alimen/complem	Peso al nacer <2635/>2635
			Nacim/Abuelo Mat/dep	Peso al nacer <2965/>2965
			Peso <2990/>2990	Estrato 1,3,4 /Estrato 2
			Escolaridad Madre	Erupción dental/ en
			51 y 82/salud dental	Ocupac/ madre
				Nacim/Abuela Mat/dep. Mixta semisólidos 5
				Nacim/Abuelo Mat/dep Peso al nacer <2970/>2970
	Longitud Anteroposterior de la Cabeza	Nacim/Abuelo pat/dep	Cuanto tiempo/L. mat	Cuanto tiempo/L. mat
		Estrato	Diente 51/Salud dental	Nacim/Abuela Mat/dep.
		Ocupac/ madre	Nacim/Abuela Pat/dep	Erup dental/ en meses
		Escolaridad de la madre	Erupción dental/ en	Diente 84/Salud dental
			Estrato 1,2/Estrato 3,4	Escolaridad Padre
			Escolaridad de la	Peso < 3095/>3095
			Alimen/materna y	Peso < 2775/> 2775
			Diente 51/Salud dental Estrato 1,2 /Estrato 3,4 Escolaridad de la	
		Nacim/Abuelo Paterno/dep		
ALTURA	Altura Craneofacial Total	Escolar/Padre	Cuanto tiempo/L. mat	Diente 63/salud dental
		Nacim/Abuelo pat/dep	Nacim/Abuelo Pat/dep	Cuanto tiempo/L. mat
		Peso/Nacer <3220 /> 3220gr	Nacim/Abuelo Mat/dep	Nacim/Abuela Mat/dep.
		Escolaridad del padre	Erupción dental	Erupción dental/ en
		Femenino/masculino	Nacim/Abuela pat	Nacim/Abuela Pat/dep
				Escolaridad de la
				Estrato 1,4 /Estrato 2,3
				Nacim/Abuelo Mat/dep
				Diente 72/salud dental
				Nacim/Abuelo Pat/dep
	Índice cefálico	Nacim/Abuelo pat/dep	Cuanto tiempo/L. mat	Cuanto tiempo/L. mat

**Tabla 5-18: Variables faciales explicadas y explicativas por grupos de edad**

Anchura bicigomática	Nacim/Abuelo paterno/dep	Cuanto tiempo/L. mat	Mixta semisólidos 5 veces/día
	Peso/Nacer <2880 />2880	Nacim/Abuelo Pat/dep	Diente 82/salud dental
	Escolaridad de la madre	Diente 74/caries /en erup	Nacim/Abuela materna/dep
		Diente 74/sano	Erupción dental
		Escolaridad del Padre	Cuanto tiempo/L. materna
		Erupción dental	Nacim/Abuelo Paterno/dep
		Diente 72/sano /en erup	Escolaridad de la madre
Anchura cara inferior	Nacim/Abuelo materno/dep	Nacim/Abuelo pat/dep	Nacim/Abuela materna/dep
	Nacim/Abuela paterna/dep	Nacim/Abuela mat/dep	Diente 75/salud dental
	Ocupación/ madre	Diente 61/en erup/sano	Erupción dental
	Vivienda	Cuanto tiempo/L. mat	Alimen/complem
	Peso/Nacer <3070/ >3070gr	Erupción dental	Cuanto tiempo/L. materna
		Vivienda/familiar o propia	Ocupación Madre
		Escolaridad del Padre	Talla al nacer <49,25/>49.25
		Escolaridad de la Madre	Nacim/Abuelo Materno/dep
		Peso al nacer < 3040/>3040	Ingresos/2-3SMV/<= 1SMV
			Escolaridad del Padre
			Sexo Femenino/Masculino
Profundidad del maxilar	Escolaridad de la madre	Mixta semisólidos 5 veces/día	Mixta semisólidos 5 veces/día
	Talla al nacer <49.5/>49.5	Cuanto tiemp/L. materna	Cuanto tiempo/L. materna
	Nacim/Abuela paterna/dep	Nacim/Abuelo pat/dep	Nacim/Abuelo materno/dep
	Estrato2, 3/ Estrato> 3	Alimen/materna y mixta	Diente 75/salud dental
		Erupción dental	Peso al nacer < 2775/> 2775
		Escolaridad del Padre	Erupción dental
		Nacim/Abuela pat/dep	Nacim/Abuelo paterno/dep
			Diente 62/salud dental
Profundidad de la mandíbula	Escolaridad de la madre	Nacim/Abuelo pat/dep	Nacim/Abuela materna/dep
	Talla al nacer <49.5/>49.5	Cuanto tiemp/L. materna	Cuanto tiempo/L. materna
	Nacim/Abuelo paterno/dep	Escolaridad de la Madre	Erupción dental
	Nacim/Abuela paterna/dep	Nacim/Abuela pat/dep	Nacim/Abuelo paterno/dep
		Escolaridad del Padre	Nacim/Abuelo materno/dep
			Diente 55/salud dental
			Escolaridad del padre
			Ocupación padre
		Escolaridad de la Madre	

Altura facial	Nacim/Abuelo materno/dep	Cuanto tiempo/L. mat	Diente 55/salud dental		
	Nacim/Abuela paterna/dep	Ingresos/<=1SMV/ 2-3SMV	Alimen/ Mixta con sólidos		
	Escolaridad de la madre	Nacim/Abuela mat/dep	Cuanto tiempo/L. materna		
	Escolaridad del padre	Femenino/Masculino	Escolaridad de la Madre		
			Erupción dental	Diente 85/salud dental	
			Erupción dental	Erupción dental	
			Escolaridad de la Madre	Nacim/Abuela materna/dep	
			Estrato 2 /Estrato 3,4	Diente 51/salud dental	
					Diente 75/salud dental
					Nacim/Abuelo materno/dep
					Talla al nacer <49,25/>49.25
					Diente 53/salud dental
					Vivienda/familiar o propia
					Nacim/Abuelo paterna/dep
Alimen/materna y mixta.					
Índice facial	Nacim/Abuelo paterno/dep	Nacim/abuela mat/dep	Diente 84/salud dental		
	Estrato 1,2/Estrato 3,4	Cuanto tiemp/L. materna	Cuanto tiempo/L. materna		
	Talla al nacer < 50.5/> 50.5	Nacim/abuelapater/dep	Erupción dental		
	Nacim/Abuela paterna/dep	Diente 84/ erupción/sano	Estrato 2 /Estrato 3,4		
	Escolaridad del padre	Escolaridad de la Madre	Vivienda/familiar o propia		
			Erupción dental	Alimen/materna y mixta.	
			Peso al nacer < 3115/>3115	Diente 65 /salud dental	
			Diente 71/en erup/sano	Escolaridad de la Madre	
					Diente 61 /salud dental
					Nacim/Abuela paterna/dep
					Nacim/Abuelo paterno/dep
					Peso al nacer < 2895/>2895
					Escolaridad del padre
					Sexo Femenino/Masculino
Talla al nacer 49,25/>49.25					
Nacim/Abuela( materna/dep					
Nacim/Abuelo materno/dep					

**Tabla 5-19 Variables orales explicadas y explicativas por grupos de edad**

Edad(meses)	(0-6)	(6-24]	24 en adelante
Anchura de la boca	Nacim/Abuela paterno/dep	Cuanto tiemp/L. materna	Cuanto tiempo/L. materna
	Talla al nacer < 49.5/> 49.5	Nacim/Abuelo pat/dep	Nacim/Abuela materno/dep
	Escolaridad de la Madre	Nacim/Abuela pat /dep	Nacim/Abuelo paterno/dep
	Peso al nacer < 3230/>3230	Vivienda/familiar o propia	Talla al nacer < 49.5/> 49.5
		Erupción dental	Diente75/ erup/sano/ausent
		Nacim/abuelo mat/dep	Erupción dental
			Nacimiento abuelopat/dep.
Anchura del filtrum	Nacim/Abuelo materno/dep	Cuanto tiempo/L. materna	Cuanto tiempo/L. materna
	Nacim/Abuela paterna/dep	Nacim/abuelo pate/dep	Cuanto tiempo biberón

	Estrato 2/3,4	Nacim/abuela pat/dep	Alimen/materna y mixta.
		Nacim/Abuelo materno/dep	Nacim/Abuelo paterno/dep
		Peso al nacer < 3055/>3055	Nacim/Abuela materna/dep
			Erupción dental
			Erupción dental
			Estrato 2 /Estrato 3,4
			Diente 74/en erup/sano/aus
Longitud del filtrum	Nacim/Abuela paterna/dep	Nacim/Abuelomat/dep	Nacim/Abuela paterna/dep
	Peso al nacer < 3055/>3055	Nacim/Abuelo pat/dep	Nacim/Abuelo paterno/dep
	Ocupaciónmadre hog/emple.	Cuanto tiem/L. materna	Cuanto tiempo/L. materna
		Erupción dental	Escolaridad padre
		Mixta semisólidos 5 veces/día	Ocupación Madre hogar/empleada
		Nacim/Abuela patern/dep	Erupción dental
		Vivienda/familiar o propia	Nacim/Abuelo materno/dep
		Nacim/Abuelamat/dep	Peso <2875/>2875
			Ocupación padre
			Diente 63, erup/sano/ausen
			Talla <48.5/>48.5
			Alimentación igual a un adulto

Las tablas 5-16 a 5-19 presentan las variables que teniendo en cuenta el error cuadrático medio fueron las que menos sesgo aportaron para explicar el crecimiento general y craneofacial en los tres grupos de edad. Se observa la aparición de variables por grupo de edad acorde con las etapas de desarrollo de los niños y aumento en el número de variables explicativas a mayor edad. También se observa la permanencia de algunas variables a través del tiempo, las cuales fueron visibles en todos los grupos de edad y explican el crecimiento de las variables generales y craneofaciales tales como la lactancia materna, cuanto tiempo la lactancia materna, el lugar de nacimiento de los abuelos, el peso al nacer y la escolaridad de los padres. En el grupo de 0 a 6 meses predominó la práctica de la lactancia materna, el peso, la talla al nacer y la escolaridad de los padres. De 6 a 24 meses se observa influencia de las variables cuanto tiempo la lactancia materna, el tipo de alimentación, la erupción dental y el estrato. Para el grupo mayor a 24 meses fueron influyentes las variables diente/salud dental, la ocupación, ingresos y vivienda. Con relación a las variables faciales y orales además de las variables explicativas mencionadas, la talla al nacer en el grupo de 0 a 6 meses predominó en la profundidad del maxilar, profundidad de la mandíbula y en la anchura de la boca; y en el grupo mayor de 24 meses, en la anchura de la cara inferior y en la altura facial.

## 6. Discusión.

Para el desarrollo de esta investigación, se realizó muestreo por conveniencia considerando criterios de inclusión y exclusión (Figura 4-1), siguiendo recomendaciones de la OMS (14-16). La muestra consistió en niños de 0 a 3 años, residentes en Bogotá, nacidos o procedentes de cualquier población colombiana, pertenecientes a instituciones con población cautiva y con estándares adecuados de cuidado, protección, salud, bienestar (1-4) y seguridad alimentaria (62). Es decir, que la muestra es prescriptiva; “cómo deberían crecer los niños” en condiciones ideales de salud, que reflejen el crecimiento “idóneo”, OMS (14).

El diseño del estudio fue longitudinal, con mediciones tomadas 4 veces durante un año. Se realizaron entrenamientos de dos examinadores y pruebas de calibración intra e interexaminador para minimizar el error aleatorio, también se utilizaron cinta métrica e instrumentos de medición calibrados a través de estándares internacionales (16) para controlar el error sistemático. Se calculó el error del método intra e interexaminador por medio de una prueba F de dos factores (tabla 5-1), de las salidas de los análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de confianza del 95%. Los valores altos de  $p$  de esta tabla, ilustran claramente que no hay diferencias entre los evaluadores.

*Variables ecogeográficas:* considerando que el 97,7% de los niños nacieron en Bogotá, y que el lugar de nacimiento de los padres y abuelos fue la región Cundiboyacense en un 80,2% y 75,2% respectivamente, y en otras, las regiones caribeña, tolimense, huilense, antioqueña, santandereana y nortesantandereana (tabla 5-4), se asume que existe migración de pobladores a la capital principalmente a partir de regiones cercanas a ésta, por parte de familias que buscan en Bogotá mejorar su bienestar y condiciones socioeconómicas. Cuando la migración a la capital provino de regiones lejanas, como la región del Caribe, segunda región más representativa (6,3% aproximadamente), se supone como causa un desplazamiento forzado. Estos hallazgos coinciden con las encuestas de demografía y calidad de vida de Bogotá, las cuales muestran migración con predominio de los departamentos más cercanos a la ciudad, como son Cundinamarca, Boyacá, Tolima y Meta, seguidos por departamentos un poco más lejanos como Santander, Caldas y Huila (179, 181).

Esta migración de pobladores de una región a otra, conlleva influencia genética (flujo de genes, herencia) (44,156, 157, 160) y ambiental sobre ellos (clima, altitud, temperatura) (32, 40- 43, 123, 153, 157), así como costumbres, cultura, tipo de alimentación y hábitos de crianza (69,72,73), factores relacionados con procesos de adaptabilidad y plasticidad



---

del desarrollo (155-157) que evidentemente influyeron en los patrones de crecimiento y desarrollo general y craneofacial de la muestra, como se confirma en las asociación de variables en el modelo árboles de regresión (tablas 5-16 a 5-19).

*Variables socioeconómicas:* aunque predominaron los estratos 2 y 3 (tabla 5-6), y el nivel de ingresos familiar mensual estuvo entre 1 y 2 salarios mínimos (SMLV) (tabla 5-8), la muestra fue prescriptiva; con predominio de lactancia materna (98,2%), seguridad alimentaria y bienestar. Estas condiciones aseguraron una muestra tipo prescriptiva en el estudio, que si bien no refleja las condiciones de la población en general, aporta la seguridad de saber, a través de la muestra, cómo influyen las condiciones socioeconómicas en el crecimiento de los niños a partir de un mínimo de homogeneidad.

Esta influencia se vio reflejada en los árboles de regresión al encontrarse que tanto la lactancia materna como el tipo de alimentación fueron las variables más influyentes y las que menos sesgo aportaron a la explicación de las variables respuestas generales y craneofaciales teniendo en cuenta el error cuadrático medio. Sin embargo, es importante anotar que tanto el estrato como los ingresos mensuales fueron las variables que pudieron explicar mejor el crecimiento de algunas hicieron una clasificación homogénea de los datos en los nodos hijos de tercero y cuarto orden para explicar el crecimiento de variables craneofaciales como el perímetro cefálico, anchura de la cabeza, altura craneofacial total, longitud anteroposterior de la cabeza, profundidad del maxilar, anchura de la cara inferior y altura facial; así como de la talla y el peso.

*Lactancia materna:* el 98,2% de los niños de la muestra recibieron lactancia materna exclusiva hasta los seis meses, así como lactancia materna con alimentación complementaria hasta los 12 (38,8%) y 18 meses (33,3%) respectivamente.

Estos resultados superaron los datos reportados en Colombia. Para el período 2000-2005, la práctica de lactancia materna exclusiva en el país alcanzó el 26% y la duración de lactancia materna con alimentación complementaria pasó de 13 a 14.9 meses (179). En Bogotá, según la EDDS 2011, el porcentaje de niños con lactancia materna exclusiva descendió en los primeros 6 meses de vida al pasar de 86%, en los primeros dos meses, a 27% entre los cinco y seis meses; mientras que la lactancia materna con alimentación complementaria se mantuvo hasta los 16 meses (177).

Se debe tener en cuenta para el análisis de la diferencia significativa de cifras sobre lactancia materna exclusiva que existe entre este estudio y las encuestas nacionales y distritales, que el factor de recordación utilizado puede no ser exacto, siendo susceptible de conducir a una sobrestimación.

En consideración a lo anteriormente expuesto, se asumen los resultados del presente estudio como parte de los programas de promoción y apoyo a las madres lactantes de los niños pertenecientes a instituciones educativas (74,3%), lo que incide en el fomento de su práctica.

De la misma manera, el nivel de escolaridad de las madres, representado en los porcentajes de grado universitario (15,8%), técnico (13,5%) y secundaria completa (44,9%) (Tabla 5-9), explica los mayores niveles de receptividad y entendimiento de los beneficios económicos y de bienestar para sus hijos, lo que prolonga su práctica incluso

hasta los 18 meses de edad. Tal como lo muestran algunos estudios en madres lactantes (68-73), se reporta una asociación entre un mejor nivel educativo de las madres y un tiempo de lactancia con alimentación complementaria superior a 12 meses de edad (68, 73). Sin embargo, en Colombia para el período 2000-2005 (179) y según la EDDS 2011 (177), los datos reportan una asociación entre unos menores niveles educativo (básica-primaria) y de riqueza, con mayor tiempo de lactancia, hasta 16 meses.

La ocupación de las madres es otro factor determinante que favorece la lactancia prolongada (74, 75), que se ilustra en la tabla 5-10 por las categorías hogar, independiente e informal (39,8%). El otro 60,2%, corresponde a madres que trabajan o estudian, cubiertas por la Ley 1468 de 2011 que establece la licencia de maternidad de 14 semanas y una hora de lactancia. Aunque no es un dato contundente, permite que se logre un 98.2% de lactancia exclusiva en nuestra muestra.

Este predominio contrasta con los resultados obtenidos en la asociación de variables influyentes sobre el crecimiento, en donde se demuestra que esta variable no solo es factor importante en la nutrición sino que favorece el crecimiento craneofacial a través del estímulo funcional oral (67, 69); y el desarrollo motor funcional oral (66, 68), por su beneficio nutricional (13, 14, 16, 51, 53, 60, 63, 64), por la estimulación al crecimiento de los maxilares (57- 59, 66, 71), el establecimiento de las funciones motoras orales (94, 95, 97), la disminución de hábitos parafuncionales y maloclusiones (67-70, 77, 78), que en la muestra se presentaron, como cifras relativamente bajas: succión digital 4.9%, chupo de entretención 1.8% y succión de tela o juguete 0.74%.

*Patrones de crecimiento craneofacial y construcción de curvas de crecimiento:* los modelos longitudinales mixtos resultaron ser una herramienta útil para describir el comportamiento del crecimiento general y craneofacial, en tanto que lo modelaron por grupos de edad G1, G2, G3 y sexo, mostraron diferencias entre ellos y reflejaron mayor pendiente de crecimiento en el grupo de 0 a 12 meses. Estas características le confieren ventajas a dichos modelos porque permiten diagnosticar, identificar riesgos (1, 4, 13, 22) y evaluar la variabilidad.

Cuando contrastamos las curvas de crecimiento construidas a partir del método LMS (14, 15, 16, 30), con las curvas obtenidas a partir de los modelos longitudinales mixtos utilizados en este estudio, se observa que estos últimos brindan como ventaja el modelamiento de los residuales. De esta manera, se pueden identificar con claridad datos atípicos, además de la variabilidad interindividual, como se muestra en las bandas de confianza o envelopes (Figura 5-5 a 5-7). Con las curvas construidas a partir del método LMS, se evalúa el comportamiento de crecimiento de un individuo con respecto a una mediana poblacional tomada a partir una población (patrón de referencia); se representa en percentiles y/o desviaciones estándar (SD) (Z score), con lo que se evalúa el riesgo, dificultándose identificar las variaciones interindividuales.

Consecuente con la explicación anterior y para sustentar claramente las ventajas y dificultades del modelo utilizado, cabe anotar que cuando se modeló todo el grupo de 0 a 36 meses, no se obtuvo un buen ajuste, pues se observó dispersión de los datos en la gráfica de perfiles individuales (figura 5-2). Dicha situación cambió al modelarse el crecimiento por los grupos de edad G1, G2, G3 y por sexo (figura 5-8), observándose un buen ajuste de los que se explica porque biológicamente cada grupo etéreo cursa por

---

cambios dimensionales y del desarrollo, tal como lo muestran los estudios (14, 15, 22-25) y las escalas de desarrollo del niño (88, 89), cuya variabilidad es identificada por el modelo y graficada mediante los envelopes o bandas de confianza.

Al analizar cada una de las variables antropométricas explicadas, la distribución de los residuales en las bandas de crecimiento mostraron un mejor comportamiento en los Grupos G1 y G2. Las bandas de confianza observadas en los envelopes contenían la mayoría de los datos, mientras que en G3 no se logró un buen ajuste de los residuales y se observaron varios datos atípicos y colas. Este hallazgo se atribuye posiblemente a que los niños en sus primeros meses de vida crecen de manera más uniforme mientras que con la edad aumenta la variabilidad presentada como respuesta a las influencias del entorno y al incremento del número de variables influyentes. Dichas influencias pueden catalogarse como: ecogeográficas (40-44), socioeconómicas (47), de bienestar (47, 49) y funcionales orales (66-69, 99, 100, 103); estas influencias aumentan con la edad, tal como se evidenció en la relación entre las variables explicadas y explicativas observadas en este mismo estudio.

Los niños identificados como atípicos fueron aquellos más pequeños o grandes para la edad, aun cuando los padres y/o acudientes no reportaran antecedentes médicos prenatales, alteraciones de salud frecuentes, deficiencias nutricionales y trastornos de alimentación. Dicho comportamiento es el resultado de la influencia genética (herencia) sobre el crecimiento, la cual explica gran parte de la variación en la estatura como se reporta en la literatura (42, 43, 45, 154-156)

El dimorfismo sexual se pudo observar en los patrones de crecimiento para cada una de las variables generales y craneofaciales tal como lo muestran los estudios (14, 18, 19, 22-25), mostró diferencias entre las variables generales y craneofaciales y por grupos de edad.

El perímetro cefálico es un importante predictor de neurodesarrollo de los niños. Durante los primeros seis meses, la circunferencia de la cabeza crece rápidamente, pues aumenta hasta 7cm y al final del primer año se incrementa hasta 5cm más, cambios que son mayores en niños que en niñas (14, 16, 60, 110). En la muestra, no se observó dimorfismo sexual para la medida del perímetro cefálico al nacimiento. A partir de los 6 meses y hasta los 36 meses el crecimiento fue mayor en niños que en niñas (valores disponibles en la base de datos). Igual comportamiento se observó en las curvas de la OMS para esta variable, sin embargo, los niños y niñas de la muestra alcanzaron un mayor crecimiento con relación a los datos reportados por la OMS (14-16). Adicional a las condiciones del entorno, se asume esta diferencia debido al origen étnico de la muestra, población cundiboyacense (97,7%), en la que predomina el tipo cefálico braquicéfalo, es decir, cabeza más ancha que larga. En el modelo árboles de regresión se pudo observar la influencia del lugar de nacimiento de los abuelos como variable predominante que explica el crecimiento del perímetro cefálico y además la influencia de otras variables como el estrato, la vivienda y tipo de alimentación. Según los reportes de la literatura, el perímetro cefálico es un indicador de salud infantil y se asume riesgo de alteración en su crecimiento en edades tempranas cuando los niños viven en condiciones de hacinamiento, lo que se refleja en bajas condiciones socioeconómicas, mala alimentación, deficiente nutrición y enfermedades (55).

Las curvas de crecimiento para las variables altura craneofacial total, altura facial anterior, anchura bicigomática, profundidad del maxilar y profundidad mandibular, registraron mayores incrementos en las niñas que en los niños observadas desde el nacimiento. Estas diferencias, fueron superadas por los niños después de los cuatro y hasta los 36 meses. De la misma manera, para las variables anchura de la cabeza, anchura de la frente, longitud anteroposterior de la cabeza, anchura de la cara inferior y anchura de la boca los incrementos fueron mayores en niños que en niñas, desde el nacimiento hasta los 36 meses. La anchura y longitud del filtrum, no muestran diferencias entre niños y niñas. Tal como se encuentra en la literatura (22, 23, 137), se asume dimorfismo sexual en edades tempranas para las variables craneofaciales, concepto que resulta particularmente útil para el diagnóstico y valoración de riesgos general y craneofacial.

Como se puede observar en relación con el dimorfismo sexual, se asume un potencial genético propio para cada sexo que varía en el tiempo con las influencias del entorno (plasticidad del desarrollo) como son el tipo de alimentación, tipo de dieta, práctica de la lactancia materna, funciones motoras orales, entre otras.

*Asociación entre variables explicadas y explicativas:* a partir de un análisis de distribución de varianza de un factor (ANOVA), se encontró una mejor distribución de cada una de las variables explicadas, graficadas en el diagrama Box plot. Se observa la conveniencia de conformar nuevos grupos: (0-6], (6-24] y mayor a 24 meses. Al aplicar el modelo árboles de regresión (81-83) para cada una de las variables explicadas, se encontraron variables que pudieron explicar mejor el crecimiento (tablas 5-16 a 5-19).

Al observar la distribución de las variables explicativas y su influencia por grupos de edad y por tipo de variables explicadas (generales y craneofaciales), se encontró que por grupo de edad aparecieron las mismas variables explicativas. De acuerdo con las etapas de crecimiento y desarrollo del niño (87-91). Otras variables explicativas que se mantuvieron constantes y se observaron en casi todos los grupos de las variables generales y craneofaciales fueron la lactancia materna, tipo de alimentación (53, 54, 55, 63), las ecogeográficas, tales como el lugar de nacimiento de los padres y abuelos (40, 115); de bienestar como el peso al nacer (47, 49, 143) y la escolaridad y ocupación de los padres (45-49).

De acuerdo con los resultados obtenidos en los árboles de regresión y al gran número de variables que explican el crecimiento general y craneofacial, se asume que en términos de error cuadrático medio las variables que menos sesgo aportaron y fueron más influyentes se pueden clasificar en cuatro categorías jerárquicas partiendo del nodo raíz para la primera categoría, nodos hijos o intermedios ubicados de arriba hacia abajo del árbol, correspondientes a la segunda, tercera y cuarta categoría denominadas en el siguiente orden: 1. Funcionales orales, 2. Ecogeográficas, 3. Bienestar, 4. Socioeconómicas. A la primera categoría- funcionales orales corresponden las variables lactancia materna, tipo de alimentación, erupción dental y presencia de dientes. Si se tiene en cuenta la hipótesis funcional, estas variables están directamente relacionadas con funciones como la succión y la masticación (97-101) favorecidas por la actividad muscular (104) y presencia de dientes (57, 99, 100,103) los cuales actúan como unidades funcionales (cápsulas periostales) que van a influenciar el crecimiento de las unidades esqueléticas craneofaciales. A la segunda categoría Ecogeográficas

---

corresponde la variable lugar de nacimiento de padres y abuelos. En la muestra predominó la migración Cundiboyacense cuya influencia se vio reflejada en los patrones de crecimiento al encontrarse asociada a todas las variables explicadas generales y craneofaciales. Este hallazgo se contrasta con los estudios de crecimiento general y craneofacial que reportan el efecto de la migración a la influencia genética, herencia (40, 115, 118) y procesos de adaptabilidad biológica en respuesta al tipo de alimentación, las costumbres, hábitos de crianza. (46, 49, 140). La tercera categoría Bienestar incluye el peso y la talla al nacer (95, 96, 141, 142) las cuales aparecen como variables asociadas al peso y la talla y a variables craneofaciales como perímetro cefálico, anchura de la cabeza, longitud anteroposterior de la cabeza, anchura bicigomática y anchura de la cara inferior. Los estudios muestran la influencia del peso al nacer como factor asociado al crecimiento y a la salud general durante los primeros años. A la cuarta categoría Socioeconómicas (55, 56) corresponde la escolaridad de los padres (46, 50) el estrato, la ocupación, los ingresos y la vivienda (49, 54, 147, 149); variables que bajando por el árbol explican mejor el crecimiento de las variables generales (23, 24, 104) y craneofaciales como perímetro cefálico, profundidad del maxilar, altura craneofacial total, altura facial inferior y longitud anteroposterior de la cabeza.

Con el fin de interpretar el crecimiento craneofacial en las tres dimensiones altura, profundidad y anchura se sacaron las medianas de cada variable explicada (valores disponibles en la base de datos). Los mayores incrementos de 0 a 36 meses en las mediciones craneofaciales se presentaron primero en altura, luego en profundidad y finalmente en anchura, siendo mayores en sexo masculino (M) que en el femenino (F).

Los incrementos se describen en orden de mayor a menor. Altura: altura craneofacial total, presentó un incremento de 0 a 12 meses de 4,7 cm para (M) y 3,8 cm para (F) y de 12 a 36 meses de 1,5cm (M) y 1,7cm (F); profundidad: profundidad de la mandíbula de 0 a 12 meses fue de 3,2cm (M) y 2,2 (F) y de 12 a 36 meses fue de 0,8cm (M) y 1,0cm (F); profundidad del maxilar: el incremento de 0 a 12 meses fue de 2,7 (M) y 2,3 (F) y de 12 a 36 meses fue de 0,8 cm para (M) y (F); anchura: anchura bicigomática el incremento de 0 a 12 meses fue de 2,6cm (M) y 1,8cm (F) y de 12 a 36 meses el incremento fue de 0,5 (M) y 0,6 (F); anchura de la cara inferior: el incremento de 0 a 12 meses fue de 2,0cm (M) y 1,5cm (F) y el de 12 a 36 meses fue de 0,2 (M) y 0,5 (F) .

Los resultados observados en la muestra son similares a los reportados en la literatura (22, 141-143), confirmando comportamiento del crecimiento en las tres dimensiones del espacio dispuestas en orden de mayor a menor; altura, profundidad y anchura. Se asume el mismo potencial de crecimiento craneofacial para los niños en edades tempranas reflejado en el comportamiento cuyas variaciones dependen de las variables explicativas que las influyen, como se pudo observar con los árboles de regresión. Estas influencias son las que le dan finalmente la variabilidad del crecimiento.

La práctica de lactancia materna, se tuvo en cuenta como función motora oral favorable para el crecimiento craneofacial (68-70). Como ya se comentó en los niños de la muestra, predominó la lactancia materna exclusiva en un 98,2% de 0 a 6 meses y se prolongó en algunos casos hasta los 12 meses (38,8%) e incluso hasta los 18 meses (33,3%). Se asume que dicha actividad mejoró el comportamiento de crecimiento en los niños de 0 a 12 meses, ya que en esta edad se observó una mayor pendiente de crecimiento en todas las variables craneofaciales y se evidenciaron incrementos en las

medidas relacionadas con la profundidad de la mandíbula, explicados por la actividad muscular y motora que realiza el niño(a) durante el amamantamiento (69). Además, la lactancia materna se muestra como la variable más influyente de 0 a 6 meses y como una práctica prolongada después de los seis meses (tablas resumen 5-16 a 5-19 de los árboles de regresión), visible en los grupos de (6-24) meses y mayor de 24 meses para cada una de las variables explicadas generales y craneofaciales.

Evaluar el tipo de alimentación como función motora oral permite identificar a qué edad los niños adquirieron las habilidades sensorio-motoras-orales, que van a permitir las funciones de masticación (83, 85, 86) y estimulación del crecimiento craneofacial (100, 101, 103, 104). Al describir la muestra se encontró que la alimentación con semisólidos se distribuyó con un rango de edad entre los 6 y 9 meses y una mediana de 7 meses aproximadamente. La alimentación complementaria se introdujo tardíamente si se tienen en cuenta las recomendaciones nutricionales (63) y las escalas de desarrollo (87), las cuales recomiendan como edad óptima para introducir alimentos semisólidos los primeros 6 meses de vida. Se puede explicar dicho resultado por la demora en la erupción dental (a los 8 meses en este caso), el cual genera en los padres temor de introducir alimentos diferentes a los líquidos. En esta edad los niños inician los primeros movimientos masticatorios, que se van afinando con la erupción dental y la consistencia de los alimentos. La introducción de alimentos sólidos y la alimentación igual a la de un adulto se lograron con una mediana de 11 y 13,2 meses respectivamente; edades acordes con las etapas de desarrollo reportadas en la literatura (96, 98, 100). Estas variables se encontraron relacionadas con el peso, anchura de la cabeza, anchura bicigomática, altura facial y longitud del filtrum (tablas resumen 5-16 a 5-19) (árboles de regresión). Se asume un aumento del peso y del crecimiento de las variables craneofaciales mencionadas, porque al introducirse los alimentos sólidos y al aumentar el número de dientes, se produce una mayor estimulación de los músculos maseteros y pterigoideos, con lo que se consolida la función masticatoria (99-101).

Estudiar el crecimiento craneofacial en edades tempranas es un aporte a la investigación en nuestro país, porque constituye un indicador de salud, bienestar y desarrollo humano. Este estudio puede responder a muchas incógnitas y dejar otras, así como abrir las puertas para adentrarnos en el problema de cómo crecen los niños de 0 a 3 años en Colombia, brindando soluciones y ofreciendo alternativas para un abordaje integral de tipo inter y multidisciplinario.

## 7. Conclusiones

- Para estudiar el comportamiento del crecimiento craneofacial en la primera infancia, es necesario utilizar modelos que permitan identificar las variaciones; para tal fin los modelos longitudinales mixtos y los árboles de regresión son una buena alternativa.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio, los niños de 0 a 3 años, presentan patrones de crecimiento craneofacial que varían con la edad, el sexo, la y las influencias del entorno: ecogeográficas, socioeconómicas, motor funcional oral y de bienestar.
- Se encontraron cuatro categorías jerárquicas de variables influyentes en el crecimiento craneofacial: funcionales orales, ecogeográficas, bienestar y socioeconómicas.
- Los mayores incrementos observados en las mediciones craneofaciales, se presentaron primero en altura, luego en profundidad y finalmente en anchura, siendo mayores en sexo masculino (M) que en el femenino (F).

## 8. Aplicaciones clínicas

- En este estudio se propone la utilización de la biometría y las curvas de crecimiento craneofacial como parte integral de la consulta de crecimiento y desarrollo del niño, con el fin de brindar una herramienta para el diagnóstico temprano de las alteraciones que puedan presentarse.
- De la misma manera se recomienda evaluar las actividades motoras funcionales orales y su relación con el crecimiento y desarrollo craneofacial, para identificar la presencia de hábitos parafuncionales o comportamientos inapropiados de alimentación que pueden afectar el curso normal del crecimiento de los niños.
- Además es fundamental identificar en la consulta, las variables explicativas ecogeográficas, socioeconómicas y de bienestar que están relacionadas con el comportamiento del crecimiento craneofacial y funcional oral para prevenir, controlar y tratar oportunamente cualquier alteración.
- Así mismo los datos de las mediciones craneofaciales pueden servir de referencia para cirugía reconstructiva de niños con malformaciones o alteraciones craneofaciales.



## 9. Recomendaciones

Operacionalizar los modelos de curvas de crecimiento para poder ser utilizados cotidianamente y realizar estudios comparativos con los métodos utilizados actualmente.

Para los modelos longitudinales mixtos se recomienda cambiar la distribución de los grupos (0-6], (6-24] y mayor de 24 meses con el fin de caracterizar mejor el crecimiento y de acuerdo con el comportamiento observado en los árboles de regresión.

Caracterizar qué variables (explicativas) se mantuvieron a través del tiempo en cada una de las variables explicadas (generales y craneofaciales) para incorporarlas como covariables en los modelos longitudinales mixtos; con el fin de establecer patrones de crecimiento que permitan describir mejor el crecimiento craneofacial en los niños de 0 a 3 años.

Integrar los 3 diagramas Box Plot del estudio en un solo gráfico multivariado o como cluster o grupos para análisis de componentes principales ACP y así evaluar de manera integral la variabilidad del comportamiento motor funcional oral tanto en el desarrollo como crecimiento craneofacial.

Realizar un estudio multicéntrico en Colombia y ampliar la muestra hasta los cinco años para poder construir curvas de crecimiento que sirvan como patrón o referencia de crecimiento craneofacial.

## **A. Anexo: Formulario Datos**



REGISTRO N°

--	--	--	--	--

	<b>5.1 ANTECEDENTES MÉDICOS O PATOLÓGICOS DEL NIÑO(A)</b>	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
	Observaciones: _____			

<b>5. Antecedentes Médicos</b>	<b>5.2 ANTECEDENTES PRENATALES DE LA MADRE</b>				<b>5.3 ANTECEDENTES PERINATALES</b>				
	<b>Características maternas</b>	SI	NO	<b>Parto</b>	Normal				
	Control prenatal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tiempo de gestación	Entre 25-30 <input type="checkbox"/>	Entre 30-34 <input type="checkbox"/>	< de 37 <input type="checkbox"/>		
	Amenaza de aborto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lugar	Entre 37-40 <input type="checkbox"/>	> de 40 <input type="checkbox"/>			
	Enfermedades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tipo de parto	En casa <input type="checkbox"/>	Hospital <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>		
	Consumo de drogas /medicamentos/hábitos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Condición al nacer	Vaginal <input type="checkbox"/>	Cesárea <input type="checkbox"/>	Fórceps, espátula <input type="checkbox"/>		
	Trauma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Sin trauma <input type="checkbox"/>	Con trauma <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>		
	Embarazo deseado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Somatometría al nacer	Peso <input type="text"/>	Talla <input type="text"/>	Perímetro Cefálico <input type="text"/>		
	Observaciones:	_____			Observaciones: _____				
		_____			_____				

**6.1 ANTROPOMETRIA**

	Variable	Medición	Observaciones
<b>6. EXAMEN EXTRAORAL</b>	Peso	Kg	
	Talla	Cm	
	IMC = Peso Kg/talla m		
	Perímetro Cefálico	Cm	
	Implantación de las orejas		
	Normal Baja		
	Long. antero-post de la cabeza	Cm	
	Anchura de la cabeza	Cm	
	Anchura de la frente	Cm	
	Altura craneofacial total	Cm	
	Altura facial anterior	Cm	
	Anchura bicigomática	Cm	
	Anchura de la cara inferior	Cm	
	Profundidad del maxilar	Cm	
	Profundidad de la mandíbula	Cm	
	Anchura intercantal externa	Cm	
	Anchura intercantal interna	Cm	
	Anchura palpebral	Cm	
Anchura de la nariz	Cm		
Altura de la nariz	Cm		
Longitud de la columnella	Cm		
Anchura Columnella	Cm		

---

	Longitud filtrum	Cm				
	Anchura de filtrum	Cm				
	Anchura de la boca	Cm				

--	--	--	--	--

6.2 VALORACION ESTOMATOLOGICA EXTRAORAL				6.3 VALORACION ESTOMATOLOGICA INTRAORAL								
Simetría facial		SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Orofaringe		Normal <input type="checkbox"/>	Alterado <input type="checkbox"/>					
labio superior	Posición		Normal <input type="checkbox"/>	Protrusivo <input type="checkbox"/>	Paladar		Normal <input type="checkbox"/>	Angosto <input type="checkbox"/>	Profundo <input type="checkbox"/>			
			Retrusivo <input type="checkbox"/>	Evertido <input type="checkbox"/>			Submucoso <input type="checkbox"/>	Hendido <input type="checkbox"/>	Otro <input type="checkbox"/>			
	Tonicidad		Normal <input type="checkbox"/> Hipertónico <input type="checkbox"/> Hipotónico <input type="checkbox"/>			Frenillo labial superior		Normal <input type="checkbox"/> Sobreinsertado <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>				
	Tamaño		Normal <input type="checkbox"/> Grueso <input type="checkbox"/> Delgado <input type="checkbox"/>			Frenillo labial inferior		Normal <input type="checkbox"/> Sobreinsertado <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>				
			Largo <input type="checkbox"/> Corto <input type="checkbox"/>			Frenillo lingual		Normal <input type="checkbox"/> Corto <input type="checkbox"/> Funcional <input type="checkbox"/> No funcional <input type="checkbox"/>				
labio inferior	Movilidad		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>			Superior		Normal <input type="checkbox"/> Alterado <input type="checkbox"/>				
	Alteración		Hendidura <input type="checkbox"/> Cicatriz <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>			Inferior		Normal <input type="checkbox"/> Alterado <input type="checkbox"/>				
	Botón del neonato		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> NA <input type="checkbox"/>			Encías		Normal <input type="checkbox"/> Alterada <input type="checkbox"/>				
	Posición		Normal <input type="checkbox"/> Protrusivo <input type="checkbox"/>			Mucosas		Normal <input type="checkbox"/> Alterada <input type="checkbox"/>				
			Retrusivo <input type="checkbox"/> Evertido <input type="checkbox"/>			Piso de boca		Normal <input type="checkbox"/> Alterada <input type="checkbox"/>				
Tonicidad		Normal <input type="checkbox"/> Hipertónico <input type="checkbox"/> Hipotónico <input type="checkbox"/>			Lengua		Normal		Alterada			
Tamaño		Normal <input type="checkbox"/> Grueso <input type="checkbox"/> Delgado <input type="checkbox"/>					Forma		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
		Largo <input type="checkbox"/> Corto <input type="checkbox"/>					Color		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Movilidad		SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>					Posición		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
Alteración		Hendidura <input type="checkbox"/> Cicatriz <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>					Textura		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
					Tamaño		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
					Movilidad		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>			
					Candidiasis		<input type="checkbox"/>		Ulceras <input type="checkbox"/>			
					Laceraciones		<input type="checkbox"/>		Otra <input type="checkbox"/>			
Observaciones _____												

7. Salud dental	Diente	Tipo de alteración dental					OBSERVACIONES	Diente	Sano	Tipo de alteración dental					OBSERVACIONES
		8.1 Caries	8.2 Trauma	8.3 Defecto Estructurales	8.4. Fusión dental	8.5 Anomalías de número				8.1 Caries	8.2 Trauma	8.3 Defectos estructurales	8.4 Fusión dental	8.5 Anomalías de número	
55							75								
54							74								
53							73								
52							72								
51							71								
61							81								
62							82								
63							83								
64							84								
65							85								

**8. Erupción dental**

Cuándo inició erupción dental Edad (meses) \_\_\_\_\_ Sintomatología con erupción dental Si  No

Alteración en la secuencia de erupción Si  No

Observaciones \_\_\_\_\_

REGISTRO N°

--	--	--	--	--

9. ANALISIS MIOFUNCIONAL	EDAD	9.1 RESPUESTA MOTORA	Si	No	9.2 RESPUESTA LINGÜISTICA	Si	No
	0 - 3 Meses	Succión			Reacción al sonido y a la luz		
		Succiona con fuerza			Llanto		
	3 - 6 Meses	Alimentación con cuchara			Sonrisa social		
		Alimentación tipo compota			Busca el origen de la fuente sonora		
	6 - 9 Meses	Alimentación semisólida			Balbucea con intencionalidad		
		Introducción de alimentos sólidos			Responde a su nombre		
	1 Año	Bebe solo de una taza			Balbucea imitando el habla del adulto		
		Alimentación igual a la de un adulto			Emite tres o más palabras		
	1 - 1½ Año	Logra alimentarse con cuchara aunque derrame un poco			Cumple ordenes sencillas		
Sube escaleras gateando				Emite 5 a 10 palabras			
2 Años	Mastica con movimientos rotatorios			Reconoce una parte del cuerpo			
	Aprende a comer solo			Asocia dos palabras y hace frases con ellas			
	Corre			Usa palabra frase			
	Se inicia el control de esfínteres			Hace frases con tres palabras			
2 ½ Años	Distingue la función urinaria de la intestinal			Se refiere a sí mismo por su nombre			
	Come solo			Empieza la utilización del YO			
3 Años	Controla esfínteres			Usa aproximadamente 200 palabras			
	Salta			Comienza a preguntar			

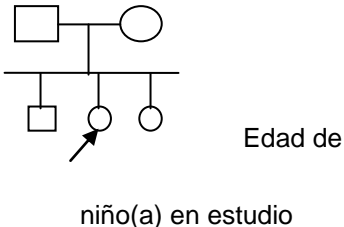
<b>9.3 Deglución</b>	Normal <input type="checkbox"/> Alterada <input type="checkbox"/> Babelo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Atragantamiento SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Explique _____ Relujo nasal SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Movimientos corporales asociados SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Movimiento de vscula larngea SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Escupe la comida SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Dificultad para tragar SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Movimientos de maseteros SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Movimientos mandibulares SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Observaciones _____ _____ _____	<b>9.6 Alimentación</b>	<b>Tipo de alimentación</b> <b>Lactancia exclusiva</b> Materna <input type="checkbox"/> Libre demanda <input type="checkbox"/> Artificial <input type="checkbox"/> Materna y artificial <input type="checkbox"/>	<b>Frecuencia de alimentación/día</b> C/a 2 horas <input type="checkbox"/> C/a 4 horas <input type="checkbox"/> C/a 6 horas <input type="checkbox"/> Materna <input type="checkbox"/> Libre demanda <input type="checkbox"/> C/a 2 horas <input type="checkbox"/> C/a 4 horas <input type="checkbox"/> C/a 6 horas <input type="checkbox"/> Artificial <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Materna y artificial <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																																							
<b>9.4 Respiración</b>	Coordinación succión-respiración-deglución hasta seis meses SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		<b>Alimentación Mixta</b> Maternas y mixta <input type="checkbox"/> Artificial y mixta <input type="checkbox"/> Mixta con sólidos <input type="checkbox"/> Mixta con semisólidos <input type="checkbox"/> Alterna líquido con sólidos <input type="checkbox"/> Antecedentes: Cuanto tiempo dur la lactancia materna _____ Bibern _____ (meses) A qué edad inició la alimentación complementaria _____ (meses)	<b>N veces al día</b> 3 veces/día <input type="checkbox"/> 5 veces/día <input type="checkbox"/> > 5 veces/día <input type="checkbox"/> Maternas y mixta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Artificial y mixta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mixta con sólidos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mixta con semisólidos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Alterna líquido con sólidos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>																																																							
<b>9.5 Masticación</b>	Anterior <input type="checkbox"/> Unilateral <input type="checkbox"/> Bilateral <input type="checkbox"/> No aplica <input type="checkbox"/> Coordinación masticación-respiración-deglución SI <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Observaciones _____ _____	<b>9.7 Hábitos</b>	<b>Descripción alimentación actual</b> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Descripción Tipo de Alimento diario</th> <th colspan="7">Número de porciones al día</th> </tr> <tr> <th>Frutas</th> <th>Carbohidratos</th> <th>verduras</th> <th>Protenas</th> <th>Legumbres</th> <th>lcteos</th> <th>Otro</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Desayuno</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Merienda</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Almuerzo</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Onces</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Cena</td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </tbody> </table>		Descripción Tipo de Alimento diario	Número de porciones al día							Frutas	Carbohidratos	verduras	Protenas	Legumbres	lcteos	Otro	Desayuno								Merienda								Almuerzo								Onces								Cena							
Descripción Tipo de Alimento diario	Número de porciones al día																																																										
	Frutas	Carbohidratos	verduras	Proteínas	Legumbres	lácteos	Otro																																																				
Desayuno																																																											
Merienda																																																											
Almuerzo																																																											
Onces																																																											
Cena																																																											
				<b>Tipo de Hbito</b> < de 1 hora <input type="checkbox"/> entre 1-3 horas <input type="checkbox"/> > 3 horas <input type="checkbox"/> Succión digital SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Succión de tela o juguete SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Otro Cul _____ Chupo de entretenimiento SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Solo para dormirse <input type="checkbox"/> Mientras duerme <input type="checkbox"/> _____																																																							



## **B. Anexo: Instructivo de Registro de Variables**

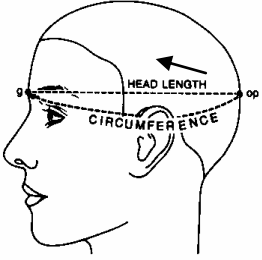
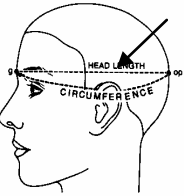
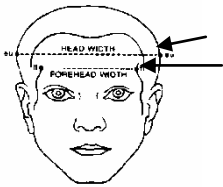
**Universidad Nacional de Colombia**  
**Facultad de Odontología Maestría en Odontología**  
**Proyecto de Investigación Biometría Craneofacial en niños de 0-3 años. Caso Colombia**  
**Instructivo de Registro de Variables Anexo B**

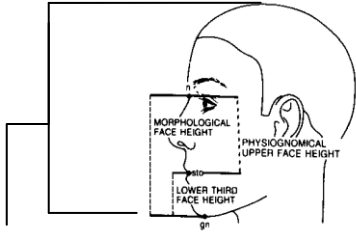
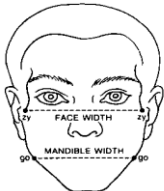
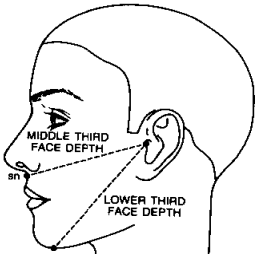
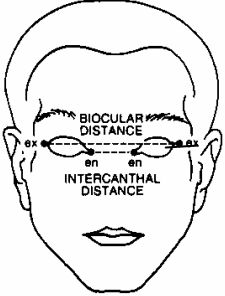
Categoría	Variable	Descripción
Registro	N° de 4 dígitos y letra A-B-C	Consecutivo de cuatro dígitos seguido por una letra. La letra A indica primer examen ,la letra B segundo examen y C tercer examen
Fecha	Fecha día/mes/año	Corresponde a la fecha de examen (3 fechas) Se realizarán 3 exámenes
Código	Código de la Institución donde es atendido el niño(a).	01: Fundación HOMI 02: Jardín I. San Gabriel 02A: Jardín I. Obra Suiza 03: Unisalud EPS 04: Jardín I. UN 05: Particular
1. Datos de identificación	Identificación del niño (a): se refiere al documento de Identificación del	Se registra el N° del Registro civil del niño (a) , N° del NUIP o N° Cédula de la Madre/Padre o acudiente cuando el niño aún no se ha registrado.
	Género : Femenino <input type="checkbox"/> Masculino <input type="checkbox"/>	Marcar en el cuadro el género del niño(a) M o F
	Fecha de nacimiento	Registrar en el orden (día-mes-año)
	Edad	Edad en meses cumplidos
	Nombre y apellidos completos del niño@	Sí aún el niño @ no ha sido registrado y no tiene nombre se colocará: Hijo(a) de con el nombre de uno de los Padres.
	Identificación de los Padres	Nombre y apellidos completos de la Madre y/o Padre
2. Datos Ecogeográficos del niño(a)	Lugar de nacimiento Procedencia	Se registra la Ciudad y Departamento donde nació el niño. Procedencia se refiere al lugar donde ha residido el niño(a) durante el último año. Se registra la Ciudad y Departamento de procedencia
	Dirección domicilio	Dirección domicilio donde vive el niño. Dirección completa según nomenclatura actualizada, registrada la guía de catastro de las direcciones de Bogotá. Cualquier duda revisar en un recibo de servicios públicos.
	Barrio	Nombre completo del Barrio al que pertenece la dirección.
	Localidades de Bogotá (ver anexo mapa y clasificación localidades de Bogotá)	Ubicar la localidad en la cual reside teniendo en cuenta las 20 localidades de Bogotá.

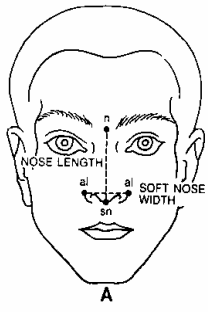
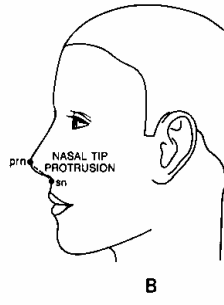




<p>FAMILIAR</p>	<p>DIAGRAMA NUCLEO</p> <p>Edad de los Padres</p>  <p>Edad de los hijos</p> <p>niño(a) en estudio</p>	<p>Familia nuclear: se refiere a la familia en primer grado de consanguinidad. Mamá, Papá, hermanos. Registrar en el diagrama la edad de los Padres. La Edad de Padre se registra dentro del cuadrado (representa masculino) <input type="checkbox"/> La edad de la Madre se registra dentro del círculo (femenino) <input type="checkbox"/></p> <p>Familia monoparental: Cuando los padres están separados <input type="checkbox"/> // <input type="checkbox"/> Representación esquemática</p> <p>Se traza una doble línea diagonal sobre la línea conectora horizontal entre padre y madre cuando están separados. Aclarar con quién convive el niño. Registrar en orden, de mayor a menor edad a cada uno de los hermanos incluyendo el niño (a) para saber el puesto que ocupa. Ejemplo 2do hijo, tercer hijo o hijo único.</p>
<p>Vinculo de la pareja</p>	<p>Seleccionar una de las opciones y aclarar si existe alguna disfunción familiar u otro hallazgo. Casados [ ] Unión libre [ ] Separados [ ] Madre soltera [ ] Viuda(o) [ ]</p>	<p>Seleccionar una de las siguientes opciones: Papá [ ] Mamá [ ] Hermanos [ ] Abuelos [ ] Tíos [ ] Otros [ ]</p> <p>En caso de separación tener en cuenta con cuál de los Padres convive la mayor parte del tiempo.</p>
<p>Con quién vive el niño</p>	<p>Mamá [ ] Papá [ ] Abuela [ ] Niñera [ ] Otra(o)</p>	<p>Seleccionar una de las siguientes opciones: Papá [ ] Mamá [ ] Hermanos [ ] Abuelos [ ] Tíos [ ] Otros [ ]</p> <p>En caso de separación tener en cuenta con cuál de los Padres convive la mayor parte del tiempo.</p>
<p>Quién cuida el niño</p>	<p>Mamá [ ] Papá [ ] Abuela [ ] Niñera [ ] Otra(o)</p>	<p>Mamá [ ] Papá [ ] Abuela [ ] Niñera [ ] Otra(o)</p>
<p>Seguridad Social Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____</p>	<p>Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____</p>	<p>Marcar en el cuadro si tiene o no seguridad social y a cuál entidad (EPS, SISBEN) pertenece el niño. El Sistema de Seguridad social Integral vigente en Colombia, fue instituido por la <b>Ley 100 de 1993</b> y reúne un conjunto de entidades, normas y procedimientos a los cuales podrán tener acceso las personas.</p>
<p>Estrato: Son seis estratos Estrato 1 (bajo-bajo) Estrato 2(bajo) Estrato 3(medio-bajo) Estrato 4(medio) Estrato 5(medio-alto) Estrato 6 (alto)</p>	<p>Estrato: Son seis estratos Estrato 1 (bajo-bajo) Estrato 2(bajo) Estrato 3(medio-bajo) Estrato 4(medio) Estrato 5(medio-alto) Estrato 6 (alto)</p>	<p>En Colombia, los Estratos son una herramienta socioeconómica que utiliza el Estado (Ley 142 de 1994, artículo 102) para clasificar los inmuebles residenciales de acuerdo con los lineamientos del DANE. Se determina con un recibo de servicios públicos o preguntando a los padres.</p>
<p>Tipo de Vivienda</p>	<p>(P) Propia , (A) arriendo, Otra(familiar)</p>	<p>(P) Propia , (A) arriendo, Otra(familiar)</p>
<p>Servicios públicos:</p>	<p>Sí cuenta con servicios públicos (A)Acueducto, (E) Energía, (Gas), T(Teléfono)</p>	<p>Sí cuenta con servicios públicos (A)Acueducto, (E) Energía, (Gas), T(Teléfono)</p>

	<p>Ingresos mensuales promedio de quién mantiene el hogar</p>	<p>&lt; a un salario mínimo <input type="checkbox"/> Un salario mínimo <input type="checkbox"/> entre 2 y 3 salarios mínimos <input type="checkbox"/></p> <p>El salario mínimo en Colombia es el Salario Mínimo Legal Mensual Vigente (SMMLV) el cual se reajusta antes de iniciar un nuevo año por un valor porcentual que en ningún caso puede ser inferior al Índice de Precios al Consumidor (IPC) o inflación causada el año inmediatamente anterior. El SMMLV se paga en períodos que no pueden superar al mes por un valor proporcional al período trabajado sobre el total de la asignación salarial mensual. Para el 2011, el SMMLV es de \$535.600 pesos Colombianos.</p>
	<p>Tipo de ocupación Padre o Madre</p>	<p>Hogar, estudiante, Independiente, empleado Informal ( ej. vendedor ambulante)</p>
	<p>Nivel educativo Padre/Madre o acudiente</p>	<p>Se debe seleccionar una de las opciones entre la siguiente clasificación: Universitaria, Técnico superior, Secundaria completa, Secundaria incompleta, Primaria, completa, Primaria incompleta</p>
	<p>5. ANTECEDENTES MEDICOS MÉDICOS O PATOLOGICOS DEL NIÑO(A) Observaciones _____</p> <p>5.1 ANTECEDENTES PRENATALES</p> <p>5.2 ANTECEDENTES PERINATALES</p>	<p>PRENATALES: relacionado con los antecedentes durante la gestación, alteraciones sistémicas, consumo de medicamentos, controles prenatales, hábitos como el cigarrillo, alcohol, farmacodependencia</p> <p>PERINATALES Y POSNATALES: antecedentes relacionados con el parto.</p>
	<p>Peso: medida en Kg</p>	<p>Se usa la báscula de brazo de palanca o pesa bebé. Se aconseja que el bebé o niño esté sin ropa. Los niños más grandes se pesan sin zapatos. Si el niño llora y está inquieto se pesa el niño con un adulto y se le resta el peso del adulto.</p> <p><b>Recomendaciones generales para pesar al niño o niña</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanto para el peso como para la talla, es necesario que el ambiente tenga una temperatura agradable.</li> <li>• Colocar la balanza en una superficie plana y rígida.</li> <li>• Antes de pesar al niño o niña, colocar la balanza en '0'</li> <li>• Pedir a la madre o cuidador, su cooperación, para desvestir al niño. En climas fríos, o si el niño es mayor de dos años, puede estar con ropa interior liviana o con muy poca ropa</li> <li>• El niño o niña menor de dos años debe ser pesado en balanza de bandeja</li> <li>• El niño o niña mayor de dos años debe ser pesado de pie</li> <li>• Registrar el peso del niño o niña redondeando al 0.1 kg más Próximo</li> </ul>


	<p>Talla: medida en cm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En niños menores de un año se utiliza el infantómetro de corredera o escuadra fija.</li> <li>▪ Para niños mayores de 2 años se utiliza el tallímetro vertical.</li> </ul> <p><b>Recomendaciones generales para medir la longitud en niños y niñas menores de dos años de edad</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Colocar el infantómetro sobre una superficie plana y rígida</li> <li>▪ El niño o niña debe estar en decúbito dorsal</li> <li>▪ Quitar los adornos del cabello que puedan interferir con la medición</li> <li>▪ Solicitar la ayuda de la madre, para que mantenga la cabeza del bebé en una posición adecuada, contra el tope fijo</li> <li>▪ Asegurarse que la cabeza mantiene el plano de Frankfurt</li> <li>▪ El bebé debe apoyarse en los siguientes puntos: nuca, hombros, nalgas, pantorrillas y talones.</li> <li>▪ Aplicar una presión firme, pero suave, sobre las rodillas, para que las piernas estén extendidas tanto como sea posible, es necesario tener mucho cuidado para evitar que esta maniobra lastime a los bebés recién nacidos</li> <li>▪ Este es el momento de movilizar el tope móvil contra las plantas de los pies</li> <li>▪ Leer la medición en centímetros y milímetros, registrando el último milímetro que se ve</li> <li>▪ En caso que el niño mayor de dos años haya sido medido en decúbito dorsal, se debe restar 0.7 cm para obtener la talla</li> </ul> <p><b>Recomendaciones generales para medir la talla en niños mayores de dos años</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tallímetro debe estar de pie en el suelo</li> <li>• Retirar los adornos u ornamentos del cabello, las medias y los zapatos</li> <li>• Solicitar la ayuda a la madre</li> <li>• El niño o niña debe estar de pie, sobre el tope fijo del tallímetro con los pies levemente separados</li> <li>• Los puntos de apoyo, que deben tocar la tabla vertical del tallímetro son; nuca, hombros, nalgas, pantorrillas y talones</li> </ul> <p>La cabeza del niño o niña debe estar alineada según el plano de Frankfurt, para lo cual es conveniente fijar con una mano, el mentón. Un ayudante puede presionar ligeramente el abdomen del niño o niña, para que alcance su talla máxima. Este es el momento de mover el tope móvil hasta que tome contacto con la cabeza del niño o niña.</p> <p>Leer la medición en centímetros y</p>
--	----------------------------	---

		milímetros, registrando el último milímetro que se ve
	 <p><b>Perímetro cefálico</b> Es la medida del contorno de la cabeza en su parte más grande, ubicado sobre las orejas y cejas.</p>	<p>Distancia tomada entre glabella y la eminencia occipital (pistiño), se mide con cinta métrica flexible de 12mm de ancho previa calibración del examinador.</p> <p>Se realiza al nacer y luego mensualmente hasta los 3 años de edad, para obtener un récord de medidas que formarán una curva, la cual debe estar dentro de los rangos normales, que dependen del sexo y edad del pequeño, para compararlas con lo que se considera normal para su edad y sexo.</p> <p>Se conserva fija la cinta en la protuberancia occipital y se contornea la cinta alrededor de la cabeza haciéndola pasar por la protuberancia frontal</p>
	<p>IMC: Índice de massa corporal</p>	<p>Se calcula dividiendo los kilogramos de peso por el cuadrado de la estatura en metros.</p> $IMC = \frac{Peso (kg)}{Estatura (m)^2}$
	<p>Implantación de las orejas</p>	<p>Se mide trazando una línea imaginaria con el borde lateral de la oreja T/EX. Por debajo de esta línea implantación baja.</p>
	 <p>Longitud antero-post de la cabeza cm</p>	<p>Se mide com uma cinta flexible, el niño mirando al frente, lo más quieto posible, No se debe tocar al niño.</p> <p>Distancia tomada entre entre (g-op) glabella-opistión (cm)</p>
	 <p>eur-aur ft-ft</p> <p>Anchura de la cabeza eur-aur (cm) Anchura de la frente ft-ft (cm)</p>	<p>Anchura de la cabeza:punto más lateral de la cabeza eur-aur (cm)</p> <p>Anchura lateral de la frente ft-ft (cm): punto más lateral de la frente. Se deben palpar las dos prominencias laterales del hueso frontal como punto de referencia, luego se toma la medida con cinta flexible sin tocar al niño, solo viendo la proyección, lo más cerca posible, se mide 3 veces .</p>

	 <p>Altura craneofacial total v-gn (cm) Altura facial anterior (n-gn) (cm)</p>	<p>Distancia tomada com cinta métrica flexible</p> <p>Altura craneofacial total: es la distancia existente entre el vertex y el gnación (cm) en el plano vertical</p> <p>Altura facial anterior: es la distancia existente entre (n-gn) (cm) en el plano vertical</p>
	 <p>Anchura bicigomática Zg-Zg (cm) Anchura de la cara inferior(mandibular) Gonión-Gonión (go-go)</p>	<p>Distancia tomada com cinta métrica flexible</p> <p>Anchura bicigomática: es la distancia entre anchura de la cara superior Zigión-Zigión. (Zg-Zg).(cm)</p> <p>Anchura de la cara inferior(mandibular) (go-go) (cm): es la distancia entre el punto go-go correspondiente al ángulo de la mandíbula</p>
	 <p>Profundidad del tercio medio facial (t-sn) cm Profundidad del tercio medio mandibular(t-gn)cm</p>	<p>Profundidad del tercio medio facial (t-sn) (cm): distancia entre tragus y subnasal.</p> <p>Profundidad del tercio medio mandibular (t-gn) cm: distancia existente entre tragus y gnation o mentón.</p> <p>Tragus: Punto localizado justamente sobre el tragus de la oreja.</p> <p>Gnation. Es la parte más anterior e inferior del contorno mandibular en tejidos blandos</p> <p>Sn: Punto medio y anterior de la base de la columnella.</p>
	<p>Anchura intercantal externa</p>  <p>Anchura intercantal externa (ex-ex) (cm) Anchura intercantal interna (in-in) (cm) Anchura palpebral (ex -in) (cm)</p>	<p>Distancia entre los cantos externos de ambos ojos (ex-ex)(cm)</p> <p>Anchura intercantal interna: se mide entre los cantos internos de los ojos (in-in)</p> <p>Anchura palpebral: se mide desde el canto interno al canto externo del mismo ojo(ex -in)</p> <p>EX: canto externo del ojo, exocanto Externo</p> <p>In: canto interno del ojo, endocanto Interno</p>

	 <p style="text-align: center;">A</p>	 <p style="text-align: center;">B</p> <p>Altura de la nariz (n-sn). distancia medida entre el punto nasión-subnasal          Protrusión nasal (pn-sn): distancia existente entre la punta de la nariz y subnasal          Anchura nasal (al-al): distancia entre el punto más lateral del ala de la nariz de cada lado.          Al: alar punto más lateral del ala de la nariz          Pn: Pronasale, punto más anterior y prominente de la nariz</p> <p>Altura de la nariz (n-sn )          nasal (pn-sn)          Anchura nasal (al-al)</p> <p style="text-align: center;">Protrusión</p>
	 <p style="text-align: center;">Longitud de la columella (cm)</p>	<p>La columella es la estructura que divide ambas narinas. Se mide preferiblemente con regla plástica transparente intentando no ejercer demasiada presión sobre esta estructura</p>
	 <p style="text-align: center;">Anchura de la columella (cm)</p>	<p>Distancia entre ambos bordes de la columella. Se debe medir con un minicalibrador Vernier o con una regla plástica. En algunos defectos de la región nasal pueden existir alteraciones importantes en la forma de la columella y en otros casos puede observarse agenesia de ésta.</p>
	 <p style="text-align: center;">Longitud del filtrum (sn-vm) (cm)</p>	<p>Se mide desde la base de la nariz o subnasal (sn) hasta el borde superior del labio superior o vermillion (vm). La sonrisa y el llanto pueden dañar la medición de este parámetro. Se utiliza habitualmente el minicalibrador tipo Vernier.</p>
	 <p style="text-align: center;">Anchura filtrum ( cph-cph )(mm)</p>	<p>Anchura entre los dos pilares cph-cph          Cph:</p>



	 <p>Anchura de la boca o distancia intercomisural (Que-Que) (cm)</p>	Anchura de la boca o distancia intercomisural se mide entre los dos ángulos de ésta o queilos (Que-Que): punto más lateral de la comisura labial
	Índice facial	Relación altura medifacial /distancia bicigomática: Relaciona la altura facial total (N-Mn) en cm, con la anchura bicigomática
	Tipo facial	Relación sagital perfil convexo, recto, cóncavo
	Tipo cefálico	Dolicocéfalo: más largo que ancho Braquicéfalo: más ancho que largo
Dentales	Erupción dental	Secuencia en la erupción dental, se reporta los dientes presentes.
	Relación molar	Escalón mesial, escalón distal, plano terminal recto
	Relación canina	Clase I Clase II Clase III
Tipo de arcos	Tipo I Tipo II	presencia o no de espacios del primate

**C. Anexo: formato consentimiento  
informado y cartilla informativa**

**Universidad Nacional de Colombia**  
**Facultad de Odontología –Fundación HOMI-Otras Instituciones**  
**Maestría en Odontología**  
**Proyecto Biometría Craneofacial en niños de 0-3 años- Caso Colombia**

**Anexo 1**  
**FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**

**Investigación con riesgo mínimo**

Yo \_\_\_\_\_ identificado (a) como aparece al pie de mi firma, por medio de este documento en mi calidad de \_\_\_\_\_ de la niña(o) \_\_\_\_\_ en pleno y normal uso de mis facultades mentales otorgo en forma libre y voluntaria la autorización para que la niña(o) participe en el proyecto de investigación titulado **"Biometría craneofacial en niños de 0 a 3 años. Un estudio longitudinal- Caso Colombia"**, para que le realicen los siguientes procedimientos: valoración y diagnóstico clínico craneofacial extraoral e intraoral y toma de medidas de la cara, del cráneo, altura y peso. Se me informa que durante el estudio se realizarán procedimientos clínicos y de diagnóstico que no generaran efectos negativos en la salud de la niña(o).

Además se me ha informado de los beneficios que conlleva la participación en este tipo de investigaciones como son el control periódico del crecimiento y desarrollo craneofacial, la educación y atención preventiva en salud oral, diagnóstico temprano de las alteraciones craneofaciales y orales, consejería en cuanto a técnicas de higiene oral, técnicas y tipo de alimentación y prevención de hábitos orales que puedan afectar el crecimiento y desarrollo craneofacial.

Declaro que he recibido amplia y satisfactorias explicaciones **sobre posibles riesgos** que se puedan presentar bajo condiciones de atención adecuadas como son: laceración de tejidos blandos con instrumental Odontológico durante la valoración, reacciones alérgicas al contacto con elementos como guantes de látex.

Así mismo certifico que han sido aclaradas todas las dudas acerca de los procedimientos y posibles complicaciones.

Autorizo que los resultados de este estudio y las fotos necesarias sean tomados para fines académicos y científicos, a condición de la seguridad que no se identificará al sujeto y que se mantendrá la confidencialidad de la información relacionada con su privacidad.

En caso de que existan gastos adicionales estos serán cubiertos por el presupuesto de la investigación o de la institución responsable de la misma.

\_\_\_\_\_  
 Firma del Padre y/o acudiente o  
 C.C. N°.

\_\_\_\_\_  
 Dra. Clementina Infante Contreras  
 Directora del Proyecto  
 R.M N°

\_\_\_\_\_  
 Dra. Laila Y. González B.  
 Estudiante Investigadora  
 R.M. N°

## **DISENTIMIENTO**

**No aceptación de la participación en el proyecto de investigación titulado** “Biometría craneofacial en niños de 0 a 3 años. Un estudio semilongitudinal-Caso Colombia”.

En consideración a la información recibida y descrita anteriormente, he tomado la decisión libre y voluntaria de **NO ACEPTAR, RECHAZAR Y NO AUTORIZAR** la participación del niño(a) en el proyecto propuesto, sin que se genere alguna discriminación o diferencia en la calidad y oportunidad al servicio que se acude.

---

Firma del Padre y/o acudiente o  
C.C. N°

---

Dra. Clementina Infante Contreras  
Directora del Proyecto  
R.M N°

---

Dra. Laila Y. González B.  
Estudiante Investigadora R.M.No.

**Biometría Craneofacial en niños  
de 0 a 3 años.  
Un estudio semilongitudinal  
Caso Colombia**

La presente investigación tiene como objetivo establecer una relación estructural funcional entre el crecimiento y desarrollo craneofacial y las variables biométricas craneofaciales, ecogeográficas, socioeconómicas, nutricionales y funcionales, en niños de 0 a 3 años que asisten a la clínica del Bebé Fundación HOMI Hospital Pediátrico de la Misericordia y otras instituciones por un periodo de un año.

Se espera con esta investigación, conocer el comportamiento del crecimiento y desarrollo craneofacial en niños de 0 a 3 años y aportar en el diagnóstico e intervención preventiva del niño en edades tempranas del desarrollo.



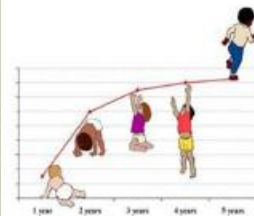
Cartilla guía para Padres y o  
acudientes participantes en el trabajo  
de Investigación  
Biometría craneofacial en niños  
de 0 a 3 años.  
Un estudio semilongitudinal  
Caso Colombia

Facultad de Odontología  
Universidad Nacional de Colombia  
Maestría en Odontología  
Fundación HOMI y otras Instituciones


Informes:  
3165000 ext 16015  
3811970 ext 5055  
Correo: [hygonzalez@unal.edu.co](mailto:hygonzalez@unal.edu.co)

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN  
MAestrÍA EN ODONTOLOGÍA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
INVESTIGADORA PRINCIPAL:  
LILIA Y GONZÁLEZ BELANDIERO  
ESTUDIANTE INVESTIGADORA:  
MAESTRÍA EN ODONTOLOGÍA

Cartilla guía para Padres  
y o acudientes  
participantes en el  
trabajo de Investigación  
Biometría craneofacial  
en niños  
de 0 a 3 años.  
Un estudio  
semilongitudinal  
Caso Colombia



CALL CENTER 381 1970



## PROCEDIMIENTOS REALIZADOS

---

**1. FIRMA DEL CONSENTIMIENTO INFORMADO POR LOS PADRES O ACUDIENTES**, EN EL CUAL SE AUTORIZA LA PARTICIPACIÓN DEL NIÑO O NIÑA EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

**2. REGISTRO DE LA INFORMACIÓN REQUERIDA PARA EL ESTUDIO EN UN FORMATO DE HISTORIA CLÍNICA**. SE DILIGENCIARÁ EN LA PRIMERA CONSULTA

### 3. VALORACIÓN CLÍNICA

SE CONTARÁ CON UN ESPACIO HABILITADO, QUE CUENTE CON TODAS LAS MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD (HIGIENE). EN EL CASO DE LA FUNDACIÓN HOMI SE DISPONDRÁ DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DEL BEBE CONS 107.

#### 3.1 PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS

SE REALIZARÁN PROCEDIMIENTOS CLÍNICOS CON RIESGO MÍNIMO PARA LA SALUD DE SU HIJO(A):

VALORACIÓN INTEGRAL DE LAS ESTRUCTURAS DE LA CARA Y CRÁNEO EXTRAORAL E INTRAORAL, EVALUACIÓN DE LAS FUNCIONES DE SUCCIÓN, DEGLUCIÓN Y MASTICACIÓN.

TOMA DE MEDIDAS COMO TALLA, PESO E ÍNDICE DE MASA CORPORAL.

#### EXAMEN EXTRAORAL DE LAS ESTRUCTURAS DE LA CABEZA Y DE LA CARA

PARA LA TOMA DE LAS MEDIDAS SE UTILIZARÁ UN METRO ESPECIAL ESTANDARIZADO Y UN COMPAS DE PUNTAS ROMAS LLAMADO (COMPAS DE PRECISIÓN).

#### PARA EL EXAMEN DE LA BOCA

SE UTILIZARÁ LA VISIÓN DIRECTA Y UNA LINTERNA PARA ILUMINACIÓN.

SOLO SE UTILIZARÁ INSTRUMENTAL BÁSICO DE ODONTOLOGÍA COMO ESPEJO DE BOCA EXPLORADOR Y PINZAS ALGODONERAS PARA NIÑOS MAYORES DE UN AÑO O CUANDO LA VISIÓN DIRECTA NO PERMITE HACER UNA ADECUADA VALORACIÓN INTRAORAL.

A CADA PACIENTE SE LE REALIZARÁN 4 CITAS AL AÑO JUNA CADA TRES MESES. EN CADA CITA SE REGISTRARÁN DE NUEVO LAS MEDIDAS Y SE ANOTARÁN LOS HALLAZGOS.

#### 4. OTRA ACTIVIDADES

SE REALIZARÁN ACTIVIDADES DE EDUCACIÓN EN SALUD ORAL, CONSEJERÍA PREVENTIVA EN CUANTO A LA PREVENCIÓN DE HABITOS NO SALUDABLES, RECOMENDACIONES SOBRE TÉCNICAS DE ALIMENTACIÓN, CONSISTENCIA DE ALIMENTOS Y APOYO A LA LACTANCIA MATERNA.

#### 5. DURACIÓN DE LAS CONSULTAS

LA CONSULTA DE PRIMERA VEZ DURARÁ UN TIEMPO APROXIMADO DE 1 HORA. LOS CONTROLES DURARÁN MEDIA HORA APROXIMADAMENTE.

**Profesionales integrantes del proyecto.**

**Dra. Laila Y. González Bejarano**  
**Estomatóloga Pediatra UN**

**Estudiante de la Maestría en Odontología Facultad de Odontología UN**

**Dra. Clementina Infante Contreras.**

**Coordinadora de la Maestría en Odontología**

**Directora del trabajo de**

**Investigación, Docente titular**  
**Facultad de Odontología UN,**

**Ortodoncista.**

**Dra. Berta Benavides Finto**

**Fonoaudióloga**

**Docente de pregrado y posgrado**

**Facultad de Odontología UN**

Centro de Investigación y extensión  
Facultad de Odontología  
3165000 Est. 16011

Fundación HOMI Hospital de la Misericordia  
3811970 EXT 505

## **D. Anexo: Códigos de Variables**

REGISTRO N°	Numero; A: primer registro; B: segundo registro; C: tercer registro; D: cuarto registro
FECHA	Fecha toma medidas (ABCD)
IDENTIFICACION	NUIP
CODINSTU	01: Homi; 02: San Gabriel; 02A Obra Suiza; 03UNISALUD; 04Jardin UN
SEXNIÑO	1 Femenino; 2 Masculino
FNACIMINI	dd/mm/aa
DIAS	Edad del niño en días (cálculo automático)
EDANIÑM	Edad del niño en meses (cálculo automático)
NACINCIUD	Ciudad nacimiento niño(a)
NACINDEPA	Departamento
PROCENCIU	Ciudad procedencia
PROCENDEP	Departamento procedencia
DIRECCIÓN	Dirección residencia
BARRIO	Barrio residencia
LOCALIDAD	Alcaldía menor a que corresponda o municipio
EDPDRE	Edad padre
EDMDRE	Edad madre
H1	Edad en años de hermanos
H2	Edad en años de hermanos
VINPARE	casados:1; unión libre:2; separados:3; madre soltera:4; viuda(o):5
CONQVIVE EL NIÑO	papá:1,mamá:2; hermanos:3; abuelos:4; tíos: 5; otro:6; papá,mamá:7; papá,hermanos:8; papá,abuelos:9; papá,tios:10; mamá,hermanos:11; mamá,abuelos:12; mamá.tios:13;
SEGSOCIA	Si 1; NO 2
ESTRATO	Estrato 1,2 ,3,4,5,6
SERPUBLI	energia,agua,gas,telefono:1; energia,agua,gas:2; energia,agua:3,energia,gas:3; energia,telefono:4; agua,gas,telefono:5; energia,gas,telefono:6
VIVIENDA	Propia:1,arrendada:2; familiar:3; otra: 4
TIPVIVI	Casa:1; Apartamento:2; Cuarto o cuartos:3; compartido:4; Casa lote:4; Finca:5; Otro:6
INGRESOS	< de 1smlv:1,1smlv:2; entre 2y3smlv:3;
NACIMDRC	Ciudad nacimiento madre
NACIMDRD	Departamento nacimiento madre
PROCMDRC	Ciudad procedencia madre
PROCMDRD	Departamento procedencia madre
ESCOLRDM	Universidad:1; Técnico superior:2; Secund completa:3; Secund incomp:4; Prim comp:5; Prim incomp:6
OCUPACM	Hogar:1; Estudiante:2; Empleado:3; Independiente:4; Informal:5
NACIPDRC	Ciudad nacimiento padre
NACIPDRD	Departamento nacimiento padre
PROCPDRC	Ciudad procedencia padre
PROCPDRD	Departamento procedencia padre



ESCOLRDP	Universidad:1; Técnico superior:2; Secund completa:3; Secund incomp:4 ; Prim comp:5; Prim incomp:6
OCUPACP	Hogar:1; Estudiante:2; Empleado:3; Independiente:4; Informal:5
ACUDNAC	Ciudad nacimiento acudiente
ACUDNAD	Departamento nacimiento acudiente
PROCACUC	Ciudad procedencia acudiente
PROCACUD	Departamento procedencia acudiente
ESCACUD	Universidad:1; Técnico superior:2; Secund completa:3; Secund incomp:4; Prim comp:5; Prim incomp:6
OCUPACUD	Hogar:1; Estudiante:2; Empleado:3; Independiente:4; Informal:5
NACIABEMC	Ciudad nacimiento abuela materna
NACIABEMD	Depto nacimiento abuela materna
NACIABUMC	Ciudad nacimiento abuelo materno
NACIABUMD	Departamento nacimiento abuelo materno
NACIABEPC	Ciudad nacimiento abuela paterna
NACIABEPD	Depto nacimiento abuela paterna
NACIABUPC	Ciudad nacimiento abuelo paterno
NACIABUPD	Departamento nacimiento abuelo paterno
ANTMEDIC	Antecedentes médicos SI:1; NO:2
CTRPRENA	Control prenatal. SI:1; NO:2
AMEABORT	Amenaza de aborto Si:1; No:2
ENFERMDA	Enfermedad durante la gestación Si:1; No:2
CONSDROG	Consumo de medicamentosSi:1; No:2
HABITOS	Consumo de sustancias psicoactivas, cigarrillo, alcohol. Si: 1, No:2
TRAUMA	Si:1; No:2
EMBADESE	Embarazo deseado Si:1; No:2
PARTO	Normal 1 (sin complicación); Alterado (complicación posición podálica, sentado, hipoxia neonatal).
TGSTCION	Tiempo de gestación Entre25-30:1; entre30-34:2; <de37:3; entre37-40:4; >40:5:sin datos:99
LUGAR	Lugar de nacimiento. Casa:1; Hospital:2; Otro:3; sin datos:99
TPOPARTO	Vaginal:1; Cesárea:2; Fórceps,espátula:3; sin datos:99
CNDCIONS	Condición parto. Sin trauma:1; Con trauma:2; Otra; 3; sin datos:99
PESO	Peso al nacer
LONGITUD	Talla al nacer en cm
PERICEFA	Perímetro cefálico al nacer
PESOKG	Peso en Kg. Medida en cada toma (ABCD)
LONG/TALLA	Longitud o talla dada en cm. Medida en cada toma (ABCD)
IMC	Índice de masa corporal. Calculo automático. en cada toma (ABCD)
TALLAM	Medida en cada toma (cm) ma (ABCD)
PERCEF	Perímetro cefálico (cm). Medida en cada toma (ABCD)
IMPORJA	Implantación de las orejas. Normal:1; Baja:2; Sin dato:99
LANPOSCB	Longitud anteroposterior de la cabeza (cm). Medida en cada toma (ABCD)

ANCAB	Anchura de la cabeza (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ANCFR	Anchura de la frente (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ALCRAFAT	Altura craneofacial total (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ALTUFACI	Altura facial inferior (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ANBICI	Anchura bicigomática (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ANCAINF	Anchura cara inferior (cm). Medida en cada toma (ABCD)
PMAXILAR	Profundidad del maxilar (cm). Medida en cada toma (ABCD)
PMANDBLA	Profundidad de la mandíbula (cm). Medida en cada toma (ABCD)
AINEX	Anchura intercantal externa (cm). Medida en cada toma (ABCD)
AININT	Anchura intercantal interna (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ANPAL	Anchura palpebral (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ANNARIZ	Anchura de la nariz (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ALNAR	Altura de la nariz (cm). Medida en cada toma (ABCD)
LOCOL	Longitud de la columnella (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ANCOL	Anchura de la columnella (cm). Medida en cada toma (ABCD)
LOFILT	Longitud del filtrum (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ANFIL	Anchura del filtrum (cm). Medida en cada toma (ABCD)
ANBO	Anchura de la boca (cm). Medida en cada toma (ABCD)
INCEFA	Índice cefálico (cm). En cada toma (ABCD) calculo automático
INFAC	Índice facial (cm). En cada toma (ABCD) calculo automático
SFACIAL	Simetría facial Si:1; No:2
LABSUPOS	Labio superior posición.: Normal:1; Protrusivo:2, Retrusivo:3 ; Evertido:4; Retrusivo-Evertido:5; Normal-retrusivo:6; Protrusivo y evertido:7
LABSUTON	Labio superior tonicidad. Normal:1; Hipertónico:2 ; Hipotónico:3
LABSUTAM	Labio superior tamaño.Normal:1; Grueso:2; Delgado:3; Largo:4; grueso y corto::6; delgado y corto:7
LABSUMOV	Labio superior movilidad. Si:1; No:2
LABSUALT	Labio superior alteración. Hendidura:1; Cicatriz:2; Otro:3
BOTONEO	Botón del neonato. Si:1 ; No:2; Na:3
LABINPOS	Labio inferior posición. Normal:1; Protrusivo:2,Retrusivo:3; Evertido:4; Retrusivo-Evertido:5Normal-retrusivo:6
LABINTON	Labio inferior tonicidad. Normal:1; Hipertónico:2; Hipotónico:3
LABINTAM	Labio inferior tamaño. Normal:1; Grueso:2; Delgado:3; Largo:4; Corto:5; grueso y corto::6; delgado y corto:7
LABINMOV	Labio inferior movilidad. Si:1; No:2
LABINALT	Labio inferior alteración.Hendidura:1; Cicatriz:2; Otro:3
OROFARIN	Orofaringe. Normal:1; Alterado:2
PALADAR	Normal:1; Angosto:2; Profundo:3; Submucoso:4; Hendido:5; Otro:6; Angosto y profundo:7
FRENLABS	Frenillo labial superior. Normal:1; Sobreinsertado:2; Otro:3
FRELABIN	Frenillo labial inferior. Normal:1; Sobreinsertado:2; Otro:3
FRLNGUAL	Frenillo lingual. Normal:1; Corto:2; Funcional:3; No funcional:4; Corto, no funcional:5; Normal No Funcional:6; Corto funcional:7
RODESUPE	Rodete superior. Normal:1; Alterado:2

RODEINFE	Rodete inferior. Normal:1; Alterado:2
ENCIAS	Normal:1; Alterada:2
MUCOSAS	Normal:1; Alterada:2
PISOBOCA	Normal:1; Alterada:2
LENFOR	Lengua forma Normal:1; Alterada:2
LENCOL	Lengua color Normal:1; Alterada:2
LENPOSI	Lengua posición. Normal:1; Alterada:2
LENTEX	Lengua textura. Normal:1; Alterada:2
LENTAM	Lengua tamaño. Normal:1; Alterada:2
LENMOV	Lengua movilidad. Normal:1; Alterada:2
LENALT	Lengua alteración. Candidiasis:1; Ulceras:2; Laceraciones:3; Otra:4; No:5; Candidiasis y laceraciones:6
SALUD DENTAL	Sano:1; Caries:2; Trauma:3 Defecto estructural:4; Fusión dental:5; Anomalía de número:6; En erupción:7; Caries y trauma:8; Sin erupcionar:9; Ausente o perdido por caries o trauma:10
ERUDENTM	Meses cumplidos al inicio de la erupción dental
SINTDENT	Sintomatología en la erupción dental. Si:1; No:2
ALTSECUE	Alteración en la secuencia de erupción. Si:1; No:2
SUCCION	Si:1; No:2
SUCFUER	Succión con fuerza. Si:1; No:2
ALICUCHA	Alimentación con cuchara Si:1; No:2
ALICOMP	Alimentación complementaria Si:1; No:2
ALSEMSOL	Alimentación con semisólidos, Si:1; No:2
INTROSOL	Introducción sólidos. Si:1; No:2
BBTAZA	Bebe de taza. Si:1; No:2
ALIMADUL	Alimentación igual a un adulto. Si:1; No:2
CUCHDERR	Alimentación con cuchara aunque derrame un poco. Si:1; No:2
ESCUPE	Escupe la comida. Si:1; No:2
MASTIROT	Mastica con movimientos rotatorios Si:1; No:2
APRECOME	Aprende a comer solo Si:1; No:2
CORRE	Si:1; No:2
INIESFIN	Inicia control de esfínteres. Si:1; No:2
DISTIFUN	Distingue la función urinaria Si:1; No:2
COMSOL	Come solo. Si:1; No:2
CTROESFI	Controla esfínteres. Si:1; No:2
SALTA	Si:1; No:2
REACSONI	Reacción al sonido. Si:1; No:2
LLANTO	Si:1; No:2
SONSOCIA	Sonrisa social. Si:1; No:2
FTESONOR	Reacciona ante una fuente sonora. i:1; No:2
BALBUINT	Balbucea con intencionalidad. Si:1; No:2

RESPNOMB	Responde a su nombre. Si:1; No:2
BALBUIMI	Balbucea imitando el sonido de un adulto.Si:1; No:2
EMIT3PAL	Emite 3 palabras.Si:1; No:2
ORDENSEN	Recibe órdenes sencillas.Si:1; No:2
EMI10PAL	Emite 10 palabras. Si:1; No:2
RECOCUER	Reconoce su cuerpo. Si:1; No:2
ASOCPALA	Asocia palabras.Si:1; No:2
PALAFRAS	Hace palabras frase.Si:1; No:2
HACEFRAS	Hace frases. Si:1; No:2
REFXNOMB	Se refiere así mismo por su nombre. Si:1; No:2
UTILZAYO	Utiliza el YO.Si:1; No:2
USA200PA	Usa 200 palabras. Si:1; No:2
COMPREGU	Comienza a preguntarSi:1; No:2
DEGLUSION	Normal:1; Alterada:2
BABEO	Si:1; No:2
ATRAGANTA	Si:1; No:2
REFNASAL	Reflujo nasal.Si:1; No:2
MOVIASOC	Movimientos asociados al comer. Si:1; No:2
MOVIVASC	Movimientos de v�scula laríngea Si:1; No:2
ESCUCOMI	Escupe la comida Si:1; No:2
DIFICTRA	Dificultad para tragar Si:1; No:2
MOVIMASE	Movimientos maseteros Si:1; No:2
MOVIMAND	Movimientos mandibulares Si:1; No:2
CSRD	Coordinación succión, respiración, deglución Si:1; No:2
MSTCCI�N	Anterior:1; Unilateral:2; Bilateral:3
CMRD	Coordinación, masticación, respiración, deglución Si:1; No:2
MATERNA	Libre demanda:1; C/a2horas:2; C/a4horas:3; C/a6horas:4; >6horas:5
ARTIFICIAL	Libre demanda:1; C/a2horas:2; C/a4horas:3; C/a6horas:4; >6horas:5
MATEARTI	Libre demanda:1; C/a2horas:2; C/a4horas:3; C/a6horas:4; >6horas:5
MATEMIXT (complementaria)	1; 3veces/dia:2; 5veces/dia:3; >5veces/dia:4
ARTFMIXT (complementaria)	1; 3veces/dia:2; 5veces/dia:3; >5veces/dia:4
MIXTSOLI	1; 3veces/dia:2; 5veces/dia:3; >5veces/dia:4
MIXTSEMI	1; 3veces/dia:2; 5veces/dia:3; >5veces/dia:4
ALLIQSOL	Alternan líquidos con sólidos: Si: 1; No:2
RECMATER	Recibió leche maternaSi:1; No:2
CUANTIEM	Tiempo que recibí o recibe leche materna en meses
RECIBIBE	Recibió biberón Si:1; No:2
CUANTIEM	Cuanto Tiempo recibe o recibí biberón en meses
ACOMPLEM	# de meses a los que inició alimentación complementaria

---

DESAYUNO MERIENDA ALMUERZO ONCES CENA	Adjunto archivo con las dietas. Está en la hoja que dice Tipos de Dieta
SUCDIGI	Succión digital Si:1; No:2
FRECUEN	SI succión cuantas veces al día
SUCCTELA	Succión tela Si:1; No:2
CHUPOENT	Si:1; No:2; Solo para dormirse:3; Mientras duerme:4
FRECUENDIA	< de una hora:1; Entre 1-3 horas:2; >de 3 horas:3
OPCION 98	Se utiliza cuando alguna de las variables no aplica para la edad o por cualquier otra causa
OPCION 99	Se utiliza cuando definitivamente no se pudo obtener el dato

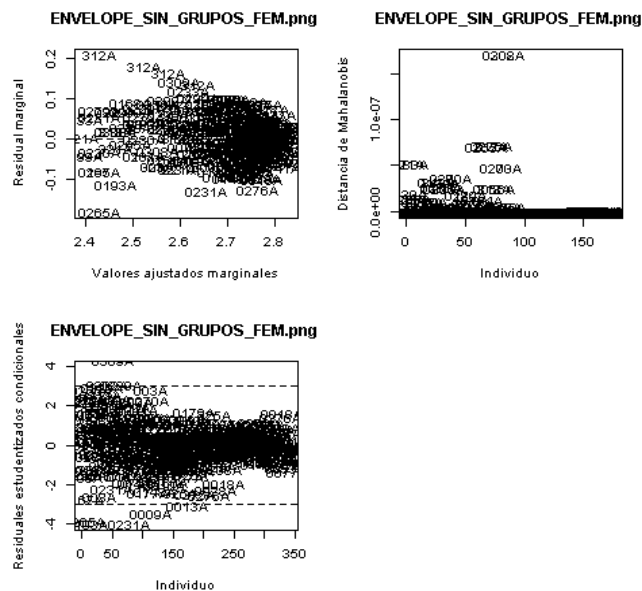
## **E. Anexo: Códigos de dietas**

<b>CODIGO</b>	<b>DIETA</b>				
2	CARBOHIDR				
13	CARBOHIDR	VERDURAS			
14	CARBOHIDR	PROTEINAS			
15	CARBOHIDR	LEGUMBRES			
16	CARBOHIDR	LACTEOS			
29	CARBOHIDR	VERDURAS	PROTEINAS		
30	CARBOHIDR	VERDURAS	LEGUMBRES		
31	CARBOHIDR	VERDURAS	LACTEOS		
36	CARBOHIDR	LEGUMBRES			
38	CARBOHIDR	PROTEINAS	LEGUMBRES		
39	CARBOHIDR	VERDURAS	PROTEINAS	LEGUMBRES	LACTEOS
41	CARBOHIDR	PROTEINAS	LACTEOS		
1	FRUTAS				
8	FRUTAS	CARBOHIDR			
9	FRUTAS	VERDURAS			
10	FRUTAS	PROTEINAS			
11	FRUTAS	LEGUMBRES			
12	FRUTAS	LACTEOS			
23	FRUTAS	CARBOHIDR	VERDURAS		
24	FRUTAS	CARBOHIDR	PROTEINAS	LEGUMBRES	
25	FRUTAS	CARBOHIDR	VERDURAS	PROTEINAS	
26	FRUTAS	CARBOHIDR	LEGUMBRES		
27	FRUTAS	CARBOHIDR	PROTEINAS		
28	FRUTAS	CARBOHIDR	LACTEOS		
40	FRUTAS	CARBOHIDR	PROTEINAS	LACTEOS	
42	FRUTAS	PROTEINAS	LACTEOS		
43	FRUTAS	CARBOHIDR	VERDURAS	PROTEINAS	
35	FRUTAS	CARBOHIDR	VERDURAS	PROTEINAS	LEGUMBRES
37	FRUTAS	CARBOHIDR	VERDURAS	LEGUMBRES	
6	LACTEOS				
5	LEGUMBRES				
22	LEGUMBRES	LACTEOS			
4	PROTEINAS				
20	PROTEINAS	LEGUMBRES			
21	PROTEINAS	LACTEOS			
34	PROTEINAS	LEGUMBRES	LACTEOS		
3	VERDURAS				
17	VERDURAS	PROTEINAS			
18	VERDURAS	LEGUMBRES			
19	VERDURAS	LACTEOS			
32	VERDURAS	PROTEINAS	LEGUMBRES		
33	VERDURAS	LEGUMBRES	LACTEOS		

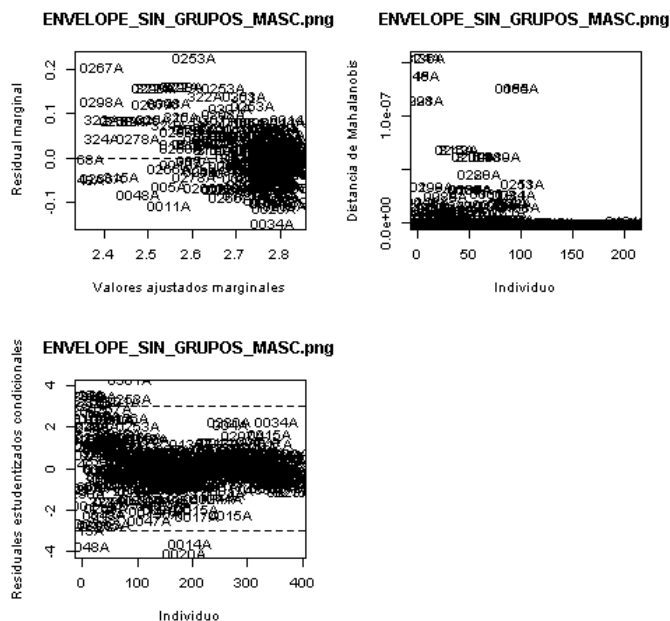
**F. Anexo: salidas R Ajuste modelos longitudinales mixtos y gráficos de dispersión.**



## Gráfico de dispersión para altura craneofacial total femenino



## Gráfico de dispersión para altura craneofacial total masculino



En los gráficos de dispersión se observan los individuos extremos identificados con el N° de registro con el que ingreso al estudio, de esta manera se puede ir directamente al formato registro para identificar si existe alguna causa de dicho comportamiento en la gráfica.

Se presenta a continuación, la forma en que se trabajó en el software estadístico R. La sección 1 contiene la forma en que se elaboraron los diagnósticos y envelopes para los modelos ajustados, esta rutina se realizó para todas las variables, realizando una estructura similar a las rutinas que pueden descargarse en el enlace <http://www.ime.usp.br/~jmsinger/doku.php?id=start>.

[La sección 2 contiene la rutina que se elaboraron para la variable \*Perímetro Cefálico sin tener en cuenta agrupaciones por edades\*. Por último, en la sección 3 se encuentra la rutina realizada para la misma variable, pero teniendo en cuenta la realización de grupos.](#)

## 1. DIAGNOSTICO

```
lmmresid1<-function(fit,subject,nombre,nfile1=nfile1,nfile2=nfile2){
y<-as.vector(fit@y)
X<-as.matrix(fit@X)
Z<-t(as.matrix(fit@Zt))
q<-length(ranef(fit))
n<-length(y)      # Number of cases
k<-length((names(table(subject)))) ## Number of subjects
ni<-(table(nombre)) # Vector with number of observations by subject
p<-ncol(X)      # Number of location parameters

## Estimate of sigma_e^2
se<-(attr(VarCorr(fit), "sc"))^2

## Estimate of the covariance matrix of conditional errors
sigma<- diag(n) # Homoskedastic conditional independence model.

## Estimate of the D matrix
d<-as.matrix(VarCorr(fit)$INDIVIDUO) # Estimate for each subject
D<-as.matrix(kronecker(diag(k),d))

### Covariance matrix of Y
V<-Z%*%D%*%t(Z)+se*sigma
iv<-solve(V) # inverse of V

### Q matrix
M<-solve(Z%*%D%*%t(Z)/se+sigma)
Q<-M-M%*%X%*%solve(t(X)%*%M%*%X)%*%t(X)%*%M

## EBLUE and EBLUP
eblue<-as.vector(fixef(fit))
eblup<-D%*%t(Z)%*%iv%*(y-X%*%eblue)

### Definir o vetor x_i (label of each subject)

### Residual analysis
predm<-X%*%eblue          # Predicted values for mean
predi<-X%*%eblue+Z%*%eblup # Predicted values for subjects
resm<-(y-predm)          # Marginal residuals
resc<-(y-predi)         # Conditional residuals
```

```

# Standardized conditional residuals
diag<-diag(Q)
rescp<-resc/sqrt(se*diag)
l<-max(-min(rescp),max(rescp))

### Checking linearity of effects (Marginal residuals)
png(file=nfile1)
#dev.new()
par(mfrow=c(2,2))
#diagresm<-diag(solve(M)%*%Q%*%solve(M))
plot(predm, resm, xlab="Valores ajustados marginales", ylab="Residual
marginal", pch=16, type="n", main=nfile1)
abline(h=0, lty=2)
text(predm, resm, labels=nombre)

### BLUP to detect outlying subjects
q1<-length(eblup)/k ## Number of random effects
B=diag(as.vector(eblup))
aux=se*(D-D%*%t(Z)%*%Q%*%Z%*%D)
dmah=diag(t(B)%*%aux%*%B)
#dev.new()
plot(dmah, ylab="Distancia de
Mahalanobis", xlab="Individuo", pch=16, type="n", main=nfile1)
text(dmah, labels=nombre)

### Standardized conditional residuals
rescp<-as.matrix(rescp[!is.nan(rescp)])
plot(rescp, xlab="Individuo", ylab="Residuales estudentizados
condicionales", pch=16, ylim=c(-4,4), type="n", main=nfile1)
abline(h=3, lty=2)
abline(h=-3, lty=2)
text(rescp, labels=nombre)
dev.off()

auxqn<-svd(Q)$d
auxqn<-diag(auxqn[1:(n-p)]) ## Matriz Pi
mk<-svd(Q)$u[,1:(n-p)]
resmc<-rep(0, (n-p))

### Obtaining the least confounded residuals

for (i in 1:(n-p)){
  resmc[i]<-auxqn[i,i]*t(mk[,i])%*%y
}
resmc<-resmc/sqrt(se)

### Plot of the least confounded residuals with 95% CI

#dev.new()
png(file=nfile2)
n1<-length(resmc)
epsilon <- matrix(0,n1,100)

```

```
e <- matrix(0,n1,100)
e11 <- numeric(n1)
e12 <- numeric(n1)
e13 <- numeric(n1)
e21 <- numeric(n1)
e22 <- numeric(n1)
e23 <- numeric(n1)

for(i in 1:100){
  epsilon[,i] <- rnorm(n1,0,1)
  e[,i] <- epsilon[,i]
  e[,i] <- e[,i]
  e[,i] <- sort(e[,i]) }

for(i in 1:n1){
  eo <- sort(e[i,])
  e11[i] <- eo[5]
  e12[i] <- eo[10]
  e13[i] <- eo[20]
  e21[i] <- eo[95]
  e22[i] <- eo[90]
  e23[i] <- eo[80]
  }

n1<-length(resmc)
epsilon <- matrix(0,n1,100)
e <- matrix(0,n1,100)
e1 <- numeric(n1)
e2 <- numeric(n1)
med <- apply(e,1,mean)
faixa <- range(resmc,e1,e2)
par(pty="s")
qn<-qqnorm(resmc,xlab="Cuantiles of N(0,1)",
ylab="Residuales confundidos estudentizados", ylim=faixa, pch=20,main=nfile2)
#text(qn$x,qn$y,labels=nombre,cex=0.5)
par(new=TRUE)
qqnorm(e11,axes=F,xlab="",ylab="", type="l",ylim=faixa,lty=1,col="blue",main="")
par(new=TRUE)
qqnorm(e21,axes=F,xlab="",ylab="", type="l",ylim=faixa,lty=1,col="blue",main="")
par(new=TRUE)
qqnorm(med,axes=F,xlab="",ylab="", type="l",ylim=faixa,lty=2,main="")

#### segunda banda
par(new=TRUE)
qqnorm(e12,axes=F,xlab="",ylab="", type="l",ylim=faixa,lty=1,col="orange",main="")
par(new=TRUE)
qqnorm(e22,axes=F,xlab="",ylab="",
type="l",ylim=faixa,lty=1,col="orange",main="")

### tercera
par(new=TRUE)
qqnorm(e13,axes=F,xlab="",ylab="", type="l",ylim=faixa,lty=1,col="red",main="")
par(new=TRUE)
```

```

qqnorm(e23,axes=F,xlab="",ylab="", type="l",ylim=faixa,lty=1,col="red",main="")

legend("topleft",legend=c("95%","90%","80%"),col=c("blue","orange","red"),lty=1)
dev.off()
#####

n1<-length(resmc)
epsilon <- matrix(0,n1,100)
e <- matrix(0,n1,100)
e1 <- numeric(n1)
e2 <- numeric(n1)

for(i in 1:100){
  epsilon[,i] <- rnorm(n1,0,1)
  e[,i] <- epsilon[,i]
  e[,i] <- e[,i]
  e[,i] <- sort(e[,i]) }

for(i in 1:n1){
  eo <- sort(e[i,])
  e1[i] <- eo[5]
  e2[i] <- eo[95] }

med <- apply(e,1,mean)
faixa <- range(resmc,e1,e2)
dev.new()
par(pty="s")

qn<-qqnorm(resmc,xlab="Cuantiles de N(0,1)",

ylab="Residuales confundidos estudentizados", ylim=faixa,
pch=16,type="n",main=nfile2)
text(qn$x,qn$y,labels=nombre,cex=0.5)
par(new=TRUE)

qqnorm(e1,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,lty=1)
par(new=TRUE)
qqnorm(e2,axes=F,xlab="",ylab="", type="l",ylim=faixa,lty=1)
par(new=TRUE)
qqnorm(med,axes=F,xlab="",ylab="",type="l",ylim=faixa,lty=2)
}

```

## PERÍMETRO CEFALICO SIN GRUPOS

```

### Elección de ruta origen de datos
setwd("D:/Usuarios/2012_II/Odontologia")
raiz<-"D:/Usuarios/2012_II/Odontologia"
#####
##### CARGA DE DATOS Y PAQUETES NECESARIOS PARA ANÁLISIS #####
#####

##### PERIMETRO CEFALICO MODELAMIENTO #####

```

```

DATOSV03<-read.table("perimetro_cefalico.csv",header=TRUE,dec=".",sep=";")
isNA<-NULL
for(i in 0:48){
  isNA[i+1]<-all(is.na(DATOSV03[paste("t",i,sep="")]))
}

colNO<-paste("t",0:48,sep="")[which(isNA)]
setdiff(colnames(DATOSV03),colNO)

DATOSV03<-subset(DATOSV03,select=setdiff(colnames(DATOSV03),colNO))
long<-function(x) return(length(which(!is.na(x))))
table(apply(DATOSV03,1,long))

GRUPO<-NULL
for(i in 1:nrow(DATOSV03)){
  dat_block<-DATOSV03[i,7:ncol(DATOSV03)]
  dat_block<-dat_block[!is.na(dat_block)]
  times_block<-as.numeric(substr(colnames(dat_block),2,3))
  GRUPO[i]<-ifelse(max(times_block)<=12,"G1",
    ifelse(max(times_block)<=24,"G2","G3"))
}
DATOSV03$GRUPO<-GRUPO

dir.create(file.path(raiz,"SALIDAS AJUSTE MODELO","PERIMETRO_CEFALICO"))

#####
library(lme4) # install.packages("lme4")

dir_e<-file.path(raiz,"SALIDAS AJUSTE MODELO","PERIMETRO_CEFALICO")
setwd(dir_e)
DATOSV03<-DATOSV03[c(1:43,56)]## cortes a 36 meses

WD<-apply(DATOSV03[colnames(DATOSV03)%in%paste("t",0:36,sep=")],1,
  function(x) length(which(!is.na(x))))
WD<-WD[WD>2]
DATOSV03<-DATOSV03[as.numeric(names(WD)),]
#table(DATOSV03[as.numeric(names(WD)),]$GRUPO)
#table(DATOSV03$GRUPO)
#####

#DATOSV03$Ingreso<-as.character(DATOSV03$Ingreso)
#DATOSV03$Ingreso<-as.Date(DATOSV03$Ingreso,"%d/%m/%Y");DATOSV01$Ingreso

tiempos<-setdiff(paste("t",0:36,sep=""),colNO)
DATOSV03_R<-
reshape(DATOSV03,idvar="INDIVIDUO",varying=list(tiempos),direction="long",
timevar = "Meses",v.names="PER_CEF")
summary(DATOSV03_R$PER_CEF)

png("ComparaciónSin_Grupos.png",width = 650, height = 800)
plot(density( log(subset(DATOSV03_R,SEXO=="M")$PER_CEF)
,na.rm=TRUE),col="blue",main="",xlab="Perímetro cefálico")
lines(density( log(subset(DATOSV03_R,SEXO=="F")$PER_CEF) ,na.rm=TRUE),col="red")

```

```

legend("topleft", legend=c("M", "F"), col=c("blue", "red"), lty=1)
title("Comparación perímetro cefálico")
dev.off()

png(filename="perfiles_gral_perimetro_cefalico.png", 600, 500, bg="white")
par(lab=c(20, 10, 10))
color<-factor(DATOSV03$SEXO)
levels(color)<-colors()[c(45, 65)]
matplot(t(DATOSV03[setdiff(paste("t", 0:36, sep=""), colNO)]), pch=1, ylab="Perimetro
cefálico", xlab="Tiempos", type="n")

for(i in 1:nrow(DATOSV03)){
  dat_row<-DATOSV03[i, setdiff(paste("t", 0:36, sep=""), colNO)]
  dat_row<-dat_row[!is.na(dat_row)]
  #points(as.numeric(substr(colnames(dat_row), 2, 3)), as.numeric(dat_row))
  if(DATOSV03$GRUPO[i]=="G1"){

if(DATOSV03$SEXO[i]=="F") lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row), 2, 3)), as.numer
ic(dat_row), col=colors()[90], lwd=1, lty=2)
  else
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row), 2, 3)), as.numeric(dat_row), col=colors()[
85], lty=3, lwd=2)
  }
  else{ if(DATOSV03$GRUPO[i]=="G2"){
    if(DATOSV03$SEXO[i]=="F")
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row), 2, 3)), as.numeric(dat_row), col=colors()[
90], lwd=1, lty=2)
    else
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row), 2, 3)), as.numeric(dat_row), col=colors()[
85], lty=3, lwd=2)
  }
  else {
    if(DATOSV03$SEXO[i]=="F")
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row), 2, 3)), as.numeric(dat_row), col=colors()[
90], lwd=1, lty=2)
    else
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row), 2, 3)), as.numeric(dat_row), col=colors()[
85], lty=3, lwd=2)
  }
  }
  }
}
abline(v=c(12, 24), lty=2)
legend("topleft", legend=c("F", "M"), lty=1, col=colors()[c(90, 85)], bty="n", lwd=2)
title("Perfiles perímetro cefálico")
dev.off()

#####

Grupo_1<-subset(DATOSV03_R, SEXO=="F")
Grupo_2<-subset(DATOSV03_R, SEXO=="M")

##### AJUSTE CURVA SEXO FEMENINO #####

```

```

anch_cabPG_1a<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1,na.action
=na.omit)
anch_cabPG_1b<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),d
ata=Grupo_1,na.action=na.omit)

AIC(anch_cabPG_1a)
AIC(anch_cabPG_1b)
anova(anch_cabPG_1a,anch_cabPG_1b)

#####
fit<-anch_cabPG_1b
subject<-as.factor(as.character(Grupo_1$Id))
nombre<-Grupo_1$Id[!is.na(Grupo_1$PER_CEF)]

lmmresid1(anch_cabPG_1b,subject,nombre,nfile1="ENVELOPE_SIN_GRUPOS.png",nfile2="D
IAGNOSTICO_SIN_GRUPOS.png")

#####
#####
#####
Grupo_2<-subset(DATOSV03_R,SEXO=="M")

##### AJUSTE CURVA SEXO MASCULINO #####

anch_cabPG_2a<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2,na.action
=na.omit)
anch_cabPG_2b<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),d
ata=Grupo_2,na.action=na.omit)

AIC(anch_cabPG_2a)
AIC(anch_cabPG_2b)
anova(anch_cabPG_2a,anch_cabPG_2b)

#####
fit<-anch_cabPG_2b
subject<-as.factor(as.character(Grupo_2$Id))
nombre<-Grupo_2$Id[!is.na(Grupo_2$PER_CEF)]

lmmresid1(anch_cabPG_2b,subject,nombre,nfile1="ENVELOPE_SIN_GRUPOS_MASC.png",nfil
e2="DIAGNOSTICO_SIN_GRUPOS_MASC.png")

save(anch_cabPG_1b,file="FemModelSINGrupos.Rdata")
save(anch_cabPG_2b,file="MascModelSINGrupos.Rdata")

#####
anch_cabPG_1bB<-
lme(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses),random=~Meses|INDIVI
DUO,data=Grupo_1,na.action=na.omit)

```



```

anch_cabPG_2bB<-
lme(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses),random=~Meses|INDIVI
DUO,data=Grupo_2,na.action=na.omit)

PredDataConj<-expand.grid(Meses=seq(0,36,by=1),SEXO=factor(c("M","F")))
PredDataConj$ID<-1:nrow(PredDataConj)
SEXO_M<-subset(PredDataConj,SEXO=="M")
SEXO_F<-subset(PredDataConj,SEXO=="F")

SEXO_M$Pred<-exp(predict(anch_cabPG_2bB,SEXO_M,level=0))
SEXO_F$Pred<-exp(predict(anch_cabPG_1bB,SEXO_F,level=0))

png(filename="AJUSTE_SIN_GRUPOXSEXO_PER_CEF.png",600,500,bg="white")
plot(DATOSV03_R$Meses, DATOSV03_R$PER_CEF, xlab='Time (Months)', ylab='Cephalic
perimeter',pch=20,col=gray(0.4))
lines(SEXO_M$Meses,SEXO_M$Pred,col="red",type="l",lwd=2)
lines(SEXO_F$Meses,SEXO_F$Pred,col="blue",type="l",lwd=2)
title("Fit without groups")
legend("topleft",legend=c("Male","Female"),lty=1,col=c("red","blue"),bty="n",lwd=
2)
dev.off()

```

## PERIMETRO CEFALICO POR GRUPOS

```

setwd("D:/Usuarios/2012_II/Odontologia")
raiz<-"D:/Usuarios/2012_II/Odontologia"
#####
##### CARGA DE DATOS Y PAQUETES NECESARIOS PARA ANÁLISIS #####
#####
DATOSV03<-read.table("perimetro_cefalico.csv",header=TRUE,dec=".",sep=";")
isNA<-NULL
for(i in 0:48){
  isNA[i+1]<-all(is.na(DATOSV03[paste("t",i,sep="")]))
}

colNO<-paste("t",0:48,sep="")[which(isNA)]
setdiff(colnames(DATOSV03),colNO)

DATOSV03<-subset(DATOSV03,select=setdiff(colnames(DATOSV03),colNO))
long<-function(x) return(length(which(!is.na(x))))
table(apply(DATOSV03,1,long))

DATOSV03<-DATOSV03[c(1:43)]## cortes a 36 meses
WD<-apply(DATOSV03[colnames(DATOSV03)%in%paste("t",0:36,sep="")],1,
  function(x) length(which(!is.na(x))))
WD<-WD[WD>2]
DATOSV03<-DATOSV03[as.numeric(names(WD)),]

GRUPO<-NULL
GRUPO_2<-NULL
for(i in 1:nrow(DATOSV03)){
  dat_block<-DATOSV03[i,7:ncol(DATOSV03)]

```

```

dat_block<-dat_block[,!is.na(dat_block)]
times_block<-as.numeric(substr(colnames(dat_block),2,3))
GRUPO[i]<-ifelse(max(times_block)<=12,"G1",
               ifelse(max(times_block)<=24,"G2","G3"))

GRUPO_2[i]<-paste(ifelse(times_block<=12,"G1",
                        ifelse(times_block>12 & times_block<=24,"G2",
                        ifelse(times_block>24,"G3",NA))),collapse="_")
}
DATOSV03$GRUPO<-GRUPO
DATOSV03$GrupoIN<-GRUPO_2#GrupoIN en que grupos cae cada observación

DATOSV03<-subset(DATOSV03,! (GrupoIN%in%c("G1_G1_G2_G2","G2_G2_G3_G3")))
table(DATOSV03$GrupoIN)
table(DATOSV03$GRUPO)

DATOSV03$GRUPO<-ifelse(DATOSV03$GrupoIN=="G1_G1_G1_G2","G1",DATOSV03$GRUPO)
DATOSV03$GRUPO<-ifelse(DATOSV03$GrupoIN=="G1_G2_G2_G2","G2",DATOSV03$GRUPO)
DATOSV03$GRUPO<-ifelse(DATOSV03$GrupoIN=="G2_G2_G2_G3","G2",DATOSV03$GRUPO)
DATOSV03$GRUPO<-ifelse(DATOSV03$GrupoIN=="G2_G3_G3_G3","G3",DATOSV03$GRUPO)
DATOSV03$GRUPO<-ifelse(DATOSV03$GrupoIN=="G3_G3_G3","G3",DATOSV03$GRUPO)
table(DATOSV03$GRUPO)

#dir.create(file.path(raiz,"SALIDAS AJUSTE MODELO","PERIMETRO_CEFALICO"))

#####
library(lme4) # install.packages("lme4")
#library(nlme)

dir_e<-file.path(raiz,"SALIDAS AJUSTE MODELO","PERIMETRO_CEFALICO")
setwd(dir_e)

#####

#DATOSV03$Ingreso<-as.character(DATOSV03$Ingreso)
#DATOSV03$Ingreso<-as.Date(DATOSV03$Ingreso,"%d/%m/%Y");DATOSV01$Ingreso

tiempos<-setdiff(paste("t",0:36,sep=""),colNO)
DATOSV03_R<-
reshape(DATOSV03,idvar="INDIVIDUO",varying=list(tiempos),direction="long",
timevar = "Meses",v.names="PER_CEF")
summary(DATOSV03_R$PER_CEF)

save(DATOSV03_R,file=file.path("D:/Usuarios/2012_II/Odontologia/SALIDAS AJUSTE
MODELO/PERIMETRO_CEFALICO/CON_GRUPOS V02","DATOSV03_R.Rdata"))

raiz<-"D:/Usuarios/2012_II/Odontologia/SALIDAS AJUSTE
MODELO/PERIMETRO_CEFALICO/CON_GRUPOS V02"
setwd(raiz)

png("ComparaciónCon_GruposG1.png",width = 650, height = 800)
plot(density( log(subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G1" & SEXO=="F")$PER_CEF)
,na.rm=TRUE),col="red",main="",xlab="Perímetro cefálico")

```

```

lines(density( log(subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G1" & SEXO=="M")$PER_CEF)
,na.rm=TRUE),col="blue")
legend("topleft",legend=c("F","M"),col=c("red","blue"),lty=1)
title("Comparación Perímetro cefálico: Grupo uno")
dev.off()

png("ComparaciónCon_GruposG2.png",width = 650, height = 800)
plot(density( log(subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G2" & SEXO=="F")$PER_CEF)
,na.rm=TRUE),col="red",main="",xlab="Perímetro cefálico",ylim=c(0,20))
lines(density( log(subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G2" & SEXO=="M")$PER_CEF)
,na.rm=TRUE),col="blue")
legend("topleft",legend=c("F","M"),col=c("red","blue"),lty=1)
title("Comparación Perímetro cefálico: Grupo dos")
dev.off()

png("ComparaciónCon_GruposG3.png",width = 650, height = 800)
plot(density( log(subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G3" & SEXO=="F")$PER_CEF)
,na.rm=TRUE),col="red",main="",xlab="Perímetro cefálico",ylim=c(0,15))
lines(density( log(subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G3" & SEXO=="M")$PER_CEF)
,na.rm=TRUE),col="blue")
legend("topleft",legend=c("F","M"),col=c("red","blue"),lty=1)
title("Comparación Perímetro cefálico: Grupo tres")
dev.off()

png(filename="perfiles_gral_per_cefalico.png",600,500,bg="white")
par(lab=c(20,10,10))
color<-factor(DATOSV03$SEXO)
levels(color)<-colors()[c(45,65)]
matplot(t(DATOSV03[setdiff(paste("t",0:36,sep=""),colNO)]),pch=1,ylab="Perímetro
cefálico",xlab="Tiempos",type="n")

for(i in 1:nrow(DATOSV03)){
  dat_row<-DATOSV03[i,setdiff(paste("t",0:36,sep=""),colNO)]
  dat_row<-dat_row[!is.na(dat_row)]
  #points(as.numeric(substr(colnames(dat_row),2,3)),as.numeric(dat_row))
  if(DATOSV03$GRUPO[i]=="G1"){

if(DATOSV03$SEXO[i]=="F") lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row),2,3)),as.numer
ic(dat_row),col=colors()[90],lwd=1,lty=2)
  else
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row),2,3)),as.numeric(dat_row),col=colors()[
85],lty=3,lwd=2)
  }
  else{ if(DATOSV03$GRUPO[i]=="G2"){
    if(DATOSV03$SEXO[i]=="F")
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row),2,3)),as.numeric(dat_row),col=colors()[
90],lwd=1,lty=2)
    else
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row),2,3)),as.numeric(dat_row),col=colors()[
85],lty=3,lwd=2)
  }
  }
  else {

```

```

        if (DATOSV03$SEXO[i]=="F")
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row),2,3)),as.numeric(dat_row),col=colors()[
90],lwd=1,lty=2)
        else
lines(as.numeric(substr(colnames(dat_row),2,3)),as.numeric(dat_row),col=colors()[
85],lty=3,lwd=2)
    }
}
}
abline(v=c(12,24),lty=2)
legend("topleft",legend=c("F","M"),lty=1,col=colors()[c(90,85)],bty="n",lwd=2)
title("Perfiles Perímetro cefálico")
dev.off()

##### AJUSTE DE MODELO AL PRIMER GRUPO DE EDAD #####3
#### AJUSTE DE CURVAS PARA MASCULINO

Grupo_1M<-subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G1" & SEXO=="M")
length(unique(Grupo_1M$INDIVIDUO))## 17 individuos

anch_cabPG_1a<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Gr
upo_1M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_1b<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1M,na.action=na.
omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_1c<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1M,na.acti
on=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_1d<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1M,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_1e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1M,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_1f<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),d
ata=Grupo_1M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

rbind(AIC(anch_cabPG_1a),
AIC(anch_cabPG_1b),
AIC(anch_cabPG_1c),
AIC(anch_cabPG_1d),
AIC(anch_cabPG_1e),
AIC(anch_cabPG_1f))#### mejor modelo AIC= -247.45

round(rbind(fixef(anch_cabPG_1a),fixef(anch_cabPG_1b),fixef(anch_cabPG_1c),
fixef(anch_cabPG_1d),fixef(anch_cabPG_1e),fixef(anch_cabPG_1f)),5)

summary(anch_cabPG_1f)
anova(anch_cabPG_1f,test=TRUE,type="marginal")
anova(anch_cabPG_1f,test=TRUE)

```

```

#dir.create(file.path(raiz,"G1"))
setwd(file.path(raiz,"G1"))
save(anch_cabPG_1f,file="modeloMG1.Rdata")

##### FEMENINO #####33
Grupo_1F<-subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G1" & SEXO=="F")
length(unique(Grupo_1F$INDIVIDUO))## 25 individuos

anch_cabPG_2a<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_2b<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_2c<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_2d<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_2e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG_2f<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

rbind(AIC(anch_cabPG_2a),
AIC(anch_cabPG_2b),
AIC(anch_cabPG_2c),
AIC(anch_cabPG_2d),
AIC(anch_cabPG_2e),
AIC(anch_cabPG_2f))#### mejor modelo AIC=-357.29

round(rbind(fixef(anch_cabPG_2a),fixef(anch_cabPG_2b),fixef(anch_cabPG_2c),
fixef(anch_cabPG_2d),fixef(anch_cabPG_2e),fixef(anch_cabPG_2f)),5)

summary(anch_cabPG_2f)
anova(anch_cabPG_2f,test=TRUE,type="marginal")
anova(anch_cabPG_2f,test=TRUE)

save(anch_cabPG_2f,file="ModeloG1_F.Rdata")

##### AJUSTE DE MODELO AL SEGUNDO GRUPO DE EDAD
#####3
##### AJUSTE DE CURVAS PARA MASCULINO
#dir.create(file.path(raiz,"G2"))
setwd(file.path(raiz,"G2"))
Grupo_2M<-subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G2" & SEXO=="M")
length(unique(Grupo_2M$INDIVIDUO))## 16 individuos

```

```

anch_cabPG2_1a<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_1b<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_1c<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_1d<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_1e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_1f<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_1g<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

rbind(AIC(anch_cabPG2_1a),
AIC(anch_cabPG2_1b),
AIC(anch_cabPG2_1c),
AIC(anch_cabPG2_1d),
AIC(anch_cabPG2_1e),#### mejor modelo AIC=-359.38
AIC(anch_cabPG2_1f),
AIC(anch_cabPG2_1g))

round(rbind(fixef(anch_cabPG2_1a),fixef(anch_cabPG2_1b),fixef(anch_cabPG2_1c),
fixef(anch_cabPG2_1d),fixef(anch_cabPG2_1e),fixef(anch_cabPG2_1f),fixef(anch_cabPG2_1g)),5)

summary(anch_cabPG2_1e)
anova(anch_cabPG2_1e,test=TRUE,type="marginal")
anova(anch_cabPG2_1e,test=TRUE)
save(anch_cabPG2_1e,file="modeloG2_M.Rdata")

#### AJUSTE DE CURVAS PARA FEMENINO

Grupo_2F<-subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G2" & SEXO=="F")
length(unique(Grupo_2F$INDIVIDUO))## 17 individuos

anch_cabPG2_2a<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_2b<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_2c<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

```

```

anch_cabPG2_2d<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_2e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_2f<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),d
ata=Grupo_2F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG2_2g<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F,na.actio
n=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

rbind(AIC(anch_cabPG2_2a),
AIC(anch_cabPG2_2b),
AIC(anch_cabPG2_2c),
AIC(anch_cabPG2_2d),
AIC(anch_cabPG2_2e),## mejor modelo AIC = -328.66
AIC(anch_cabPG2_2f),
AIC(anch_cabPG2_2g))

round(rbind(fixef(anch_cabPG2_2a),fixef(anch_cabPG2_2b),fixef(anch_cabPG2_2c),
fixef(anch_cabPG2_2d),fixef(anch_cabPG2_2e),fixef(anch_cabPG2_2f),fixef(anch_cabP
G2_2g)),5)

##### AJUSTE DE MODELO AL TERCER GRUPO DE EDAD #####3
##### AJUSTE DE CURVAS PARA MASCULINO
#dir.create(file.path(raiz,"G3"))
setwd(file.path(raiz,"G3"))
Grupo_3M<-subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G3" & SEXO=="M")
length(unique(Grupo_3M$INDIVIDUO))## 55 individuos

anch_cabPG3_1a<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=G
rupo_3M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_1b<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M,na.action=na.
omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_1c<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M,na.acti
on=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_1d<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_1e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_1f<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),d
ata=Grupo_3M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_1g<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M,na.actio
n=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

```

```

anch_cabPG3_1h<-
lmer(sqrt(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),
data=Grupo_3M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_1i<-
lmer(sqrt(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M,na.acti
on=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

rbind(AIC(anch_cabPG3_1a),
AIC(anch_cabPG3_1b),
AIC(anch_cabPG3_1c),
AIC(anch_cabPG3_1d),
AIC(anch_cabPG3_1e), ### mejor modelo AIC = -1025.59
AIC(anch_cabPG3_1f),
AIC(anch_cabPG3_1g),
AIC(anch_cabPG3_1h),
AIC(anch_cabPG3_1i))

round(rbind(fixef(anch_cabPG3_1a),fixef(anch_cabPG3_1b),fixef(anch_cabPG3_1c),
fixef(anch_cabPG3_1d),fixef(anch_cabPG3_1e),fixef(anch_cabPG3_1f),fixef(anch_cabP
G3_1g),
fixef(anch_cabPG3_1h),fixef(anch_cabPG3_1i)),7)

setwd(file.path(raiz,"G3"))

summary(anch_cabPG3_1e)
anova(anch_cabPG3_1e,test=TRUE,type="marginal")
anova(anch_cabPG3_1e,test=TRUE)
save(anch_cabPG3_1e,file="modeloG3_M.Rdata")

##### AJUSTE DE CURVAS PARA FEMENINO

Grupo_3F<-subset(DATOSV03_R,GRUPO=="G3" & SEXO=="F")
length(unique(Grupo_3F$INDIVIDUO))## 39 individuos

anch_cabPG3_2a<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=G
rupo_3F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_2b<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3F,na.action=na.
omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_2c<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3F,na.acti
on=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_2d<-
lmer(PER_CEF~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3F,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_2e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3F,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
anch_cabPG3_2f<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),d
ata=Grupo_3F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

```



```
anch_cabPG3_2g<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio

rbind(AIC(anch_cabPG3_2a),
AIC(anch_cabPG3_2b),
AIC(anch_cabPG3_2c),
AIC(anch_cabPG3_2d),
AIC(anch_cabPG3_2e), ## mwjor modelo AIC= -892.2628
AIC(anch_cabPG3_2f),
AIC(anch_cabPG3_2g))

round(rbind(fixef(anch_cabPG3_2a),fixef(anch_cabPG3_2b),fixef(anch_cabPG3_2c),
fixef(anch_cabPG3_2d),fixef(anch_cabPG3_2e),fixef(anch_cabPG3_2f),fixef(anch_cabPG3_2g)),7)

summary(anch_cabPG3_2e)
anova(anch_cabPG3_2e,test=TRUE,type="marginal")
anova(anch_cabPG3_2e,test=TRUE)
save(anch_cabPG3_2e,file="modeloG3_F.Rdata")

#####

anch_cabPG_1f<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1M,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
AIC(anch_cabPG_1f)
AIC(anch_cabPG_1f)
setwd(file.path(raiz,"G1"))
fit<-anch_cabPG_1f
subject<-as.factor(as.character(Grupo_1M$Id))
nombre<-Grupo_1M$Id[!is.na(Grupo_1M$PER_CEF)]
lmmresid1(fit,subject,nombre,nfile1="Diag.MascG1.png",nfile2="Envelope.MascG1.png")

#####

anch_cabPG_2f<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1F,na.action=na.omit)### incorpora tanto fijo como aleatorio
AIC(anch_cabPG_2f)

fit<-anch_cabPG_2f
subject<-as.factor(as.character(Grupo_1F$Id))
nombre<-Grupo_1F$Id[!is.na(Grupo_1F$PER_CEF)]
lmmresid1(fit,subject,nombre,nfile1="Diag.FemG1.png",nfile2="Envelope.FemG1.png")
#####
setwd(file.path(raiz,"G2"))
```

```

anch_cabPG2_1e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)
AIC(anch_cabPG2_1e)

fit<-anch_cabPG2_1e
subject<-as.factor(as.character(Grupo_2M$Id))
nombre<-Grupo_2M$Id[!is.na(Grupo_2M$PER_CEF)]
lmmresid1(fit,subject,nombre,nfile1="Diag.MasG2.png",nfile2="Envelope.MasG2.png")

# Grupo_2M2<-subset(Grupo_2M,! (Id%in%
# c("0153A","0145A","0171A","0152A")))
#
anch_cabPG2_1e2<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M2,na.action=na.omit)
# AIC(anch_cabPG2_1e2)

# fit<-anch_cabPG2_1e2
# subject<-as.factor(as.character(Grupo_2M2$Id))
# nombre<-Grupo_2M2$Id[!is.na(Grupo_2M2$PER_CEF)]
#
lmmresid1(fit,subject,nombre,nfile1="Diag.MasG2.png",nfile2="Envelope.MasG2.png")

# save(anch_cabPG2_1e2,file="ModFinalG2Masculino.Rdata")
#####
#####
anch_cabPG2_2e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F,na.action=na.omit)
AIC(anch_cabPG2_2e)

fit<-anch_cabPG2_2e
subject<-as.factor(as.character(Grupo_2F$Id))
nombre<-Grupo_2F$Id[!is.na(Grupo_2F$PER_CEF)]
lmmresid1(fit,subject,nombre,nfile1="Diag.FemG2.png",nfile2="Envelope.FemG2.png")

# Grupo_2F2<-subset(Grupo_2F,! (Id%in%c("0026A")))

# anch_cabPG2_2e2<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F2,na.action=na.omit)

setwd(file.path(raiz,"G3"))

anch_cabPG3_1e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
AIC(anch_cabPG3_1e)

fit<-anch_cabPG3_1e
subject<-as.factor(as.character(Grupo_3M$Id))
nombre<-Grupo_3M$Id[!is.na(Grupo_3M$PER_CEF)]
lmmresid1(fit,subject,nombre,nfile1="Diag.MasG3.png",nfile2="Envelope.MasG3.png")

```

```
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M2,na.action=na.omit)
```

```
#####
```

```
anch_cabPG3_2e<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3F,na.action=na.omit)###
incorpora tanto fijo como aleatorio
AIC(anch_cabPG3_2e)
```

```
fit<-anch_cabPG3_2e
subject<-as.factor(as.character(Grupo_3F$Id))
nombre<-Grupo_3F$Id[!is.na(Grupo_3F$PER_CEF)]
lmmresid1(fit,subject,nombre,nfile1="Diag.FemG3.png",nfile2="Envelope.FemG3.png")
```

```
#####
#####          GRAFICO DE AJUSTE A LOS DATOS          #####
#####
```

```
##### Grupo 1
anch_cabPG_1f2<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1M,na.action=na.omit)
anch_cabPG_1f2C<-
lme(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses),random=~Meses|INDIVIDUO,data=Grupo_1M,na.action=na.omit)
```

```
anch_cabPG_2f2<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses)+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_1F,na.action=na.omit)
anch_cabPG_2f2C<-
lme(log(PER_CEF)~1+Meses+I(Meses*Meses)+I(Meses*Meses*Meses),random=~Meses|INDIVIDUO,data=Grupo_1F,na.action=na.omit)
```

```
##### Grupo 2
anch_cabPG2_1e2<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2M,na.action=na.omit)
anch_cabPG2_1e2C<-
lme(log(PER_CEF)~1+Meses,random=~Meses|INDIVIDUO,data=Grupo_2M,na.action=na.omit)
```

```
anch_cabPG2_2e2<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_2F,na.action=na.omit)
anch_cabPG2_2e2C<-
lme(log(PER_CEF)~1+Meses,random=~Meses|INDIVIDUO,data=Grupo_2F,na.action=na.omit)
```

```
##### Grupo 3
anch_cabPG3_1e2<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3M,na.action=na.omit)
anch_cabPG3_1e2C<-
lme(log(PER_CEF)~1+Meses,random=~Meses|INDIVIDUO,data=Grupo_3M,na.action=na.omit)
```

```

anch_cabPG3_2e2<-
lmer(log(PER_CEF)~1+Meses+(Meses|INDIVIDUO),data=Grupo_3F,na.action=na.omit)
anch_cabPG3_2e2C<-
lme(log(PER_CEF)~1+Meses,random=~Meses|INDIVIDUO,data=Grupo_3F,na.action=na.omit)

A<-expand.grid(Meses=seq(0,12,by=1))
A$ID<-1:nrow(A)
B<-A

E<-expand.grid(Meses=seq(13,24,by=1))
E$ID<-1:nrow(E)
G<-E

H<-expand.grid(Meses=seq(25,36,by=1))
H$ID<-1:nrow(H)
J<-H

A$Pred<-exp(predict(anch_cabPG_1f2C,A,level=0)) ## polinomial masculino G1
B$Pred<-exp(predict(anch_cabPG_2f2C,B,level=0)) ## polinomial femenino G1
E$Pred<-exp(predict(anch_cabPG2_1e2C,E,level=0)) ## polinomial masculino G2
G$Pred<-exp(predict(anch_cabPG2_2e2C,G,level=0)) ## polinomial femenino G2
H$Pred<-exp(predict(anch_cabPG3_1e2C,H,level=0)) ## polinomial masculino G3
J$Pred<-exp(predict(anch_cabPG3_2e2C,J,level=0)) ## polinomial femenino G3

setwd("D:/Usuarios/2012_II/Odontologia/SALIDAS AJUSTE
MODELO/PERIMETRO_CEFALICO/CON_GRUPOS V02")

png(filename="AJUSTE_CON_GRUPOXSEXO_PER_CEF.png",600,500,bg="white")
plot(DATOSV03_R$Meses, DATOSV03_R$PER_CEF, xlab='Time (Months)', ylab='Cephalic
perimeter',pch=20,col=gray(0.4))
lines(A$Meses,A$Pred,col="blue",type="l",lwd=2)
lines(B$Meses,B$Pred,col="red",type="l",lwd=2)
lines(E$Meses,E$Pred,col="blue",type="l",lwd=2)
lines(G$Meses,G$Pred,col="red",type="l",lwd=2)
lines(H$Meses,H$Pred,col="blue",type="l",lwd=2)
lines(J$Meses,J$Pred,col="red",type="l",lwd=2)
title("Fit with groups")
legend("topleft",legend=c("Male","Female"),lty=1,col=c("blue","red"),bty="n",lwd=
2)
dev.off()

```

**G: Anexo: salidas RKward modelos árboles de regresión.**



**Código de salida RKWard**

```

####Cargando los datos####
files<-file.choose()
### Selección de Variables ###
dat = read.csv(files)
###Clase###
Clase1=c()
for(i in 1:dim(dat)[1]){
if(dat$EDANIÑM[i]<6){Clase1[i]<-1}
else{
if(dat$EDANIÑM[i]<12){Clase1[i]<-2}
else{
if(dat$EDANIÑM[i]<24){Clase1[i]<-3}
else{
Clase1[i]<-4
}}}}
datos<-dat
###Bases de datos###
de0a6<-subset(datos,datos$Clase1==1)
de6a24<-subset(datos,datos$Clase1==2|datos$Clase1==3)
mayorde24<-subset(datos,datos$Clase1==4)
mayorde6<-subset(datos,datos$Clase1>1)
###Arboles de regresión###
library("tree")
datos<-de6a24
library("tree")
for(i in 2:26){
formula=datos[,i]~ACOMPLEM+SUCDIGI+FRECUEM+SUCCTELA+CHUPOENT+SEXO+NACIND
EPA+PROCENDEP+PROCENDEP+PROCMDRD+PROCPDRD+NACIABEMD+NACIABEPD+NACIABUPD+
NACIABUMD+ESTRATO+VIVIENDA+INGRESOS+ESCOLRDM+ESCOLRDP+OCUPACM+OCUPACP+PE
SO+TALLA+ERUDENTM+X55+X54+X53+X52+X51+X61+X62+X63+X64+X65+X75+X74+X73+X7
2+X71+X81+X82+X83+X84+X85+ALSEMSOL+INTROSOL+ALIMADUL+MIXTSOLI+MIXTSEMI+M
ATERNA+ARTIFICIAL+MATEARTI+MATEMIXT+ARTFMIXT+RECMATER+CUANTIEM+RECIBIBE+
CUANTIEMPO
fit<-tree(formula,data=datos,na.action = na.pass)
plot(fit);text(fit)
}
library("tree")
for(i in 2:26){
formula=datos[,i]~ACOMPLEM+SUCDIGI+FRECUEM+SUCCTELA+CHUPOENT+SEXO+NACIND
EPA+PROCENDEP+PROCENDEP+PROCMDRD+PROCPDRD+NACIABEMD+NACIABEPD+NACIABUPD+
NACIABUMD+ESTRATO+VIVIENDA+INGRESOS+ESCOLRDM+ESCOLRDP+OCUPACM+OCUPACP+PE
SO+TALLA+ERUDENTM+X55+X54+X53+X52+X51+X61+X62+X63+X64+X65+X75+X74+X73+X7
2+X71+X81+X82+X83+X84+X85+ALSEMSOL+INTROSOL+ALIMADUL+MIXTSOLI+MIXTSEMI+M
ATERNA+ARTIFICIAL+MATEARTI+MATEMIXT+ARTFMIXT+RECMATER+CUANTIEM+RECIBIBE+
CUANTIEMPO
fit<-tree(formula,data=datos,na.action = na.pass)
cat("\n")
cat("\n")
print("
_____
")
print("Variable dependiente: ");print(names(datos[i]))
print(summary(fit))
print(fit)
cat("\n")

```

```
cat("\n")
}
datos<-mayorde24
library("tree")
for(i in 1:25){
formula=datos[,i]~ACOMPLEM+SUCDIGI+FRECUEN+SUCCTELA+CHUPOENT+SEXO+NACIND
EPA+PROCENDEP+PROCENDEP+PROCMDRD+PROCPDRD+NACIABEMD+NACIABEPD+NACIABUPD+
NACIABUMD+ESTRATO+VIVIENDA+INGRESOS+ESCOLRDM+ESCOLRDP+OCUPACM+OCUPACP+PE
SO+TALLA+ERUDENTM+X55+X54+X53+X52+X51+X61+X62+X63+X64+X65+X75+X74+X73+X7
2+X71+X81+X82+X83+X84+X85+ALSEMSOL+INTROSOL+ALIMADUL+MIXTSOLI+MIXTSEMI+M
ATERNA+ARTIFICIAL+MATEARTI+MATEMIXT+ARTFMIXT+RECMATER+CUANTIEM+RECIBIBE+
CUANTIEMPO
fit<-tree(formula,data=datos,na.action = na.pass)
names(datos)[i]
print(fit)
plot(fit);text(fit)
print(summary(fit))
}
datos<-mayorde6
library("tree")
for(i in 1:25){
formula=datos[,i]~ACOMPLEM+SUCDIGI+FRECUEN+SUCCTELA+CHUPOENT+SEXO+NACIND
EPA+PROCENDEP+PROCENDEP+PROCMDRD+PROCPDRD+NACIABEMD+NACIABEPD+NACIABUPD+
NACIABUMD+ESTRATO+VIVIENDA+INGRESOS+ESCOLRDM+ESCOLRDP+OCUPACM+OCUPACP+PE
SO+TALLA+ERUDENTM+X55+X54+X53+X52+X51+X61+X62+X63+X64+X65+X75+X74+X73+X7
2+X71+X81+X82+X83+X84+X85+ALSEMSOL+INTROSOL+ALIMADUL+MIXTSOLI+MIXTSEMI+M
ATERNA+ARTIFICIAL+MATEARTI+MATEMIXT+ARTFMIXT+RECMATER+CUANTIEM+RECIBIBE+
CUANTIEMPO
fit<-tree(formula,data=datos,na.action = na.pass)
print(names(datos)[i])
print(fit)
plot(fit);text(fit)
print(summary(fit))
}
```



## Referencias Bibliográficas

1. Documento Conpes Social. Política pública Nacional de Primera Infancia “Colombia por la Primera Infancia”. Departamento Nacional de planeación. n° 109, (03-12-2007). [Consultado 12 de noviembre de 2012]. Disponible en <http://www.mineducacion.gov.co/primerainfancia>.
2. Index Mundi [sede Web]\*. United States. Knoema.com/atlas. [actualizado 11 de octubre de 2012; consultado 12 de Noviembre de 2012]. Disponible en [http://www.indexmundi.com/es/colombia/poblacion\\_perfil.html](http://www.indexmundi.com/es/colombia/poblacion_perfil.html)
3. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD [sede Web]\*. Colombia. Objetivos de Desarrollo del Milenio. [actualizado 12 de noviembre de 2012; consultado 12 de noviembre de 2012]. Disponible en <http://www.pnud.org.co/sitio.shtml>.
4. Irwin LG, Siddiqui A, Hertzman C. Desarrollo de la Primera Infancia. Un Potente Ecuilizador. Informe final para la OMS. Columbia: HELP; Columbia. 2007.
5. Klugman J. Informe Regional Sobre Desarrollo Humano. New York, USA. Informe de un grupo científico de PNUD. Ediciones Mundi Prensa México. 2010
6. De Onis M. Maternal anthropometry and pregnancy Outcomes. [Date reported] in WHO Collaborative Study. 1995;73;1-68.
7. Pickett KE, Rathouz PJ, Dukic V, Kasza K, Niessner M, Wright RJ, et al. The complex enterprise of modelling prenatal exposure to cigarettes: what is ‘enough’? *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2009;23:160-170.
8. Kramer SM. The Epidemiology of Adverse Pregnancy Outcomes: An Overview *Pediatric and Perinatal Epidemiology*. *J Nutr*. 2003; 133: 1592–1596.
9. Jelenkovic A, Poveda A, Susanne C, Rebato E. Contribution of Genetics and Environment to Craniofacial Anthropometric Phenotypes in Belgian Nuclear Families. *Hum. Biol*. 2008;80(6):637–654.
10. Schell LM, Gallo M, Ravenscroft J. Environmental influences on human growth and development: Historical review and case study of contemporary influences. *Ann. Hum. Biol*. 2009; 36(5): 459-477
11. Bello PA, Machado M, Castillo. Relación entre las dimensiones Craneofaciales y la malnutrición fetal. *Rev. Cubana Ortod*. 1988; 13 (2):99-106.
12. Olsen EM, Petersen J, Skovgaard AM, Thomsen BL. The growth pattern of 0-1 year-old Danish children, when screened by public health nurses-The Copenhagen Country Child Cohort 2000. *Ann. Hum. Biol*. 2005; 32 (3):297-315.
13. Garza C, de Onis M. Justificación para la elaboración de una nueva referencia internacional del crecimiento. *Food and Nutrition Bulletin*. 2004; 25; 1.
14. Cordero VD, Mejía SM. *Patrones de Crecimiento OPS/OMS*. La Paz; 2007.

15. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO child growth standards: Head circumference-for-age, arm circumference for-age, triceps skinfold-for-age and subscapular skinfold-for-age: Methods and development. Geneva: WHO; 2007.
16. De Onis M, Onyango AW, Broeck JV. Measurements and standardization protocols for anthropometry used in the Construction of a New International growth reference. Food Nutr. Bull. 2004; 25(2).
17. Jan M. Foote JM, Brady LH, Burke AL, Cook JS. Development of an Evidence-Based Clinical Practice Guideline on Linear Growth Measurement of Children. World Health Organization ; 2000
18. NCHS. Growth curves for children. Birth – 18 years. United States DHEW Pub. Dept of Health, Education and Welfare. Public Health Service. National Center for Health Statistics. USA: Hyattsville, MD; 1977.
19. Hagenas L, Colón E, Merker A et al. Estándares Normativos de Crecimiento en Colombia. FCI, Karolinska Institute, ACEP. [video]. Slideserve.com. Bogotá. [actualizado 7 de octubre de 2012; consultado 24 de noviembre de 2012]. Disponible en <http://www.slideserve.com/.../estándares>
20. Bartholomeusz HH, Courchesne E, Karns CM. Relationship between head circumference and brain volume in healthy normal toddlers, children, and adults. Neuropediatrics 2002; 33 : 239-41.
21. Sardi LM. A cross sectional study of human craniofacial growth. Ann. Hum. Biol. 2005; 32(3): 390–396.
22. Farkas L, Ponick J, Reczko T. Growth patterns of the head and face: a morphometric study measurements in the regions Craniofacial. J. Cran. Surg. 1992; 29(4):308-315.
23. Farkas L, Hrecsko T, Forrest C .Proportion indice in the craniofacial regions of 284 healthy North American white children between 1 and 5 years of Age. J. Cran. Surg. 2003; 14(1):13-28.
24. Hellman M. Changes in the human face brought about by development. Int J Orth. Oral Surg. Rad. 1927; 13: 475-516.
25. Goldstein MS. Changes in dimensions and form of the face and head with age. Am J Phys Anthropol. 1936; 22: 37-89.
26. Singer JM, Nobre JS, Rocha FS. Análisis de datos longitudinales. Departamento de Estadística. Universidad de Sao Pablo. Brasil. 2012..
27. Botero LM, Ruíz M, Salazar MJ, Santa DM et al. Estudio cefalométrico longitudinal de la variabilidad en el crecimiento craneofacial en 55 pacientes de la comunidad de Damasco Antioquia. CES Odontol. 1999; 12 (1):23-27.
28. Hurtado MA, Ríos SL, Valencia AM, Echeverri EJ, Jiménez VI. Estudio Comparativo de Crecimiento y desarrollo Craneofacial en tres poblaciones diferentes (Belmira, Damasco y Valle de Aburra). CES Odontol.1994; 7(1):37-44.
29. Schulle UP, Sierra AA, Echeverri EJ, Jiménez VI. Análisis longitudinal del crecimiento y desarrollo craneofacial y general en un grupo de descendientes de raza negra (Belmira Antioquia).CES Odontol .1995; 8(2):140-143.
30. Cole T, Green P. 1992. Smoothing reference centile curves: The LMS method and penalized likelihood. Stat Med. 1192; 11:1305–1319.
31. Cole TJ, Williams AF, Wright C. Revised birth centiles for weight, length and head circumference in the UK-WHO growth charts. Ann. Hum. Biol. 2011 Jan; 38(1): 7–11.

32. Diggle, PJ, Heagerty P, Liang KY, Zeger SL. Analysis of longitudinal data, 2<sup>a</sup> edition, Oxford: Oxford University Press. 2002.
33. Verbeke G, Molenberghs G. Linear mixed models in practice: a SAS-oriented approach, New York: Springer.1997.
34. Arnau J, Balluerka N. Análisis de datos longitudinales y de curvas de crecimiento. Enfoque clásico y propuestas actuales. *Psicothema*. 2004; 16 (1): .156-162.
35. Laird NM, Ware JH. Random effects models for longitudinal data. *Biometrics*. 1982, 38: 963-974.
36. Demidenko, E. Mixed models: theory and applications, New York: Wiley. 2004.
37. López L, Franco D, Barreto S. Sobre la construcción del mejor predictor lineal insesgado (BLUP) y restricciones asociadas. *Revista Colombiana de Estadística*. 2007 Junio; 30(1): 13-36.
38. Schneiderman ED, Kowalski CJ. Analysis of Longitudinal Data in Craniofacial Research: Some Strategies Critical Reviews in Oral Biology and Medicine, 1994; 5 (3):187-202. .
39. Yu-Kang T, Francesco D, Vibeke B, Mark S. An Introduction to latent growth curve modeling for longitudinal continuous data in dental research. *Eur J Oral Sci*. 2009; 117(4): 343-350.
40. Bogin B. Evolutionary Perspective on Human Growth. *Ann Rev Anthroph*. 1999; 28: 109 -153.
41. Eveleth PB. The effects of climate on growth. *Ann NY Acad Sci*. 1966; 134:750-759.
42. George L. Wehby GL, Castilla EE, Lopez CJ. The Impact of Altitude on Infant Health in South America. *Econ Hum Biol*. 2010 J; 8 (2): 197–211.
43. Whitley E, Gunnell D, Smith G et al. Childhood circumstances and anthropometry: The Boyd Orr cohort. *Ann Hum Biol*, 2008; 35(5): 518–534.
44. Johnston FE. Environmental constraints on growth: Extent and significance. In: Hauspie R, Lindgren G.1995.
45. Buretic TA, Giacometti J, Ostojic S, Kapovic M. Sex-specific differences of craniofacial traits in Croatia: The impact of environment in a small geographic area. *Ann Hum Biol* .2007; 34 (3): 296–314.
46. Ireton MJ. Relación entre las variables biométricas, ecogeográficas, socioeconómicas y nutricionales con el crecimiento de infantes y adolescentes en la población escolar de Yopal Casanare. [tesis Doctoral] Bogotá: Biblioteca Central Universidad Nacional de Colombia, 2003.
47. Silva LM, Rossem LV, Jansen PR et al. Children of Low Socioeconomic Status Show Accelerated Linear Growth in Early Childhood; Results from the Gen. R Study. 2012 ; 7: 5
48. Montgomery S, Bartley M, Wilkinson R. Family conflict and slow growth. 1997. *Arch Dis Child* 77: 326–330.
49. Christiansen N, Mora OJ, Herrera G. Family social characteristics related to physical growth of young children. *Brit. J. Prev. Soc. Med*.1975; 29: 121-130.
50. Castro BA, González ER, Álvarez MC et al. Factors associated with stunted growth in children below 11 years of age in Antioquia, Colombia, 2004. *Colomb Med*. 2011; 42: 207-14.
51. Li L, Manor O, Power C. Early environment and child to adult growth trajectories in the 1958 British birth Cohort. *Am J Clin Nutr*. 2004; 80:185-92.
52. Michaelsen KF, Weaver L, Branca F, Robertson A. Feeding and nutrition of infants and young children. WHO regional publications. European series. Copenhagen; 2000.
53. WHO Working Group. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status .*Bulletin of the World Health Organization*. 1986; 64(6):929-941.

54. Lawrence W. A short History of infant feeding and growth. *Early Hum. Dev.* 2012; 88:557-559.
55. Koopman J, Fajardo LA, Bertrand W. Food, Sanitation, and the Socioeconomic Determinants of Child Growth in Colombia. *Am J Public Health* 1981; 71:31-37.
56. Sánchez R, Echeverri J, Pardo R. Perímetros braquial y cefálico como indicadores de pobreza y enfermedad diarreica aguda en niños menores de 5 años, en Bogotá. *Rev. salud pública, Bogotá.* 2004; 6 (2): 167-182.
57. Baker PT, Weiner JS. *The biology of human adaptability.* Oxford: Clarendon Press. 1966
58. Pilonieta G, Torres E. Implicaciones de la lactancia materna en Odontopediatría. *MedUNAB* 2003; 6(17):89-92.
59. Glazer KP, Barros A, Peres MA, Gomez V. Effects of breastfeeding and sucking habits on malocclusion in a birth cohort study. *Rev Saude Pública.* 2007; 41(3):343-50.
60. Legovic M, Ostric L. The effects of feeding methods on the growth of the jaws in infants. *J Of Dent Child.* 1991; 58:253-5.
61. Roelants M, Hauspie R, Hoppenbrouwers K. Breastfeeding, growth standards: Performance of the WHO growth standards for monitoring growth of Belgian children. *Ann Hum Biol.* 2010; 37(1): 2-9.
62. Kramer MS. Feeding effects on growth during infancy. *J Pediatr.* 2004; 145: 600-605.
63. Plan Nacional de Educación Alimentaria y Nutricional. [actualizado 30 de noviembre de 2012, consultado 30 de noviembre de 2012]. Disponible en [http:// www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortallCBF](http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortallCBF).
64. Keneth RJ, Brown H. Determinants of Growth from Birth to 12 months Breast Fed Honduras infants in relation to age of introduction of Complementary foods. *Funct Orthod.* 2003; 10:14-18.
65. Casidy RE, Wrigh CM et al. Do early infant feeding patterns relate to breast-feeding continuation and weight gain? Data from a longitudinal cohort study. *Eur J Clin Nutr.* 2004; 58: 1290–1296.
66. Alvarado BE, Zunzunegui MV et al. Growth trajectories are influenced by Breast-feeding and Infant Health in Afro Colombian Community. *J Nutr.* 2005; 135:2171-2178.
67. Larsson E. Sucking, Chewing, and Feeding Habits and the Development of Crossbite: A Longitudinal Study of Girls from Birth to 3 Years of Age. *Angle Orthod.* 2001; 71(2):116–119.
68. López del Valle LM, Singh D et al. Associations between a history of breast Feeding, malocclusion and parafunctional habits in Puerto Rico Children. *PRHSJ.* 2006; 25(1):31-34.
69. Page DC. Breastfeeding is early functional jaw orthopedics (an introduction). *Funct Orthod.* 2001; 18: 24-27.
70. Leite Calvacanti A, Medeiros Bezerra P, Moura C. Breast-feeding, bottlefeeding, sucking habits and malocclusion in Brazilian preschool children. *Rev Salud Publica (Bogota).* 2007; 9 (2): 194-204.
71. Peres KG, Barros AJ, Peres MA, Victora. CG. Effects of breastfeeding and sucking habits on malocclusion in a birth cohort study. *Rev Saúde Pública* 2007; 41(3):343-50.
72. Levine RS. Briefing paper: oral aspects of dummy and digit sucking. *Br Dent J* 1999; 186: 108.

73. Anderson AK, Damio G, Himelgren DA, Peng YK et al. Social capital, acculturation and breastfeeding initiation among Puerto Rican women in the United States. Department of Nutritional Sciences, University of Connecticut. *J Hum Lact*. 2004; 20:39-45.
74. Mackeown JM, Faber M. Urbanization and cariogenic food habits among 4-24 month old black South African children in rural and urban areas. *Public Health Nutr*. 2002; 5: 719-26.
75. King NM, Wu IL, Tsai JS. Caries prevalence and distribution and oral health habits of zero to four year old children in Macau China. *J Dent Child*. 2003; 70: 243-9.
76. Oliveira EG, Campos RH, Pimenta PM. Influence of Nonnutritive Sucking Habits, Breathing Pattern and Adenoid Size on the Development of Malocclusion. *Angle Orthod*. 2008; 78(4):31-34.
77. Jenik AG, Vain NE, Gorestein A et al. Does the Recommendation to Use a Pacifier Influence the prevalence. *J of Pediatrics*. 2009; 155 (3): 350-356.
78. Glazer P Karen et al. Effects of breastfeeding and sucking habits on malocclusion in a birth cohort study. *Rev Saúde Pública*. 2007; 41(3):343-50.
79. Baxter MJ. Exploratory multivariate analysis. Edimburgh. Great Britain. University Press. Ltd. Edimburgh. 1994.
80. Dibbets JM, Trotman CA, Mc Namara J et al. Multiple Linear Regressions as an Analytical Tool in Cephalometric Studies. *Br J Orthod*. 1997; 24(1):61–66.
81. Cruz CD, Pardo T. Aplicación de árboles de regresión y de decisión en acuicultura específica por sitio. [Trabajo de grado]. Departamento de Estadística, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. Biblioteca Central, Universidad Nacional de Colombia, 2012.
82. Roche A et al. Árboles de decisión y Series de tiempo. Tesis de Maestría en Ingeniería. Matemática. Facultad de Ingeniería, UDELAR. 2009.
83. Breiman L, Friedman J, Olsehn R, Stone C. Classification and regression trees. Wadsworth International Group. Belmont. 1984.
84. Parks R, Lea CH, Chaffin MC, Gerber L. Brief assessment of motor function: content validity and reliability of the fine motor scale. *Pediatr Phys Ther* 2007; 19:315–325.
85. Churcher E, Egan M, Walop W, Huang PP, Booth A, Roseman G: fine motor development of high-risk infants at 3, 6, 12 and 24 months. *Phys Occup Ther Pediatr* 1993; 13:19–37.
86. Mariângela ST, Macedo CS. Relationship between the motor development of the body and the acquisition of oral skills. *Pro Fono*. 2008; 20(2):117-22.
87. Udall JN. Infant Feeding: Initiation, Problems, Approaches. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care*. 2007: 374-399.
88. Bayley N: Bayley Scales of Infant Development, 2nd ed. San Antonio: Harcourt Brace and Company, 1993.
89. Griffiths R. The abilities of babies. New York: McGraw-Hill Book Co. Inc; 1954.
90. Frankenburg WK, Dodds J, Archer P, et al. The DENVER II training manual. Denver: Denver Developmental Materials, Inc; 1992.
91. Ortiz PN. Escala Abreviada del desarrollo. Ministerio de Salud, Bogotá Colombia 1999.
92. De Onis M, Garza C, Onyango AW, Martorell R. WHO Motor Development Study: Windows of achievement for six gross motor development milestones. *Acta Paediatr Suppl*. 2006; 95:86-95.
93. Rosas L, Infante C. Determinación del método que permita realizar una mejor estimación del error sistemático y aleatorio en las mediciones cefalométricas. Trabajo final posgrado ortodoncia. Universidad Nacional de Colombia.

94. Katsumi M, Aki UJ. The maturation and coordination of sucking, swallowing and respiration in preterm infants. *Pediatr* 2003; 142:36-40.
95. Renault F. Trastornos de la succión-deglución del recién nacido y el lactante. *Pediatría*, 2012; 47(1):1-7.
96. Chávez TR. Neurodesarrollo neonatal e infantil. Editorial Médica Panamericana. México DF. 2003.
97. Mizuno K, Fujimaki K, Sawada M. Sucking behavior at breast during the early newborn period affects later breast-feeding rate and duration of breast-feeding. *Paediatr Int* 2004; 46:15–20.
98. Ross MG, Nyland MJM. Development of ingestive behavior. *Am J Physiol*. 1998; 43:879-893.
99. Amaizu N, Shulman NR, Schanler RJ, Lau C. Maturation of oral feeding skills in preterm infants. *Acta Paediatr*. 2008; 97(1): 61–67.
100. Matsuo K Palmer JB. Coordination of mastication, swallowing and breathing. *Jpn Dent Sci Rev*. 2009; 45:31-40.
101. Carruth BR, Skinner JD. Feeding Behaviors and Other Motor Development in Healthy Children (2-24 Months). *J. Am College of Nutr*. 2002; 21(2): 88–96.
102. Huckabee ML, Jones RD, Christopher M.A. Frampton CM. The early impact of feeding on infant breathing–swallowing coordination. *Respir Physiol Neurobiol*. 2007; 156:147-153.
103. Morris SE. A profile of the development of oral motor skills in early infancy - birth to 12 months, (manual). Faber, VA; 1991.
104. Matsuo K Palmer JB. Coordination of mastication, swallowing and breathing. *J Dent Sci Rev*. 2009; 45:31-40.
105. Kannan S, Carruth BR, Skinner J: Cultural influences on infant feeding beliefs of mothers. *J Am Diet Assoc*. 1999; 99:88-90.
106. Palmer B: The influence of breastfeeding on the development of the oral cavity: A commentary. *J Hum Lact*. 1998; 14:93–98.
107. Churcher E, Egan M, Walop W, Huang PP, Booth A, Roseman G: fine motor development of high-risk infants at 3, 6, 12 and 24 months. *Phys Occup Ther Pediatr* 1993; 13:19–37.
108. Karina Camillo Carrascoza KC, Possobon RF, Tomita LM, Alves de Moraes AB. Consequences of bottle-feeding to the oral facial development of initially breastfed children. *J Pediatr*. 2006; 82(5):395-7.
109. Chambers J, Cleveland W, Kleiner B, Tukey P. Graphical methods for data analysis: Wadsworth; 1983.
- 110.
111. Meredith HV. Human head circumference from birth to early adulthood: racial, regional and sex comparisons. *Growth*. 1971; 35:233-251
112. Dawei W, Guozheng Q, Mingli Z, Farkas LG. Differences in horizontal, neoclassical facial canons in Chinese (Han) and North American Caucasian populations. *Aesthetic Surg Plastic*. 1997; 21: 265–269.
113. Porter JP, Olson KL. Anthropometric facial analysis of the African American woman. *Arch Facial Plast Surg*. 2001; 3: 191–197.
114. Nanda RS. The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. *Am J Orthod* 1955; 41: 658-673.

115. Zhuang Z, Landsittel D, Benson S. Facial Anthropometric Differences among Gender, Ethnicity, and Age Groups. *Ann Occup Hyg.* 2010; 54 (4):391–402.
116. Malina RM. Human growth, maturation and regular physical activity. *Acta Med Auxol.* 1983; 15:527.
117. Shimabuku R, Teruya A. Anthropometric Differences in Preschool Children of Japanese Ancestry in Lima, Peru. *Tohoku J. Exp. Med.* 2009; 218: 265-269.
118. Zankl A. Computer-Aided Anthropometry in the Evaluation of Dysmorphic Children. *Pediatrics.* 2004; 114 (3): 333-336.
119. Murillo RM, Rodríguez JV. Análisis de la variabilidad morfológica facial en una muestra de personas con ancestros Cundiboyacenses. [trabajo de grado]. Departamento de Antropología. Facultad de Ciencias Humanas Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia: Biblioteca Central, Universidad Nacional de Colombia, 2010
120. Gaurav A, Daljit S. Craniofacial Anthropometry in Newborns and Infants. *Iran J Pediatr.* 2000; 17(4): 332-338.
121. Bathia SN, Leighton BC. A Manual of Facial Growth. A Computer Analysis of Longitudinal Cephalometric Growth Data. Oxford. University Press Oxford.1993.
122. Bishara SE, Jorgensen GJ, Jakobsen JR. Changes in facial dimensions assessed from lateral and frontal photographs, part II. Results and Conclusions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 108:489-499.
123. Persson M, Thilander B. Craniofacial development and growth. Introduction to Orthodontics. Editors: Birgit Thilander. 2nd ed. Solna: LIC Forlag, 1995; 1995.
124. Brons S, Van Beusichem T, Maal JM, Plooij EM, Bronkhorst SJ, Berge AM. Development and reproducibility of a 3D stereophotogrammetric reference frame for facial soft tissue growth of babies and young children with and without orofacial clefts *Int. J. Oral. Max Surg.* 2012; 6: 1-7.
125. Low A. Aberdeen Growth Study. *Arch Dis Child.*1956; 372-381.
126. Ryle J. *Changing Disciplines* Oxford. Univerty Press Londres. 1948.
127. Tanner JM, Whitehouse RH. Clinical longitudinal standards for heigh, weight, velocity, weight velocity and the stages of puberty. *Arch Dis Child.* 1976; 51:170-179.
128. Albertsson WK, Luo ZC, Niklasson A, Karlberg J. Swedish population-based longitudinal reference values from birth to 18 years of age for height, weight and head circumference. *Acta Pediatr.* 2002; 91:739-754.
129. Olsen EM, Petersen J, Skovgaard am, Thomsen BL et al. The growth pattern of 1 year old Danish children, when screened by public health nurses. The Copenhagen County Child Cohort 2000. *Ann. Hum. Biol.* 2005; 32(3): 297-315.
130. Gokcay G, Furman A, Neyzi O. Updated growth curves for Turkish children aged15 days to 60 months. Updated growth curves for Turkish children aged 15 days to 60 months. *Child care health and dev.* 2008; 34 (4): 454-463.
131. Lejarraga H, Del Pino M et al. Growth references for weight and height for Argentinean girls and boys from birth to maturity. Incorporation of data from the World Health Organization from birth to 2 years and calculation of new percentiles and LMS values. *Arch Argent Pediatr* 2009; 107(2):126-133.
132. Luna-HH, Ariza MJ, Mora PJ, Pardo TF. Estudio seccional de crecimiento, desarrollo y nutrición en 12.138 niños de Bogotá, Colombia. *Pediatría. Soc. Col. Ped. Pueri.*1969; 10:335 10:335-339.
133. Lapunzina P, Aiello H. Manual de antropometría normal y patológica. Masson. Barcelona, España: Domingraf S.L.2002.
134. Brodie AG. On the growth pattern of the human head form the third month to the eighth year of life. *Am J Anat.* 1941; 68:209-262.

135. Dekaban AS. Tables of cranial and orbital measurements, cranial volume, and derived indexes in males and females from 7 days to 20 years of age. *Ann Neurol.* 1977; 2: 485-491.
136. Scott JH. The growth of the craniofacial skeleton. *Irish J Med Science.* 1962; 438:276-286..
137. Arboleda C, Buschang PH, Camacho JA, Botero P et al. A mixed longitudinal anthropometric study of craniofacial growth of Colombian mestizos 6-17 years of age. *Eur J Orthod.* 2011; 33 (4):441-449.
138. Pozo J, Argente J. Crecimiento: valoración auxológica. En: Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la adolescencia. Argente J, Carrascos A, Gracia R, Rodríguez F, editores. Barcelona: Doyma. 2000.
139. Kjaer I. Prenatal skeletal maturation of the human maxilla. *J Cran Genet Dev Biol* 1989; 9:257-64.
140. Kjaer I. Human prenatal palate closure related to skeletal maturity of the jaws. *J Cran Genet Dev Biol.* 1989 ; 9:265-70.
141. Infante CC. Modelo Diagnóstico en Maloclusión. Fundamentos para la evaluación del crecimiento, desarrollo y función craneofacial. [actualizado marzo de 2009; consultado octubre de 2012]. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/634/2/9789584442864>.
142. Enlow DH. Handbook of Facial Growth. Philadelphia: W.B. Saunders; 1982.
143. Morimoto N, Ogihara N, Katayama K. Three-dimensional ontogenetic shape changes in the human cranium during the fetal period. *J. Anat.* 2008; 21:627-635.
144. Cifuentes CY, Pinzón EL, Vera SL. Neonatología. En: Rojas E, Sarmiento QF editores. *Pediatría, Diagnóstico y Tratamiento.* 2ª ed. Bogotá: Celsus; 2003.
145. Battaglia FC y Lubchenco LO. A practical classification of newborn infants by weight and gestacional age. *J Pediatric*, 1967. 71(2):164-172
146. González FG, Tapiaz V. Birth weight charts for gestational age in 63.620 healthy infants born in Peruvian public hospitals at low and at high altitude. *Acta Paediatr* 2000 ; 454-458
147. Yi-Ping L. An infant and early childhood mandibular growth maturity gradient. [MSc thesis]. Science Dentistry. Saint Louis University.2009.
148. Staley NR. Ortodoncia. Editores: Samir E. Bishara. Crecimiento postnatal humano. McGraw-Hill Interamericana, S.A. México; 2003.
149. Sgouros S, Natarajan K, Hockley AD, Goldin JH, Wake M. Skull Base Growth in in Childhood. *Pediatr Neurosurg* 1999; 31: 259–268.
150. Greenn RM, Pisana. Growth Factors and Orofacial Development. *Curr Pharml Design.* 2004; 10: 701-717.
151. Feingold M, Bossert WH. Normal values for selected physical parameters: an aid to syndrome delineation. *Birth Defects.* 1974; 10:4.
152. Davenport CB. *Statistical Methods with special references to Biological Variation.* 1936.
153. Singh I, Svava BS, Miller PA. Interrelations of selected measurements of the face and body in pre-adolescent and adolescent girls *Growth* 1967;31:119-131
154. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *Angle Orthod* 1966; 36:44-54.
155. Fishman LS. Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod* 1979; 49:181-189.



156. Tanner, J.M. A History of the Study of Human Growth. Cambridge: Cambridge University Press.1981
157. Falkner F, Tanner JM, editors. Human growth: A comprehensive treatise. New York: Plenum. 1986.
158. Kaplan BA. Environment and human plasticity. *Am Anthropol.* 1974; 56:780-800.
159. Billewicz WZ, McGregor IA. A birth-to-maturity study of heights and weights in two West African (Gambian) villages 1951–1975. *Ann Hum Biol.* 1982; 9:309–320.
160. Cameron N, Demerath EW. Critical periods in human growth and the relationship to diseases of aging. *Year Phys Anthropol.* 2002; 45:159-184.
161. Jelenkovic A, Poveda A. et al, Contribution of Genetics and Environment to Craniofacial. Anthropometric phenotypes in Belgian nuclear families. *Human Biology.* 2008; 80 (6):637–654.
162. Moss ML. The functional matrix hypothesis revisited. The epigenetic antithesis and the resolving synthesis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997; 112:410-417.
163. Barbeito AJ, Sardi ML, Anzelmo M, Pucciarelli HM. Matrices funcionales e integración morfológica. Un estudio ontogénico de la bóveda y el maxilar. *Rev Arg Antrop Biol.* 2012; 14(1):79-87.
164. Fijikami TK, Cedeno PE. Observational study of craniofacial growth and development in Mexican children. *Rev ADM.* 1991; 48(2): 85-94.
165. Akburn SW. Dietary consistency and the midline sutures in growing pigs. *Orthod cran Res.* 2010 may; 13(2): 106–113.
166. Saburo Y. The effects of food consistency on maxillary growth in rats. *Eur J Orthod.*1996; 18: 601-615.
167. Taylor AB et al. Dietary Consistency and Plasticity of Masseter Fiber Architecture in Post weaning Rabbits. [Published online 1 September 2006 in Wiley Interscience; consulted in November 2012]. Disponible in [http:// www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com).
168. Ciochon RL, Nisbett RA, Corruccini RS. Dietary consistency and craniofacial development related to masticatory function in minipigs. *J Craniofac Gen Dev Biol.* 1997; 17:96-102.
169. Hylander WL, Picq PG, Johnson KR. Masticatory stress hypotheses and the supraorbital region of primates. *Amer J Phys Anthropol.* 1991; 86:1-36.
170. Magnus CF. Classification and aetiology of malocclusion. Introduction to Orthodontics. Editors: Birgit Thilander. 2ª ed. Sweden: Gothia; 1995.75-93.
171. Miller JP, German RZ. Protein Malnutrition Affects the Growth Trajectories of the Craniofacial Skeleton in Rats. *J. Nutr.* 1999; 129: 2061-2069.
172. Herschkowitz N, Kagan J, Zilles K. Neurobiological bases of Behavioral Development in the second year. *Neuropediatrics.* 1999; 30: 221-230.
173. Ivanovic DM, Leiva BP, Pérez HT, Olivares MG, Diaz NS, et al. Head size and intelligence, learning, nutritional status and brain development. Head, learning, nutrition and brain. *Neuropsychologia.* 2004; 42: 1118–113.
174. Van't Hof MA, Haschke F. Euro-Growth Study Group. 2000. The Euro-Growth Study: Why, Who, and How. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.*2000; 31:3-13.
175. Brons S, Machteld E, Beusichem V, Bronkhorst EM et al. Methods to Quantify Soft Tissue Based Facial Growth and Treatment Outcomes in Children: A Systematic Review. [Published online 1 September 2012 in PLoS One; consulted in Noviembre 30 de 2012]. Disponible en [http://www.plosone.org/.../info%3Adoi%2F10.1371%](http://www.plosone.org/.../info%3Adoi%2F10.1371%2F10.1371)
176. Field T. Motor development and learning. In *Infancy.* Cambridge, MA: Harvard University Press.1990.

177. Winjoven T, De Onis M, Onyango AW, Wang T, Bjoerneboe GA, et al. Multicentre Who Reference Study Group. Assessment of gross Motor development in the Who Multicentre Growth Reference Study. Food Nutr Bull. 2004; 25 (1).
178. Demografía de Bogotá. [actualizado 5 de Diciembre de 2012; consultado 5 de Diciembre de 2012]. Disponible en <http://www.dane.gov.co/files/censo2005>.
179. Mapa división administrativa de Bogotá. [actualizado 5 de Diciembre de 2012; <http://www.bogota.gov.co/portel/libreria/.../>]
180. Demografía, encuesta nacional de salud. [actualizado 7 de Diciembre de 2012; consultado 7 de Diciembre de 2012]. Disponible en <http://www.dane.gov.co/files/censo2005>
181. Documento Técnico. Cartilla Análisis de Situación de Salud de Bogotá 2009. Alcaldía Mayor de Bogotá. Secretaría Distrital de Salud. 2009. [Consultado 25 de noviembre de 2012]. Disponible en <http://www.saludcapital.gov.co/Cartillas/Cartilla%2019> ISBN 978-958-99558-0-2
182. Bustamante RJ, Jaramillo HC, Freire DE. [Boletín de Prensa]. Encuesta Nacional de Calidad de Vida 2011. Bogotá. Colombia. DANE; 2012 [consultado 25 de noviembre de 2012, Disponible 25 de noviembre de 2012] Disponible en [http://www.dane.gov.co/...vida/calidad\\_vida/Boletin\\_Prensa](http://www.dane.gov.co/...vida/calidad_vida/Boletin_Prensa) .