



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **ANTROPOMETRÍA CRANEOFACIAL EN NIÑOS DE 0 A 4 AÑOS- UNA PERSPECTIVA BAYESIANA**

**Yuli Natalia López Rodríguez**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Odontología, Departamento de Salud Oral  
Maestría en Odontología  
Bogotá, Colombia  
Enero - 2015.



# **ANTROPOMETRÍA CRANEOFACIAL EN NIÑOS DE 0 A 4 AÑOS- UNA PERSPECTIVA BAYESIANA**

**Yuli Natalia López Rodríguez**

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

Directora:

Clementina Infante Contreras DD  
Profesora Titular Universidad Nacional de Colombia

Codirector:

Edilberto Cepeda Cuervo  
Profesor Titular Universidad Nacional de Colombia  
PhD. & MSc. en Matemáticas

Línea de Investigación:

Biometría Craneofacial

Grupos de Investigación:

Crecimiento y Desarrollo Craneofacial  
Inferencia Bayesiana  
Universidad Nacional de Colombia

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Odontología, Maestría en Odontología  
Bogotá, Colombia  
Enero-2015.



## Dedicatoria

*A quienes me han apoyado siempre  
y a quienes les debo todo, mis  
padres.*

*... a los mejores ejemplos Benedicta,  
Susanita y a nuestro Ángel guardián  
allá arriba.*

*... a las incondicionales Angelita y Lore.*



# Agradecimientos

Quiero expresar mis agradecimientos, a las entidades donde se desarrolló la presente investigación: Hospital de Engativá, Red de Jardines infantiles de la secretaria de integración social, Jardín Infantil de la universidad Nacional de Colombia, Unisalud, y Hospital Pediátrico de la Misericordia.

A la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia y Dirección de Investigación - sede Bogotá, entidades que financiaron esta investigación. Al Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación - Colciencias, por apoyar la propuesta de investigación en la modalidad de jóvenes investigadores.

A la profesora Clementina Infante Contreras, Directora de la tesis, por invitarme a conocer y recorrer el camino de la investigación.

A los profesores Edilberto Cepeda Cuervo, codirector de la tesis y Luis Alberto López por sus valiosas enseñanzas, contribuciones a este trabajo y por sembrar en mí, el interés en el campo de la estadística aplicada a las ciencias de la salud.

Igualmente, a David López, por su asesoría en el área de estadística.

A Magda López por su gran colaboración con todos aquellos procesos administrativos requeridos para la realización de este proyecto y por su acertada intuición.

A la profesora Laila González Bejarano, un especial reconocimiento por su colaboración, entrenamiento, estandarización en la toma de muestras, por su asesoría en el campo de estomatología pediátrica y su valioso acompañamiento en el proceso que he recorrido para lograr este objetivo.

Especialmente a mi familia y amigos por su colaboración, paciencia y ánimo cuando más lo necesitaba.

A "Sebas" Castro, quien a sus 2 años me inspiró a buscar interrogantes.

Y a todas las demás personas que contribuyeron con la realización de este trabajo.



## Resumen

El crecimiento es un indicador de bienestar en salud infantil, dado que revela cambios en morfología, tamaño, velocidad, forma, función y demuestra la interacción de factores genéticos y de tipo ambiental. El crecimiento del complejo craneofacial (CCF) ha sido analizado a través de estudios antropométricos descriptivos bajo un enfoque frecuentista, que a pesar de reportar información valiosa, presentan algunas limitaciones. Estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) describen patrones de talla, peso y perímetro cefálico, pero no reportan referentes específicos de crecimiento craneofacial. Otras medidas antropométricas del CCF, son consideradas variables relevantes dentro del concepto de crecimiento infantil óptimo; esto implica la necesidad no solo de observar el comportamiento del crecimiento de dichas variables, sino emplear nuevos modelos de análisis para el CCF. La *inferencia bayesiana* se caracteriza por considerar densidades a priori y usar la probabilidad como medida de credibilidad de una hipótesis para interpretar un evento de manera aproximada.

El objetivo de esta investigación fue construir patrones de crecimiento craneofacial para niños colombianos de 0 a 4 años de edad y residentes en Bogotá, para lo cual se estableció una muestra que siguió un criterio de conveniencia por inclusión y exclusión; 513 participantes, niños (n=272) y niñas (n=241) en quienes se analizaron variables generales (VG): peso, talla y antropométricas craneofaciales. Se utilizó la prueba F/ANOVA para analizar diferencias inter e intraexaminador, se realizaron análisis exploratorios y se utilizó un modelo de crecimiento bajo estimación bayesiana para la construcción de curvas de crecimiento, el cual incluyó variables explicativas para la descripción de factores intervinientes en el crecimiento craneofacial. El software estadístico utilizado fue R 3.15.

Como resultado, no se evidenció diferencia estadística significativa en las mediciones inter e intraexaminador y se obtuvo patrones de crecimiento para 2 variables generales y 11 variables antropométricas craneofaciales. Las variables explicativas de mayor asociación con el crecimiento del CCF fueron: género, ciudad de nacimiento de los padres y abuelos, lactancia materna, estrato socioeconómico, nivel de ingresos, nivel de escolaridad de los padres, tiempo de gestación, condiciones de peso y talla al nacer, entre otros.

Los modelos bayesianos permitieron realizar una exploración multivariada de perfiles de crecimiento craneofacial infantil demostrando un crecimiento no lineal heterocedástico; además, permitieron asociar estos resultados con las variables explicativas, lo cual es relevante como fundamento teórico para estudios futuros de crecimiento, útil en el diagnóstico e intervención temprana de alteraciones del desarrollo, y como contribución en programas de vigilancia en la primera infancia.

**Palabras clave:** crecimiento y desarrollo, biometría, niño, método de Bayes, crecimiento craneofacial.

# Abstract

Growth is an indicator of child health welfare because it reveals changes in morphology, size, speed, form, function and demonstrates the interaction of genetic and environmental factors. The growth of the craniofacial complex (CCF) has been analyzed by descriptive anthropometric studies under a frequentist approach; despite of reporting valuable information, they have some limitations. Studies by the World Health Organization (WHO) describe patterns of height, weight and head circumference, but do not report specific referents of craniofacial growth. Other anthropometric measures of CCF are considered relevant variables within the concept of optimal child growth; this implies the need not only to observe the growth behavior of these variables, but also using new analytical models for the CCF. Bayesian inference is characterized by considering densities and using the a priori probability measure of credibility as a hypothesis for interpreting an event approximately.

The objective of this research was to construct patterns of craniofacial growth for Colombian children 0-4 years old that living in Bogota, for which a sample continued appropriateness criteria for inclusion and exclusion was established; 513 participants, children (n = 272) and girls (n = 241) in whom general variables (VG): weight, height and craniofacial anthropometric analyzed. F-test / ANOVA was used to analyze inter and intra-examiner differences; exploratory analysis were performed and low-growth Bayesian estimation model to construct growth curves, which included explanatory variables for describing factors involved in craniofacial growth was used. The statistical software used was R 3.15.

As a result, no significant statistical difference was evident in the inter and intra-examiner measurements, and growth patterns for 2 general variables and 11 craniofacial anthropometric variables were obtained. The explanatory variables most associated with the growth of CCF were: gender, birthplace of parents and grandparents, breastfeeding, socioeconomic status, income level, education level of parents, gestational age, weight and height conditions at birth, among others.

Bayesian models enabled a multivariate exploration of childhood craniofacial growth profiles demonstrating heteroscedastic nonlinear growth; besides they were allowed to associate these results with the explanatory variables, which are relevant as theoretical foundation for future growth studies; useful in the diagnosis and early intervention for developmental disorders, and as a contribution in monitoring programs in early childhood.

**Key words:** growth and development, biometry, child, Bayes method, craniofacial growth.

# Contenido

Resumen y abstract .....	IX
Listado de figuras .....	XIII
Listado de tablas .....	XV
Listado de abreviaturas .....	XVII

Introducción .....	1
--------------------	---

<b>1. Capítulo 1. Estado del Arte .....</b>	<b>5</b>
---	----------

1. Argumento biológico .....	5
1.1 Generalidades y evidencia biológica de crecimiento prenatal general y del CCF. ...	5
1.2 Generalidades y evidencia biológica de crecimiento postnatal general y del CCF...	7
1.2.1 Principales características del CCF en la edad de 0 a 4 años. ....	9
1.2.2 Puntos antropométricos como variables de estudio del CCF. ....	11
1.3 Antecedentes antropométricos de crecimiento general .....	12
1.4 Antecedentes antropométricos de crecimiento craneofacial .....	14
1.5 Factores determinantes de crecimiento y desarrollo infantil.....	16
1.6 Argumento Estadístico. ....	21
1.6.1 Diseños y modelos en estudios de crecimiento somático. ....	23
1.6.2 Fundamentos y aplicaciones del enfoque bayesiano como modelo de análisis.....	25

<b>2. Capítulo 2. Diseño Metodológico .....</b>	<b>30</b>
---	-----------

2.1 Antecedentes .....	30
2.2 Tipo de Investigación y de estudio .....	31
2.3 Universo o Población .....	31
2.3.1 Unidades de recolección de muestra y su codificación.....	31
2.4 Criterios de selección. ....	32
2.5 Selección de la Muestra. ....	33
2.6 Instrumentos .....	34
2.6.1 Documento registro .....	34
2.6.2 Procedimientos e instrumentos para toma de muestras. ....	35
2.7 Unidad de estudio .....	36
2.8 Selección de variables .....	36
2.9 Método estadístico .....	39
2.10 Determinación del error del método (error sistemático y aleatorio).....	41
2.11 Consideraciones éticas .....	41
2.12 Originalidad .....	42

<b>3. Capítulo 3. Resultados .....</b>	<b>43</b>
3.1 Análisis de Repetibilidad.....	43
3.2 Análisis exploratorios.....	44
3.3 Caracterización de la muestra .....	44
3.4 Curvas de Crecimiento .....	52
3.4.1 Curvas de crecimiento para variables generales.....	52
3.4.2 Curvas de crecimiento para variables craneofaciales. ....	53
3.5 Asociación de variables explicativas con variables antropométricas.....	62
3.5.1 Asociación de la variable explicativa “género” con variables antropométricas..	68
<b>4. Capítulo 4. Discusión.....</b>	<b>74</b>
4.1 El modelo Bayesiano en la construcción de curvas de crecimiento para variables de profundidad, altura y anchura, craneofacial.....	77
4.2 Determinación de factores que contribuyen a la explicación del crecimiento del CCF a través de la asociación de variables dependientes e independientes.....	80
<b>5. Conclusiones y recomendaciones. ....</b>	<b>85</b>
5.1 Conclusiones.....	85
5.2 Aplicaciones Clínicas.....	85
5.3 Recomendaciones.....	86
<b>ANEXOS.....</b>	<b>87</b>
<b>Anexo A: Documento registro.....</b>	<b>87</b>
<b>Anexo B: Cartilla Informativa.....</b>	<b>91</b>
<b>Anexo C: Consentimiento Informado.....</b>	<b>93</b>
<b>Anexo D: Encuesta para padres o tutores legales.....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo E: Instructivo toma de medidas antropométricas.....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo F: Gráficos de dispersión.....</b>	<b>104</b>
<b>Anexo G: Análisis exploratorios.....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo H: Nomenclatura de Variables.....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo I: Aprobación Comité de Ética.....</b>	<b>111</b>
<b>Anexo J: Ajuste de Modelos bayesianos – salidas de R – Scripts.....</b>	<b>112</b>
<b>Anexo K: Acuerdo de confidencialidad.....</b>	<b>119</b>
<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>121</b>

## Lista de figuras

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1-1:</b> Tamaño de la cabeza en relación con el resto del cuerpo en distintas etapas del desarrollo .....	8
<b>Figura 1-2:</b> Modificado de Tabla 11-28 Altura facial total (n-gn) (cm). Mujeres desde el nacimiento a los 25 años. Farkas 1994, citado por Lapunzina & Aiello, 2002 (71).....	11
<b>Figura 1-3:</b> a) Curvas Z-score para longitud/estatura para la edad de niños desde el nacimiento hasta los 60 meses. Longitud desde el nacimiento hasta 23 meses cumplidos; altura de 24 a 60 meses completos. b) Curvas Z-score para peso/edad de niños desde el nacimiento hasta 60 meses.....	13
<b>Figura 1-4:</b> a) Curvas Z-score para peso/edad de las niñas desde el nacimiento hasta 60 meses. b) Curvas Z-score para peso/talla de las niñas de 45 a 110 cm.....	13
<b>Figura 1-5:</b> Esquema de la influencia del medio ambiente sobre un niño. Modelo ecológico de Bronfenbrenner, 1987.....	16
<b>Figura 1-6:</b> Factores que influyen el crecimiento humano .....	17
<b>Figura 2-1:</b> Proceso de selección de la muestra.....	33
<b>Figura 3-1:</b> Duración de la alimentación con lactancia materna en meses.....	50
<b>Figura 3-2:</b> Gráfico de distribución de la erupción dental en meses.....	51
<b>Figura 3-3:</b> Representación de las principales habilidades motoras vs edad.....	51
<b>Figura 3-4:</b> a) Modelo ajustado de Peso en Kg vs. Edad. b) Modelo ajustado de Longitud/talla en cm vs. Edad. ....	52
<b>Figura 3-5:</b> a) Modelo ajustado de Perímetro cefálico en cm vs. Edad.....	53
<b>Figura 3-6:</b> a) Modelo ajustado de Anchura de la cabeza en cm vs. Edad. b) Modelo ajustado de Anchura bicigomática en cm vs. Edad.....	54
<b>Figura 3-7:</b> a) Modelo ajustado de Anchura intercantal externa en cm vs. Edad. b) Modelo ajustado de Anchura de la nariz en cm vs. Edad.....	55
<b>Figura 3-8:</b> a) Modelo ajustado de Altura craneofacial total en cm vs. Edad. b) Modelo ajustado de Altura facial anterior en cm vs. Edad.....	57
<b>Figura 3-9:</b> a) Modelo ajustado de Altura de la nariz en cm vs. Edad.....	58
<b>Figura 3-10:</b> a) Modelo ajustado de Profundidad maxilar en cm vs. Edad. b) Modelo ajustado de Profundidad mandibular en cm vs. Edad.....	59
<b>Figura 3-11:</b> a) Modelo ajustado de Longitud anteroposterior de la cabeza en cm vs. Edad.....	60
<b>Figura 3-12:</b> Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en la variable talla en cm.....	65

<b>Figura 3-13:</b> Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en la variable peso en kg.....	66
<b>Figura 3-14:</b> Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en las variables de la dimensión de anchura craneofacial .....	66
<b>Figura 3-15:</b> Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en variables de la dimensión de profundidad craneofacial.....	67
<b>Figura 3-16:</b> Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en las variables de la dimensión de altura craneofacial.....	68
<b>Figura 3-17:</b> Modelo ajustado de <i>perímetro cefálico</i> incluyendo la variable explicativa <i>género</i> ; <b>a)</b> género femenino, <b>b)</b> género masculino.....	69
<b>Figura 3-18:</b> Modelo ajustado de <i>altura craneofacial total</i> incluyendo la variable explicativa <i>género</i> ; <b>a)</b> género femenino, <b>b)</b> género masculino.....	70
<b>Figura 3-19:</b> Modelo ajustado de <i>profundidad maxilar</i> incluyendo la variable explicativa <i>género</i> ; <b>a)</b> género femenino, <b>b)</b> género masculino.....	71
<b>Figura 3-20:</b> Modelo ajustado de <i>peso en kg</i> incluyendo la variable explicativa <i>género</i> ; <b>a)</b> género femenino, <b>b)</b> género masculino.....	72

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1-1:</b> Puntos antropométricos del CCF con sus nomenclaturas.....	11
<b>Tabla 1-2:</b> Variables explicativas más influyentes en crecimiento craneofacial.....	21
<b>Tabla 2-1:</b> Descripción de criterios de inclusión y exclusión de participantes.....	33
<b>Tabla 2-2:</b> Distribución de la muestra según sexo y grupo de edad.....	34
<b>Tabla 2-3:</b> Clasificación inicial de variables dependientes y sus unidades de medida.....	36
<b>Tabla 2-4:</b> Variables dependientes seleccionadas para modelar curvas de crecimiento.....	37
<b>Tabla 2-5:</b> Variables Independientes seleccionadas .....	38
<b>Tabla 2-6:</b> Criterios de aproximación de la edad. Tomado de: Ministerio de la Protección Social. Diario oficial N° 47.744 de 18 de junio de 2010. Resolución 2121 del 9 de junio de 2010. Disponible en: <a href="http://www.minsalud.gov.co">http://www.minsalud.gov.co</a> .....	38
<b>Tabla 3-1:</b> Prueba F/Anova para análisis interexaminador –error sistemático.....	43
<b>Tabla 3-2:</b> Prueba F/Anova para análisis intraexaminador –error aleatorio.....	44
<b>Tabla 3-3:</b> Distribución de Individuos por Instituciones de toma de muestras.....	45
<b>Tabla 3-4:</b> Lugar de nacimiento de los niños.....	45
<b>Tabla 3-5:</b> Lugar de procedencia de los niños.....	45
<b>Tabla 3-6:</b> Lugar de nacimiento del grupo familiar, distribución ecogeográfica.....	46
<b>Tabla 3-7:</b> Lugar de vivienda de los niños, distribución por localidad o Municipio.....	47
<b>Tabla 3-8:</b> Distribución de Individuos por estrato y sexo.....	47
<b>Tabla 3-9:</b> Distribución de las edades de los padres.....	48
<b>Tabla 3-10:</b> Distribución de Individuos por tipo de vivienda que habitan.....	48
<b>Tabla 3-11:</b> Distribución de Individuos por nivel de ingresos.....	48
<b>Tabla 3-12:</b> Escolaridad de los padres.....	44
<b>Tabla 3-13:</b> Distribución de la ocupación laboral de los padres.....	44
<b>Tabla 3-14:</b> a) Modelo Peso en kg: Media, desviación estándar y cuantiles. b) Modelo Talla en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.....	53
<b>Tabla 3-15:</b> a) Modelo perímetro cefálico en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.....	54
<b>Tabla 3-16:</b> a) Modelo anchura de la cabeza en cm: Media, desviación estándar y cuantiles. b) Modelo anchura bicigomática en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.....	55

<b>Tabla 3-17: a)</b> Modelo anchura intercantal externa en cm: Media, desviación estándar y cuantiles. <b>b)</b> Modelo anchura de la nariz en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.....	56
<b>Tabla 3-18: a)</b> Modelo altura craneofacial total en cm: Media, desviación estándar y cuantiles. <b>b)</b> Modelo altura facial anterior en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.....	58
<b>Tabla 3-19: a)</b> Modelo altura de la nariz en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.....	59
<b>Tabla 3-20: a)</b> Modelo profundidad maxilar en cm: Media, desviación estándar y cuantiles. <b>b)</b> Modelo profundidad mandibular en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.....	60
<b>Tabla 3-21: a)</b> Modelo longitud anteroposterior de la cabeza en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.....	61
<b>Tabla 3-22:</b> Tabla de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en cada variable respuesta .....	63
<b>Tabla 3-23:</b> Nivel de significancia de variables independientes para cada variable antropométrica – prueba ANOVA.....	64
<b>Tabla 3-24:</b> Modelo perímetro cefálico en cm + género: Media, desviación estándar y cuantiles.....	70
<b>Tabla 3-25:</b> Modelo altura craneofacial total en cm + género: Media, desviación estándar y cuantiles.....	71
<b>Tabla 3-26:</b> Modelo profundidad maxilar en cm + género: Media, desviación estándar y cuantiles.....	72
<b>Tabla 3-27:</b> Modelo peso en kg + género: Media, desviación estándar y cuantiles.....	73
<b>Tabla 3-28:</b> Variables independientes que predominan en la explicación del crecimiento general y craneofacial.....	73

## Lista de Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Término</b>
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>MGRS</b>	Multicenter Growth Reference Study
<b>CCF</b>	Complejo Craneofacial
<b>VIU</b>	Vida Intrauterina
<b>LCC</b>	Longitud Cefalocaudal
<b>DS</b>	Dimorfismo sexual
<b>NCHS</b>	National Center of Health Statistics
<b>CDC</b>	Center for Disease Control
<b>RCIU</b>	Retraso de Crecimiento Intrauterino
<b>UNICEF</b>	United Nations International Children's Emergency Fund
<b>ENSIN</b>	Encuesta Nacional de Situación Nutricional
<b>BCPE</b>	Box Cox Power Exponential
<b>LMS</b>	Curva suavizada (L), mediana (M), coeficiente variación y asimetría (S)
<b>ANOVA</b>	Analysis Of Variance
<b>MANOVA</b>	Multivariate Analysis Of Variance
<b>SPSS</b>	Statistical Software for Social Science
<b>SAS</b>	Statistical Analysis Software
<b>Win/BUGS</b>	Bayesian inference Using Gibbs Sampling
<b>MCMC</b>	Montecarlo Markov-Chain.
<b>SED</b>	Standard Error Difference
<b>SD</b>	Standard Deviation
<b>cm</b>	Centímetros
<b>mm</b>	Milímetros
<b>kg</b>	kilogramos
<b>gr</b>	gramos
<b>IMC</b>	Índice de Masa Corporal
<b><math>\mu</math></b>	Media.
<b>ACP</b>	Análisis de Componentes Principales
<b><math>r_{xy}</math></b>	Análisis de Correlación de Pearson
<b>CA</b>	Análisis de correspondencia múltiple
<b>AIC</b>	Criterio de información de Akaike
<b>DANE</b>	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
<b>ONU</b>	Organización de las Naciones Unidas



# Introducción

Un objetivo necesario de toda estrategia de salud y bienestar en la primera infancia es monitorear el crecimiento, dado que es una etapa en la cual se evidencian notorios cambios corporales que no solo reflejan una fuerte influencia de factores genéticos sino demuestran que el crecimiento está modulado por factores ambientales: socioeconómicos, ecogeográficos, bienestar y funcional, lo que convierte al crecimiento en un indicador de salud infantil (1-6). Monitorear este indicador, favorece la elaboración de políticas públicas de desarrollo integral de la niñez, ya que la primera infancia constituye no solo el pilar del desarrollo personal y poblacional, sino que se define como prioridad política del Estado, quien debe propender por el mejoramiento continuo de la inversión social en salud infantil (7).

Una de las formas de reportar el curso de este proceso biológico, ha sido examinar su comportamiento a través de estudios longitudinales y transversales, basados en la toma de mediciones antropométricas (2, 11, 13, 14), las cuales han sido útiles para describir las variaciones del crecimiento de un niño en periodos específicos de tiempo, relacionar los factores determinantes, evaluar la relevancia del crecimiento prenatal, la relación materno-fetal e incluso sus consecuencias para un óptimo desarrollo postnatal (8-10). Igualmente, han sido útiles para establecer referentes de crecimiento que se usan para determinar y valorar el crecimiento adecuado de un individuo en una determinada población.

La Organización Mundial de la salud (OMS), a través del Estudio Multicéntrico de las Referencias del Crecimiento (MGRS) (11), reportó información acerca del crecimiento y desarrollo en la primera infancia, con el fin de generar un estándar prescriptivo de crecimiento general normal que permite evaluar niños en todo el mundo; este estudio, demuestra que el crecimiento óptimo, puede ser alcanzado con la alimentación y cuidados de salud recomendados, se realizó con la participación de seis países y combinó un seguimiento longitudinal desde el nacimiento hasta los 24 meses de edad, junto con un estudio transversal de niños entre 18 a 71 meses de edad; sus criterios de inclusión estuvieron constituidos por niños sanos bajo condiciones de entorno favorables y relacionó el crecimiento general con los logros motores funcionales, por lo cual ha sido uno de los más significativos en los últimos años (11-13).

Adicionalmente, a los reportes de la OMS (11, 12, 14) que revelan un modelo normativo de crecimiento y desarrollo infantil óptimo (1, 2), aceptados en Colombia a través de la resolución N°2121 del 9 de Junio de 2010 (15), también se han conocido estudios de crecimiento general como las curvas Colombianas de crecimiento elaboradas por la Fundación Cardioinfantil, la Asociación Colombiana de Endocrinología Pediátrica y el Instituto Karolinska (16), que emplean las medidas antropométricas reconocidas

frecuentemente como indicadores de salud: *peso, talla y perímetro cefálico para la edad* y los expresan gráficamente en curvas de crecimiento. Sin embargo, estos reportes no cuentan con información concreta y detallada en lo que refiere al complejo craneofacial (CCF).

Los estudios de crecimiento craneofacial por su parte, han aportado información netamente descriptiva de este proceso, han reportado hallazgos de crecimiento, comparaciones entre géneros y grupos poblacionales; han establecido una variabilidad inter-grupal o inter-poblacional al estudiar las variaciones en tamaño y forma, y han reportado tablas de mediciones craneofaciales (10,17-24) obteniendo así referentes de crecimiento para diferentes variables de tipo craneofacial. No obstante, dado que en el CCF se reflejan de manera notoria eventos evolutivos, nutricionales, genéticos, funcionales y no solo es una zona que contribuye a determinar indicadores “centinela” para evaluaciones de salud infantil (25), sino que revela el desarrollo adecuado de estructuras como el cerebro, demás órganos faciales (25-27), condiciones de anomalías congénitas e incluso maloclusiones (1,3,28), es necesario realizar análisis relevantes que logren describir el comportamiento de estos procesos con relación al crecimiento del CCF.

Así mismo, la descripción del crecimiento craneofacial con relación a la edad, género, hábitos nutricionales, condiciones socioeconómicas y ecogeográficas, es un campo parcialmente explorado específicamente en el ámbito infantil en Colombia; constituye así, otro de los aspectos que deben ser estudiados dentro del contexto del crecimiento infantil. Como se ha señalado, debido a que el crecimiento es influenciado por diversos factores externos y por el mismo crecimiento prenatal (1, 3, 20), es conveniente además de la implementación de avances tecnológicos, promover la modificación o innovación de metodologías estadísticas (29); metodologías que ayuden a plantear hipótesis, que permitan describir el comportamiento del crecimiento y que fortalezcan la importancia del CCF como un aspecto fundamental al hablar de bienestar en salud infantil en Colombia.

Así, la línea de investigación en *biometría Craneofacial* de la Universidad Nacional de Colombia realizó un estudio en el año 2013, en una muestra de 265 niños colombianos de 0 a 3 años de edad y residentes en la ciudad de Bogotá. En este estudio se hizo un análisis de variables antropométricas craneofaciales y variables explicativas (socioeconómicas, ecogeográficas, entre otras) bajo un diseño longitudinal, usando modelos longitudinales mixtos y árboles de regresión para explicar el proceso de crecimiento craneofacial en individuos en etapa de la primera infancia. Se obtuvo como resultado una aproximación real al problema de cómo es el comportamiento del crecimiento en niños, así como perfiles de crecimiento craneofacial y descripciones de los periodos de logros motores funcionales orales. El estudio concluye, que a pesar de utilizar modelos apropiados para estudiar el crecimiento es necesario avanzar en la construcción de patrones de crecimiento craneofacial por medio de éste y otros modelos multivariados, además de continuar con la ampliación de la muestra (30).

Dicha investigación se caracteriza por tener una muestra con heterogeneidad poblacional entre los individuos, como resultado de eventos migratorios y de otras interacciones socioculturales (31), muestra que puede brindar futuros resultados extrapolables a la población Colombiana en general. Es conveniente entonces, continuar no sólo con la obtención de datos antropométricos sino con la búsqueda de análisis potencialmente aplicables al estudio de crecimiento craneofacial en dicha población.

La metodología bayesiana se caracteriza por crear una expectativa favorable y satisfacer algunas limitaciones prácticas de un análisis estadístico clásico (32). Esta metodología considera no sólo los datos sino sus densidades a priori, para proporcionar una visión más completa sobre la incertidumbre en el proceso de estimación de parámetros desconocidos y usar así, la probabilidad en el desarrollo de un amplio número de análisis de un evento en forma satisfactoria (32-34). Entre algunas de las ventajas del *análisis bayesiano* para el contexto de un estudio de crecimiento son: a) tener una probabilidad previa de cualquier suceso; b) establecer métodos objetivos para calcular dicha distribución a priori, usando la teoría de la utilidad para estimación y decisión; c) incorporar el principio de verosimilitud y la interpretación gracias a una distribución a posteriori (34-37). Igualmente, el manejar intervalos de credibilidad que contienen con alta probabilidad el parámetro sin depender de inconvenientes por el tamaño de muestra e incluso tener en cuenta la existencia de subjetividad, son características que justifican la favorabilidad del enfoque para estudiar datos antropométricos.

En otras palabras, ésta metodología brinda en primer lugar la posibilidad de obtener no sólo resultados parciales del comportamiento del crecimiento craneofacial cada vez que se incorporan datos al modelo, sino que contribuye a la obtención de un criterio predictivo e inferencial de este proceso, al mejorar la precisión de la estimación gracias a la inclusión de datos probabilísticos a medida que se conoce nueva información (32, 34-36, 38). En segundo lugar constituye un fundamento teórico, que brinda un aporte diagnóstico, clínico y social importante, para promover la intervención temprana de alteraciones del desarrollo y contribuir en programas de atención y vigilancia a la primera infancia (39, 40).

Teniendo en cuenta lo anterior, **el objetivo general** de esta investigación fue construir patrones de crecimiento craneofacial para niños colombianos residentes en Bogotá, de 0 a 4 años de edad. **Los objetivos específicos** fueron dos: **a)** construir curvas de crecimiento para variables generales, es decir, peso en kg y talla en cm; y para variables de profundidad, altura y anchura craneofacial, de manera que las curvas obtenidas, representaran el patrón de crecimiento de la población estudiada; **b)** determinar factores que contribuyen a la explicación del crecimiento craneofacial a través de la asociación de variables explicativas, bajo un criterio metodológico distinto: **el análisis bayesiano** (32, 33, 41). La población de estudio estuvo conformada por niños entre 0 a 48 meses de edad, ampliando en un año las edades de estudio respecto a la investigación anterior realizada en la Universidad Nacional de Colombia (30).

Mediante un diseño transversal, se utilizó un modelo estadístico bajo estimación bayesiana para generar las trayectorias del proceso de crecimiento craneofacial en niños, representado a través de curvas, teniendo en cuenta su edad en meses. Posteriormente, el modelo fue ampliado con la inclusión de variables explicativas, dando como resultado la obtención de patrones de crecimiento craneofacial asociados con variables ecogeográficas, socioeconómicas, funcionales y de bienestar.

La exploración y aplicabilidad del modelo bayesiano a datos antropométricos resultó positiva en el ámbito metodológico; como también aportó un punto de vista distinto en cuanto al análisis del crecimiento, dando como resultado la posibilidad de valorar la efectividad de este enfoque para este tipo de datos.

La estructura del documento plantea para el primer capítulo el análisis de un argumento biológico, el cual contiene conceptos fundamentales de crecimiento y desarrollo general y craneofacial infantil, antecedentes antropométricos y factores explicativos e influyentes

---

en el crecimiento; como también un argumento estadístico en el cual se detallan los principales modelos de análisis para datos antropométricos y la caracterización del análisis bayesiano como enfoque innovador. En el segundo capítulo, se expone el argumento metodológico de la presente investigación. En el capítulo tercero se presentan los resultados que responden los interrogantes del presente estudio, destacando la obtención de curvas de crecimiento para variables generales y del CCF, así como su asociación con variables independientes. En el cuarto capítulo se realiza la discusión, y finalmente en el capítulo quinto, las conclusiones, aplicaciones clínicas y recomendaciones.

# Capítulo 1. Estado del Arte

## 1. Argumento biológico

### 1.1 Generalidades y evidencia biológica de crecimiento prenatal general y del CCF.

El crecimiento es un proceso dinámico, modulado por la interacción de factores genéticos y ambientales, que integra un fundamento biológico, funcional y del entorno. Está acompañado por cambios en el tamaño, forma y composición de tejidos, órganos y sistemas (8). Comprender dicho proceso contempla uno de los grandes desafíos de investigación, pues involucra no sólo cambios estructurales establecidos durante la vida intrauterina (VIU) bajo influencias de carácter hereditario, sino también cambios en la etapa postnatal fuertemente sometidos a influencias de factores ambientales y particularmente funcionales. El resultado de esta interrelación multifactorial, determina que en la población general existan niños con diferente velocidad de crecimiento y maduración: tardía, promedio y temprana (4, 42-45).

Durante el primer trimestre, aproximadamente en la cuarta semana de gestación, el embrión tiene como sus principales rasgos los arcos faríngeos y la presencia de cerca de 28 somitas; por consiguiente la edad del embrión se expresa en la cantidad de somitas presentes. Posteriormente, en el segundo mes de desarrollo, la edad suele indicarse en términos de longitud expresada en milímetros (mm), denominada longitud cefalocaudal (LCC) (45), la cual 18 días después de la concepción es aproximadamente de 53 mm (45-47).

Desde la octava semana de VIU, el embrión pasa a ser un feto, debido a que ocurre una diferenciación completa de células a tejidos y órganos. Además, se evidencia un aumento significativo en la LCC, la cual excede a la ganancia en peso durante el segundo trimestre de gestación, siendo aproximadamente de 205 mm al cuarto mes de gestación y entre 356 mm y 381 mm al sexto mes, lo que es aproximadamente el 70% de la longitud media a término (45, 46).

Los aumentos en peso durante el mismo periodo son significativos. A las 8 semanas de gestación el embrión pesa de 2.0 a 2.7 gramos (gr), a los 6 meses pesa aproximadamente 700 gr (47), es decir alrededor del 20% del peso al nacer; y es en el tercer trimestre especialmente durante los últimos 2,5 meses cuando el feto adquiere más del 50% del peso a término (45, 48). Este proceso va a la par con el desarrollo de varios sistemas fisiológicos: circulatorio, respiratorio, sistema digestivo y en general, la preparación del feto para la transición hacia la vida extrauterina (46, 47).

Uno de los cambios más significativos se evidencia aproximadamente al tercer mes de gestación, periodo en el cual el cráneo constituye alrededor de la mitad de la longitud cefalocaudal. Inicia entonces un proceso de desaceleración del crecimiento craneal en comparación con el resto del cuerpo, dado que aproximadamente al cuarto y quinto mes, el tamaño craneal corresponde casi a 1/3 de la LCC y en el momento del nacimiento corresponde a una cuarta parte de esta misma longitud. Lo anterior, debido a que a partir del segundo trimestre, el feto se alarga rápidamente logrando una longitud vértice-talón que equivale a la mitad de la longitud del recién nacido. Esto indica que el crecimiento corporal y craneal es inversamente proporcional; no obstante, al finalizar el proceso de gestación, el cráneo es quien posee el mayor perímetro con respecto al resto del cuerpo (43, 45, 49).

Así mismo, durante el periodo embrionario se evidencia la aparición de estructuras, prominencias y cavidades primitivas que median los procesos de formación del complejo ocular, nasal, auditivo e intermaxilar, lo que implica el origen del CCF (44, 45, 48). Este se inicia con el desarrollo de la mayor parte de la cara, a través de la migración de las células de la cresta neural hacia los primordios faciales, promoviendo la formación de cinco prominencias faciales, en sentido cefalocaudal denominadas: prominencia frontonasal y dos pares de prominencias maxilares y mandibulares dentro de las cuales los procesos nasales medios, laterales y el arco mandibular crecen de forma simultánea en dirección anterior y medial, dando como resultado la formación de estructuras como el maxilar superior, inferior, labios, tabique nasal y pabellón auricular, entre otras (44, 45, 50).

En la 7ª semana de VIU, se desarrollan las papilas gustativas, en la 10ª semana se inician los movimientos de deglución, en la 12ª semana ya existen centros de osificación primarios craneales y en huesos largos, y entre la 27ª a 29ª semana de gestación, se pueden evidenciar movimientos de succión que constituyen una función primordial propia del neonato (45, 50).

Se han estudiado diversas formas de reportar el tamaño fetal, ya sea a través de la longitud, peso, diámetro biparietal, perímetro cefálico, perímetro del abdomen y la longitud del fémur. Esto con el fin de establecer las condiciones óptimas de salud con respecto a la edad gestacional (45, 49). Igualmente, se conocen estudios que explican el comportamiento del crecimiento prenatal por medio de curvas, como las de Battaglia & Lubchenco (51), Babson et al (52) y las de Usher & McLean (53). Además, se considera indispensable establecer patrones específicos para cada población (54), debido a que la influencia de factores asociados tales como la edad materna, nivel socioeconómico, etnia e incluso la elevada altitud sobre el nivel del mar son determinantes en el comportamiento del crecimiento (4, 26, 45, 49, 55).

En la década de los 40's se creía que todos los defectos congénitos eran de causa hereditaria; luego, se reportó la asociación de enfermedades de la madre durante el embarazo con la presencia de anomalías en el feto. Así mismo, en los 60's se relacionaron los defectos en extremidades corporales del feto, con la ingesta de fármacos durante el embarazo, resaltando así el concepto de "agentes teratógenos" (45, 56).

Actualmente, algunos de los factores o agentes teratógenos más comunes, que afectan el desarrollo general y específicamente del CCF son: la ingesta de sustancias psicoactivas, documentada por una variedad de publicaciones que describen su efecto sobre múltiples anomalías del desarrollo (57); el trastorno del espectro alcohólico fetal (FASD), que induce un conjunto de defectos estructurales generales y craneofaciales,

deficiencias del crecimiento y alteraciones del neurodesarrollo (58-60); el tabaquismo, el cual contribuye al retraso del crecimiento intrauterino, un posible parto prematuro (61, 62) e incluso existen reportes que indican que genera cambios conductuales (63); el consumo elevado de cortisona y de vitamina A y un bajo consumo de ácido fólico y vitamina B, que provocan un elevado porcentaje de malformaciones craneofaciales (45); además, la deficiencia nutricional de la madre antes y durante el embarazo que favorece el bajo peso al nacer y la presencia de anomalías congénitas (4, 45, 56).

En consecuencia, es fundamental evaluar el crecimiento desde la vida intrauterina y en el momento del nacimiento, ya que refleja una multiplicidad de factores que hacen del mismo, un indicador sensible del estado de salud y bienestar de un niño incluso hasta su edad adulta. Por consiguiente, estudiar la relación de parámetros antropométricos con respecto a la edad, permite reconocer el aumento o disminución en tamaño, proporción y velocidad de crecimiento adecuados, lo que orienta a la comprensión del proceso de crecimiento en un individuo de una manera integral y completa.

## **1.2 Generalidades y evidencia biológica de crecimiento postnatal general y del CCF.**

Al igual que en la etapa prenatal, la medición de estructuras anatómicas se considera fundamental en la evaluación del crecimiento y desarrollo infantil postnatal y resulta una herramienta indispensable para la toma de decisiones diagnósticas y terapéuticas (4, 7, 64).

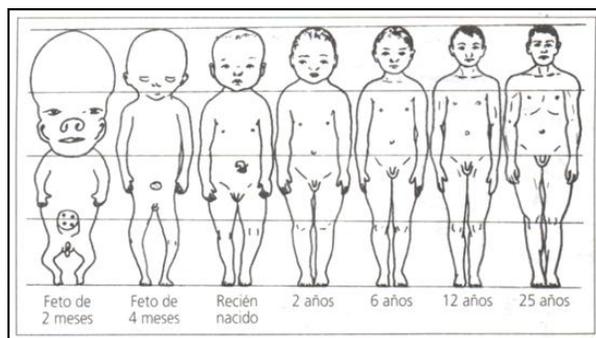
El crecimiento general continúa en dirección céfalo caudal, y en etapas iniciales de la vida tiene una velocidad notoria en comparación con la edad adulta. En el primer año de vida, el niño presenta una velocidad de crecimiento rápida, aumentando su peso y talla aproximadamente en un 50% y 40% respectivamente. Desde el segundo año en adelante, su crecimiento es regular y constante (4, 6, 23, 45) al igual que el desarrollo cognitivo, motor y lingüístico (64). Así mismo, es relevante considerar que las fallas en el crecimiento ocurren especialmente en los tres primeros años de vida. Si durante este periodo existe alguna alteración, el resultado final será un individuo con talla baja, lo que puede determinar una consecuencia intergeneracional de la talla entre padres e hijos. No obstante, aunque el desarrollo físico puede compensar en parte el déficit de talla desde el nacimiento y durante edades tempranas, los niños de talla baja siguen siendo más pequeños a lo largo de su vida y se requiere del paso de varias generaciones para lograr cambios con respecto a esta alteración (20, 26).

Dentro de este contexto, es importante resaltar que varios estudios han reportado que el dimorfismo sexual (DS) considera las variaciones y diferencias en el tamaño y la forma corporal y craneofacial (65), demostrando que los niños son ligeramente más grandes que las niñas durante la infancia y que estas diferencias tienden a aumentar significativamente en la adolescencia (66-68).

Por otra parte, en cuanto al crecimiento craneofacial, Broadbent et al (69) han reportado que el DS demuestra en promedio que el CCF es mayor en hombres que en mujeres en la etapa de inicio de la adolescencia; sin embargo, posteriormente Ursi et al (70) han señalado que no existe DS en estructuras maxilares o mandibulares; que la dirección del crecimiento facial es similar para ambos sexos y que no existen una evidencia clara de DS en el complejo dentoalveolar desde edades tempranas.

Desde los primeros años de vida, la velocidad de crecimiento de las dimensiones cefálicas es rápida, y a partir de los 7 años se mantiene relativamente constante (26) (71). Sin embargo, las dimensiones corporales son diferentes, debido a que tienen un crecimiento alométrico que aumenta significativamente en la pubertad, lo que se puede observar en la Figura 1-1.

**Figura 1-1.** Tamaño de la cabeza en relación con el resto del cuerpo en distintas etapas del desarrollo (71).



Tomado de Lapunzina & Aiello, 2002 (71).

A través del tiempo se han planteado teorías que intentan explicar los procesos que regulan el crecimiento del CCF, tales como la existencia de una dominancia sutural y su relación con el crecimiento de órganos asociados (42); la teoría de la matriz funcional (72), teoría de la influencia multifactorial genética, epigenética y medioambiental (73), y la teoría cibernética para evaluar sistemas de autorregulación (74), las cuales han sido la base para comprender el crecimiento del CCF (75).

Como indicador directo de crecimiento del cerebro y de un buen estado nutricional se reporta al *perímetro cefálico*, por lo cual, monitorear esta medida se convierte en un indicador de pronóstico (76). En contraste con buena parte de otras mediciones, las diferencias de género en el perímetro cefálico son mayores durante la primera infancia (68). Bushchang (77), realizó un estudio de crecimiento craneofacial a través de una muestra longitudinal de pacientes desde los 4 años hasta la edad adulta, demostrando un patrón diferencial de crecimiento alométrico negativo con relación al aumento en la estatura. Además, describió que los varones presentan mayor crecimiento que las mujeres, no sólo en rasgos mandibulares, sino faciales y craneales; así mismo, identificó a la edad y al sexo como factores de asociación al crecimiento, a través del análisis de componentes principales.

Farkas (10, 18) reporta que las dimensiones craneales y faciales a la edad de 6 años han alcanzado aproximadamente el 94% y el 84% respectivamente. Igualmente, Farkas (21) y Snodell et al (78), han señalado que se pueden esperar mayores aumentos de crecimiento craneofacial vertical, que para las dimensiones anteroposteriores las cuales a su vez muestran un mayor incremento que las dimensiones transversales (79). Así mismo, algunos estudios indican diferencias en medidas antropométricas de anchura facial (17, 19, 21, 70, 67), dependiendo del grupo de edad, sexo y diferencias poblacionales. Aspectos que resultan relevantes para los fines de esta investigación.

De igual importancia, Cossio-Bolaños et al (80) también han sugerido que se debe tener en cuenta el nivel de altitud sobre el nivel del mar como factor determinante del

crecimiento, por lo que las mediciones y curvas realizadas por la OMS y el NCHS (National Center of Health Statistics) (81, 82) deben ser usadas con precaución en poblaciones que habitan en zonas de altitud durante el proceso de crecimiento físico, pues fueron realizadas en poblaciones que habitan a nivel del mar. De esta manera, concluyen que es necesario realizar estudios de crecimiento en poblaciones que habiten en zonas de mayor altitud, ya que algunos hallazgos indican que existen efectos de retardo leve del crecimiento lineal en estas poblaciones, generando así, estudios referenciales que den origen a sus propios patrones de crecimiento. Cabe destacar que los sitios considerados de mayor altitud corresponden a los ubicados a  $>1.500\text{m}$  sobre el nivel del mar (80), es decir, cerca del 6% de la población mundial; y que el reporte de medidas somatométricas afectadas son específicamente el peso corporal y la estatura (16, 80, 83).

Así entonces, los cambios de forma y proporciones corporales responden a un significado biológico importante, que puede ser entendido a través de múltiples técnicas, métodos y análisis de estudio, dentro de los cuales y particularmente para el caso de la población infantil se hace notoria la *antropometría* como herramienta habitual de análisis.

La utilidad de esta técnica reitera su aplicabilidad como suplemento del método radiográfico y complemento de estudios cefalométricos para el caso del CCF, teniendo como principal ventaja su simplicidad y bajo costo. Se le considera así, una herramienta biométrica de fácil acceso para la evaluación, seguimiento y descripción del crecimiento, que ofrece una cuantificación tridimensional útil y práctica de la morfología craneofacial (84).

### **1.2.1 Principales características del CCF en la edad de 0 a 4 años.**

Durante la etapa de 0 a 4 años, el proceso del CCF es continuo de conformidad con aumentos en tamaño y proporciones de estructuras anatómicas. Para el caso de la bóveda craneal se logra gracias al crecimiento del encéfalo que induce una respuesta de crecimiento en las suturas craneales (1, 26, 42, 44). Particularmente durante el momento del nacimiento, el cráneo sufre una deformación temporal de carácter dolicocefálico, debido a la presión ocasionada en el momento del parto; posteriormente cambia hacia una forma braquicefálica, la cual permanece durante los primeros años de vida. Este proceso de crecimiento es armónico pero a su vez resulta asimétrico, debido a la presencia de seis fontanelas características del recién nacido, la separación de partes de la bóveda craneal y la presencia de eminencias frontal y parietales pronunciadas (44, 45, 64, 85).

Al nacer, los componentes del CCF se encuentran desarrollados. Sin embargo, la cara del recién nacido se encuentra en menor desarrollo que el cráneo, ya que su crecimiento está dado por el aumento de volumen en los maxilares, fosas nasales y rebordes orbitales; por ello en el recién nacido su apariencia es convexa. El desarrollo mandibular, se asocia con los estímulos hacia el sistema muscular ocasionados por el proceso de succión (86). Así mismo, responde significativamente al momento en que surge el proceso dentoalveolar e inicia la dentición temporal. Ésta a su vez, ejerce un papel importante en la formación de la superficie temporomandibular, gracias a la aplicación de fuerzas masticatorias que influyen el continuo modelado y desarrollo de esta estructura, además en la adquisición de estabilidad y armonía estructural y oclusal (44, 85, 87).

Desde los dos años en adelante, el crecimiento occipital y frontal es significativo manteniendo un patrón lateral del cráneo casi igual en estas regiones, conservando así esta característica hasta obtener una morfología casi definitiva (18). Sin embargo, el patrón de crecimiento facial es *individual*, por ello, al comparar los valores normativos de caracterización facial para una población especialmente en edades tempranas, se debe incluir en los grupos de estudio, variables de edad, sexo y grupo poblacional (21, 30, 88).

En un contexto funcional-motor, los movimientos musculares (succión) aunque limitados fisiológicamente en el recién nacido, inducen a la maduración del sistema muscular gracias a la lactancia materna, siendo la única forma que permite producir estímulos necesarios en el lactante para el completo desarrollo dental y de ambos maxilares. Para el caso de la alimentación artificial, existe el riesgo de producir un retardo del crecimiento y del desarrollo del área orofacial por no cumplir con altas exigencias funcionales (89). Esto se relaciona con el criterio de Wells et al (86) quienes enfatizan la interdependencia entre la estructura y función, al reconocer la biomecánica del desarrollo del sistema musculoesquelético como ente predictor en la morfología de estructuras funcionales.

Dicha funcionalidad del sistema estomatognático, también favorece a la adquisición de una posición adecuada para estructuras como el maxilar y la mandíbula (20, 87, 89), obteniendo así, un crecimiento simétrico en lo que refiere a la dimensión anteroposterior; la cual, está relacionada con la adquisición de patrones posturales que influyen en el tipo de oclusión de un niño.

Existen otras medidas del CCF consideradas de importancia en el estudio de patrones faciales normales y patológicos diferentes al perímetro cefálico. Por ejemplo, para el caso del hipertelorismo, la distancia interpupilar y la distancia intercantal interna y externa. Medidas como la longitud de las orejas en evaluaciones de alteraciones congénitas, y el filtrum y la distancia intercomisural en anomalías orofaciales, son descritas como estructuras importantes para establecer relaciones anatómicas en el caso de requerir correcciones quirúrgicas o funcionales (18, 66, 67, 71, 90).

De igual importancia, se han considerado variables antropométricas significativas con las cuales se han establecido referentes de crecimiento craneofacial destacando la influencia del DS. Dichas variables describen segmentos de *altura*, *anchura* y *profundidad craneofacial* dentro de las cuales las más importantes son: *altura facial total*, *longitud de maxilares*, *anchura* y *longitud de la cabeza*, *altura facial inferior*, *distancia bicigomática*, *altura de la nariz* y *anchura de boca*. Estas variables han sido reportadas en numerosos estudios (10, 18, 19, 21, 30, 53, 49, 66-69, 71, 88, 91, 92) y han sido tomadas como punto de partida para la elección de las mediciones antropométricas craneofaciales utilizadas en la presente investigación. La interpretación de estas medidas, ha sido en su mayoría a través de tablas y modelos descriptivos como los que se observan en las Figura 1- 2 (71, 68).

En otras palabras, se afirma que desde el momento del nacimiento surgen cambios en dimensiones y proporciones esqueléticas, promovidos por el crecimiento de estructuras del CCF que determinan un aumento de volumen y longitud, de tal manera que secuencialmente la proporción del ancho facial, es la que toma el primer lugar y se relaciona con el desarrollo de la base craneal; y posteriormente la altura facial, que toma lugar en el momento de ejercer función muscular y postural (64, 66, 68, 86).

**Figura 1-2.** Modificado de Tabla 11-28 Altura facial total (n-gn) (cm). Mujeres desde el nacimiento a los 25 años. Farkas 1994, citado por Lapunzina & Aiello, 2002 (71).

Edad	- 2 DE	- 1 DE	Media	+ 1 DE	+ 2 DE
0 a 5 meses	5,90	6,35	6,80	7,25	7,70
6 a 12	6,39	6,83	7,27	7,71	8,15
1 año	6,74	7,23	7,72	8,21	8,70
2 años	7,60	7,99	8,38	8,77	9,16
3	8,21	8,45	8,69	8,93	9,17
4	8,54	8,90	9,26	9,62	9,98
5	8,73	9,19	9,65	10,11	10,57
6	8,69	9,13	9,57	10,01	10,45
7	9,09	9,46	9,83	10,20	10,57
8	8,73	9,27	9,81	10,35	10,89
9	9,07	9,60	10,13	10,66	11,19
10	9,39	9,89	10,39	10,89	11,39
11	9,47	9,97	10,47	10,97	11,47
12	9,90	10,36	10,82	11,28	11,74
13	9,91	10,41	10,91	11,41	11,91
14	10,01	10,54	11,07	11,60	12,13
15	10,08	10,59	11,10	11,61	12,12
16	10,15	10,75	11,35	11,95	12,55
17	10,26	10,73	11,20	11,67	12,14
18	10,14	10,66	11,18	11,70	12,22
19 a 25	10,18	10,66	11,14	11,62	12,10

Adaptada de Farkas (1994). Canadá.

Farkas, 1994, citado por Lapunzina y Aiello, 2002 (71)

### 1.2.2 Puntos antropométricos como variables de estudio del CCF.

Existen puntos antropométricos que reflejan los avances del crecimiento del CCF, tanto de estructuras óseas como de tejidos blandos. En la tabla 1-1 se describen los puntos antropométricos de mayor relevancia en el CCF reportados por varios autores y se aclaran sus respectivas nomenclaturas.

**Tabla 1-1.** Puntos antropométricos del CCF con sus nomenclaturas.

Región craneal	Región facial
Perímetro cefálico (op) (18,19, 53, 66, 68, 93, 94)	Altura facial anterior (n-gn) (10, 18)
Longitud anteroposterior de la cabeza (gl-op) (10, 18)	Anchura bicigomática (zy-zy) (10, 18)
Anchura de la cabeza (eu-eu) (18)	Anchura de la cara inferior (go-go) (10, 18)
Anchura de la frente (ft-ft) (18, 68, 95)	Profundidad del maxilar (t-sn) (10, 18)
Altura craneofacial total (v-gn) (10, 18)	Profundidad mandibular (t-gn) (10, 18)
	Anchuras intercantaes (interna y externa) (en-en) (ex-ex) (10, 18, 88, 95, 96)
	Anchura palpebral (in-ex) (10, 18, 95, 96, 97)
	Altura y Anchura de la nariz (n-sn) (al-al) (10, 18)
	Altura y Anchura del filtrum (sn-vm) (cph-cph) (10, 18)
	Anchura de la boca (ch-ch) (10, 18)

### 1.3 Antecedentes antropométricos de crecimiento general

Históricamente entre 1749 y 1754 se describieron por primera vez medidas antropométricas en niños. Investigadores como George Louis Leclerc conde de Buffon, Philibert Guénau de Montbeillard, Johan George Roeder y Christian Friedrich Jampert, citados por González (1) reportaron los primeros estudios de crecimiento, los cuales describieron: que la velocidad del crecimiento en altura disminuye después del nacimiento; señalaron picos de crecimiento estatural de mayor o menor intensidad a través de la edad, y dieron a conocer tablas de medidas de niños y jóvenes de 1 a 25 años clasificándolos por sexo y edad. Este último considerado como el primer estudio de crecimiento de tipo transversal.

Con el paso del tiempo fue incrementando el interés por estudiar el crecimiento infantil, a través de estudios basados en mediciones antropométricas donde los grupos de edad de las muestras presentaban algunas diferencias de semanas o meses dentro de cada periodo de edad. Fue entonces como tomaron fuerza publicaciones como las de Falkner en 1958 (98) con datos longitudinales de peso y talla para niños nacidos entre 1944 y 1948, y entre 1952 y 1954, realizadas bajo muestreo por inclusión de niños “sanos” seguidos regularmente desde el nacimiento; niños provenientes de zonas específicas y con edades entre 4 semanas ( $\pm 2$  días), 13, 26, 39 semanas, 1 año, 18 meses ( $\pm 7$  días) y 2 años ( $\pm 14$  días) destacando el uso de análisis estadísticos clásicos (98). Así, los diseños longitudinales demostraron una utilidad considerable; por lo cual fueron empleados en estudios no sólo antropométricos sino en reportes de maduración esquelética y etapas de desarrollo sexual (1, 99).

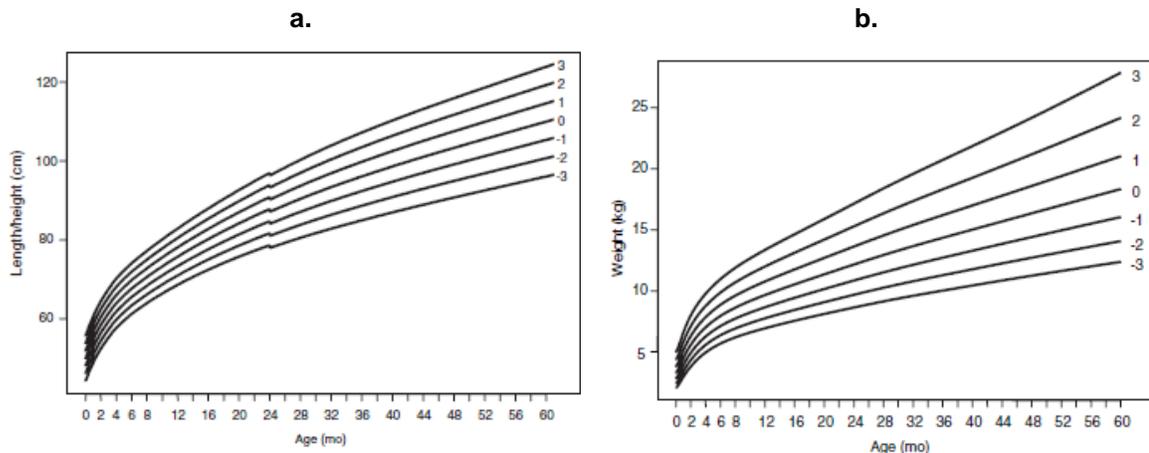
Por otra parte, el NCHS publicó un estudio de Referencias de Crecimiento en Ohio, EEUU (1929-1975) que se realizó en menores de 2 años con datos longitudinales, para representar a la población de dicho país, e incluso ser un modelo de crecimiento y desarrollo infantil (100). Simultáneamente, la Academia Nacional de Ciencias de EE.UU en 1974, recomendó una nueva serie de observaciones antropométricas para realizar esta referencia de crecimiento, con datos del NCHS, del Center for Disease Control (CDC), de secciones transversales de las encuestas de salud del NCHS y con datos longitudinales del Instituto de Investigación Fels. Lo que se obtuvo fue un conjunto de distribuciones porcentuales ajustadas de peso, talla y perímetro cefálico desde el nacimiento hasta los 18 años. Se estableció así, la posibilidad y la importancia de incluir el factor *transversal* en los estudios de crecimiento. No obstante, por no considerar la ascendencia, tipo de alimentación, condiciones ecogeográficas de los participantes y al estar hecha a partir de muestras no relacionadas, no constituyó un estudio válido para representar a la población infantil a nivel mundial por lo que su diseño y resultados han sido cuestionados desde finales de los 70's (100, 101).

Desde aquel momento, los estudios antropométricos toman como características fundamentales: en primer lugar, el uso de curvas del incremento del crecimiento, que hacen referencia a la relación entre un espacio de tiempo determinando y la cuantía del incremento como tal, lo que indica principalmente los periodos de mayor crecimiento general y permiten diferenciar un desarrollo óptimo de uno inadecuado; y en segundo lugar factores nutricionales, demográficos, medioambientales, acceso a servicios de salud, seguridad alimentaria, ingresos familiares, nivel cultural, nivel educativo, estrato socioeconómico, hábitos, el uso de estrategias metodológicas y la implementación de

paquetes estadísticos, para dar lugar a nuevos estudios y reportes de crecimiento general en niños (2, 4, 14, 24, 73, 80).

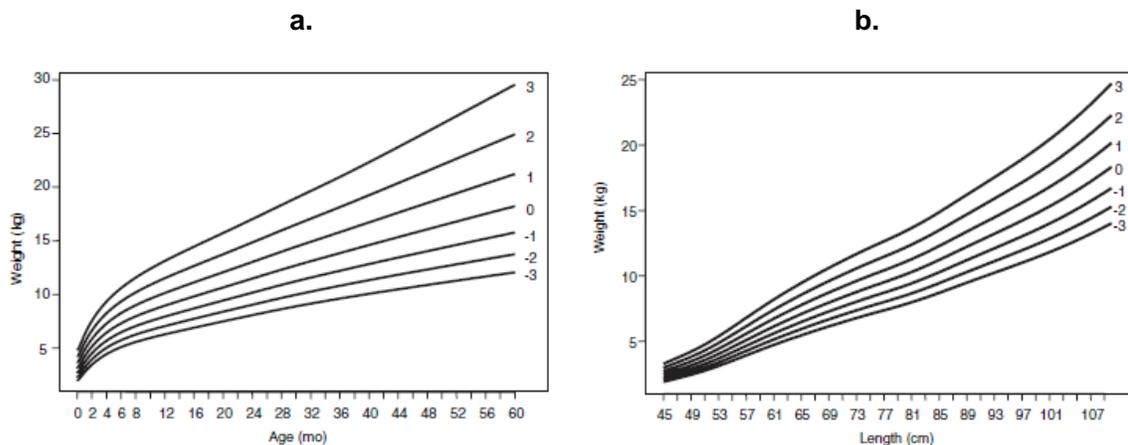
Desde entonces y debido a la variabilidad de reportes acerca del crecimiento en niños y a sus dificultades de análisis, los expertos de la OMS (1993) desarrollaron un nuevo patrón internacional de crecimiento; iniciativa que fue aprobada por The World Health Assembly en 1994. Al poco tiempo, la OMS emprendió el MGRS (Multicenter Growth Reference Study) (1997-2003) para generar nuevas curvas de crecimiento y desarrollo para niños de todo el mundo, combinando un seguimiento longitudinal (0 -24 meses) y un estudio transversal (18-71 meses) con datos de 8440 niños sanos de diversos orígenes étnicos y culturales (*Brasil, Ghana, India, Noruega, Omán y EE.UU*) bajo condiciones de salud favorables, dando como resultado curvas de crecimiento general. Algunas de estas curvas se ilustran en la Figura 1-3 y 1-4 (11).

**Figura 1-3.** a) Curvas Z-score para longitud/estatura para la edad de niños desde el nacimiento hasta los 60 meses. Longitud desde el nacimiento hasta 23 meses cumplidos; altura de 24 a 60 meses completos. b) Curvas Z-score para peso/edad de niños desde el nacimiento hasta 60 meses.



Tomado de De Onis M et al, 2006 (11)

**Figura 1-4.** a) Curvas Z-score para peso/edad de las niñas desde el nacimiento hasta 60 meses. b) Curvas Z-score para peso/talla de las niñas de 45 a 110 cm.



Tomado de De Onis M et al, 2006 (11)

Actualmente, este reporte de la OMS (MGRS, 2006) (11) es el estándar mundial que constituye un instrumento sólido y confiable que permite optimizar el manejo clínico de los problemas del crecimiento (por déficit o por exceso) en los primeros años de vida. Sin embargo, algunos países han descrito patrones de crecimiento poblacionales propios, pues consideran que el crecimiento es un proceso que depende de una multiplicidad de factores poblacionales (80, 84, 93, 102). Además autores como Kow et al (1991), Sarria et al (1998) Casas et al (2001) y Zverev & Gondwe (2001), citados por Ireton (103) también consideran que es necesario que cada país tenga sus propias referencias de crecimiento o que se evalúen periódicamente aquellas que han sido adoptadas, debido a que es importante considerar los conceptos de pluralidad, diversidad y las diferencias del proceso de crecimiento en el tiempo y espacio.

En Colombia, se implementaron los patrones OMS a nivel nacional a través de la resolución 2121 de 9 de junio de 2011 (15). Actualmente representan una oportunidad clave para fortalecer las estrategias y los programas de apoyo a la lactancia materna exclusiva, reactivar el interés por el crecimiento y desarrollo normal, mejorar los recursos disponibles para monitorear el crecimiento infantil, y optimizar la efectividad de las intervenciones en salud destinadas a prevenir o tratar los cuadros de mayor prevalencia en los niños menores de 5 años. Estos patrones han sido adoptados como estándar para describir y comparar los principales hallazgos en peso y talla en la primera infancia.

No obstante, desde el 2011 un grupo de investigadores del Instituto Karolinska, Asociación Colombiana de Endocrinología y la Fundación Cardioinfantil, realizaron nuevas curvas de crecimiento infantil en Colombia, a través de un estudio con datos longitudinales de niños de 0 a 48 meses y datos transversales de individuos entre 4 a 20 años con el objetivo de obtener hitos del desarrollo motor, referentes de crecimiento poblacional y curvas de crecimiento del perímetro cefálico, peso y talla para la edad (16). Este estudio es uno de los más recientes hasta ahora reportados.

## **1.4 Antecedentes antropométricos de crecimiento craneofacial**

Autores como Hellman (1932) (104), Goldstein (1936) (19) y Brodie (1941) (91), son precursores de reportes de crecimiento craneofacial dependiente de la edad y señalaron que existe una asociación positiva entre el crecimiento craneal y la edad, especialmente desde los tres meses de edad. Así mismo, describieron el comportamiento del crecimiento de la base del cráneo de forma cuantitativa y a través de métodos de comparación radiográfica bajo intervalos regulares de tiempo, desde el nacimiento hasta los tres años. Dicho método actualmente está reevaluado pero en su tiempo, permitió formular que la base de cráneo y en general el esqueleto facial presentan una tendencia al desplazamiento anterior e inferior. Posteriormente, se destacaron estudios como los de Farkas (1992) (10, 18) que favorecieron el análisis de datos antropométricos del CCF con relación a variables como edad, tipo poblacional y género, en los que se resalta también que el crecimiento facial es significativo durante los 5 primeros años de vida (10, 18).

Las descripciones del CCF continuaron apoyándose en bases metodológicas como los diseños longitudinales. Gracias a ellos se logró conocer a través del tiempo los aumentos de crecimiento facial en diferentes dimensiones (longitud, anchura y profundidad). Así, se reafirmó el concepto del *índice cefálico* como un indicador que relacionaba la presencia de un componente genético y ambiental importante a través de una interpretación

matemática (10, 18, 19). No obstante, Hunter (1966) (92), detalló la relación entre crecimiento general y del CCF, al describir picos de crecimiento craneofacial en relación al crecimiento estatural. Tiempo después, estudios longitudinales desarrollados por Sparks & Jantz (2002) (105), Lejarraga et al (2009) (93), reportaron que en el primer año de vida, el perímetro cefálico y la longitud de la cabeza mostraron un mayor incremento de crecimiento comparándolo con un tamaño adulto, considerando así el desarrollo del cráneo y sus estructuras internas como un parámetro de crecimiento básico en la práctica clínica pediátrica.

Simultáneamente, se reportaron estudios usando análisis convencional cefalométrico (106), el cual toma medidas lineales a través de puntos (landmarks), con el objetivo de establecer una línea de base de datos cuantitativos en una población particular y así documentar su caracterización craneofacial, reportar hallazgos en milímetros, inclinaciones en grados y realizar análisis de proporciones (107, 108). Este tipo de estudios incluyeron Software como SPSS o SAS, entre otros, con el fin de mejorar la calidad del análisis de los datos y mostrar una eficiencia significativa en el análisis del crecimiento del CCF. Sin embargo, no se ha probado ampliamente su aplicabilidad como modelo de predicción en curvas de crecimiento craneofacial infantil (109, 110).

También fueron analizadas las equivalencias entre segmentos del CCF a través de fotoantropometría, a partir de la cual se obtenían mediciones de fotografías de frente o perfil a más de 1,5 m de distancia. Con ello se pudo comparar parámetros faciales mediante el uso de índices específicos descritos por Stengel-Rukowski et al en 1984 (111). Dichos índices de medición indirectos fueron útiles en la valoración diagnóstica de signos clínicos faciales para determinar síndromes o patologías específicas y en la disciplina forense. No obstante, sus aplicaciones han sido discutidas ya que aportan datos de observación de parámetros específicos pero no reemplazan una medición directa.

El MGRS (2006) (11), proporciona nuevas herramientas estadísticas en el análisis del crecimiento donde la región craneofacial representa un indicador de bienestar importante para niños menores de 5 años con relación a la edad y sexo. Sin embargo, el método usado LMS (L: transformación box-cox; M: media; S: Coeficiente de variación), que contiene información para proyectar cualquier curva o convertir mediciones en puntuaciones precisas, requiere de ajustes estadísticos para proporcionar un resultado. Además, no es sustancialmente preciso al describir crecimiento craneofacial. Aun así, constituye un estándar fundamental e importante empleado por los profesionales de la salud para evaluar parámetros de normalidad de crecimiento en niños de todo el mundo (2, 7, 11, 15).

En Colombia, la mayoría de estudios del CCF reportan referentes de crecimiento basados en un análisis descriptivo o comparativo entre grupos poblacionales específicos (84, 112, 113). Sin embargo, para analizar el comportamiento del crecimiento del CCF, se ha empezado a considerar el uso de nuevas herramientas estadísticas, que permitan modelar el crecimiento, establecer asociaciones entre variables y obtener hallazgos que puedan tomarse como referentes para establecer un patrón de crecimiento de mayor alcance poblacional.

Dentro de estas nuevas herramientas estadísticas, se destacan los modelos longitudinales mixtos, utilizados en el estudio de González (2013) para la construcción de curvas de crecimiento craneofacial de niños Bogotanos (30). Estos modelos constituyen

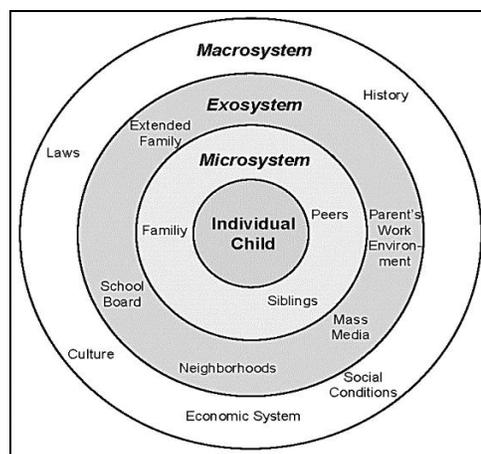
uno de los métodos estadísticos usados recientemente para describir el comportamiento del crecimiento craneofacial a temprana edad, reportan pendientes de crecimiento (0 a 6 meses) e identifican un DS notorio hasta los 3 años de edad con predominio de mayores dimensiones craneofaciales en los varones para la mayoría de mediciones antropométricas. Además, consideran la estructura de entrada y salida de individuos en cualquier momento del tiempo por medio de intercepto y pendientes aleatorias, y permiten la inclusión de covariables para optimizar la estimación de parámetros. No obstante, se ha sugerido la exploración de nuevos métodos de análisis para continuar estudiando el crecimiento craneofacial (30).

Hasta aquí se ha señalado la complejidad que tiene el crecimiento del CCF y la necesidad de realizar análisis interdisciplinarios que superen las exploraciones descriptivas en nuestro país. Además, desarrollarlo en un contexto multivariado, donde se tomen en cuenta determinados eventos que pueden influir en un proceso de crecimiento para conseguir una interpretación más completa e integral de dicho proceso.

## 1.5 Factores determinantes de crecimiento y desarrollo infantil

En las últimas décadas, se han empleado modelos sociales en salud para estudiar interacciones que afectan el desarrollo de poblaciones con relación a su entorno. Al respecto, existen teorías como la de Bronfenbrenner (1987) citado por Niederer et al (114), que evalúa el cambio de conducta y desarrollo de un individuo a través de hipótesis como la de *sistema-ambiente* ilustrado en la Figura 1-5. Este modelo representa un núcleo psicobiológico donde fuerzas genéticas, fisiológicas y socioculturales dan forma a la identidad de cada niño. El núcleo principal está rodeado por un microsistema, constituido por entornos inmediatos con los que un niño interactúa (padres, hermanos, profesores, compañeros, etc.); un exosistema que incluye ambientes con los que el niño no suele interactuar directamente, pero que todavía pueden afectarlo (consejos escolares, etc.); y el macrosistema que incluye los ajustes sociales generales (cultura, historia, normas sociales, sistema económico, etc.) (114).

**Figura 1-5.** Esquema de la influencia del medio ambiente sobre un niño. Modelo ecológico de Bronfenbrenner, 1987.

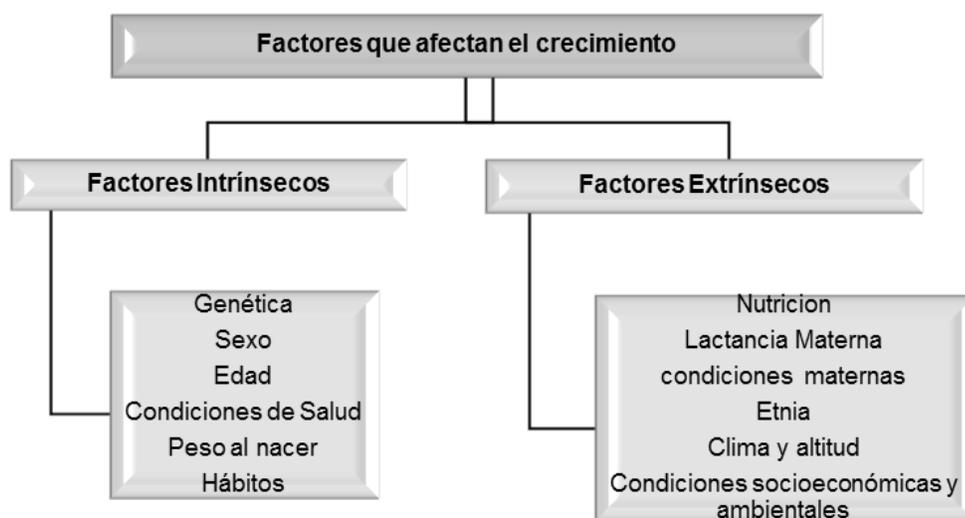


Tomado de Niederer et al, 2009 (114)

Así mismo, en el modelo de Dahlgren & Whitehead (1991) (115), se señala que las desigualdades sociales en torno a la salud son el resultado de las interacciones entre distintos niveles de condiciones causales, desde el individuo hasta las comunidades; este modelo es relevante, porque se refiere al desarrollo óptimo en un individuo. Estas y otras teorías propuestas por Tarlov (1996), Diderichsen & Hallqvist (1998), Diderichsen- Evans & Whitehead (2001), Graham & Kelly (2004) y el Modelo OMS, citadas por Buss y Pellegrini Filho (2007) (116), son estrategias para establecer los determinantes de salud necesarios en una población, donde el objetivo central es promover una mayor equidad en salud, justicia social, trabajo, estilo de vida y en general una suma de fuerzas socio-culturales que dan forma a la identidad propia de un sujeto, en este caso, individuos en edad infantil.

De esta manera, los factores relevantes sobre el crecimiento se pueden resumir en la Figura 1-6. No obstante, se deben tener en cuenta otros factores, como las condiciones familiares, condiciones sanitarias, estado de salud, edad y educación de los padres (114).

**Figura 1-6.** Factores que influyen el crecimiento humano.



Modificada de Cossio-Bolaños et al (2011) (80).

A continuación se observa una descripción breve de la influencia de dichos factores en el proceso del crecimiento: Factores intrínsecos como genética, condiciones de salud general y al momento del nacimiento; y posteriormente, factores extrínsecos como la nutrición, lactancia materna, condiciones medioambientales y socioeconómicas.

Uno de los principales factores determinantes del crecimiento es el **factor genético**; este se relaciona con la variabilidad en los procesos biológicos propios del individuo, hasta las características adquiridas por condiciones de heredabilidad. Strauss y Dietz (117) evaluaron el retraso del crecimiento intrauterino (RCIU) sobre el crecimiento y desarrollo en los primeros años de vida. Analizaron factores genéticos y ambientales sobre recién nacidos tanto en peso, talla y coeficiente intelectual, desde el nacimiento hasta los 7 años de edad, encontrando que las diferencias más significativas son disminución en las

dimensiones del perímetro cefálico y en el coeficiente intelectual en niños que presentaban RCIU.

En países desarrollados se evidencia un aumento en los promedios de estatura o tendencia secular, lo que refleja el máximo potencial de crecimiento en una población; por ende existen hijos que presentan mayor estatura que sus progenitores (92, 117). No obstante, Habitch et al (1974) citados por Amigo et al (118) han reportado que en países de menor nivel de desarrollo, gran parte de la población está expuesta a condiciones ambientales adversas, lo que dificulta el alcance del potencial máximo de crecimiento. Reportan que el efecto del grupo poblacional es menor en comparación con el que ejerce el medio ambiente y no encuentran un efecto directo del nivel socioeconómico sobre la estatura. Sin embargo, la talla aumenta significativamente en edades tempranas y es responsable del 60% de la variación del peso; y a nivel general reportan que a medida que mejora la situación socioeconómica, mejoran los promedios de talla tanto para padres como para hijos (118, 119).

Las **condiciones de salud** de padres e hijos hacen parte de los factores que influyen en el crecimiento. En Colombia, la mortalidad neonatal ha pasado del 15% en el 2000 a 12% en el 2005 y 11.4% en el 2012 (7). Esta reducción se relaciona con la asistencia al control prenatal, el mejor nivel educativo de las mujeres y un mayor acceso a los servicios de salud. Sin embargo, se conservan diferencias regionales marcadas y factores de riesgo asociados a la pobreza y a la inequidad (7), especialmente en poblaciones con menor tasa de alfabetismo y mayor población infantil de niños menores de 5 años.

Un estudio analítico realizado en poblaciones Arhuacas con 169 niños entre 0 y 5 años (120), encontró que aproximadamente el 91.1% se encuentran con retraso para la talla, 10% presentaron desnutrición aguda, 8.8% obesidad y 10% factores de riesgo para neurodesarrollo. Entre algunas de las características de la población infantil estaban: ausencia de escolaridad en las madres, vacunación incompleta y tiempo de lactancia materna menor a 12 meses. Así mismo, se ha relacionado una talla baja desde el nacimiento con mayor incidencia de factores de riesgo para condiciones crónicas (24). Por ejemplo, niñas con retardo en el crecimiento se convierten en mujeres de talla baja y pelvis estrecha con mayor probabilidad de tener hijos de talla baja, manteniendo así un ciclo intergeneracional.

El **peso al nacer** está determinado por la duración de la gestación y la tasa de crecimiento fetal, por lo que existe una correlación entre una adecuada nutrición fetal y un desarrollo óptimo. La velocidad del crecimiento físico en un lactante durante los 3 a 4 primeros meses de vida, es muy rápida comparada con la adolescencia, por lo cual, la valoración del estado nutricional antropométrico es la manera más común para poder evaluar salud y bienestar, tanto de grandes poblaciones como de individuos. Esto se traduce en la situación final de una historia nutricional adecuada o deficiente durante el embarazo (64).

La OMS, toma en cuenta **la nutrición** como un factor primordial al hablar de crecimiento y desarrollo infantil, y ha reportado información fundamentada en trabajos de investigación en niños bajo condiciones nutricionales óptimas, destacando a la **lactancia materna** como la mejor estrategia nutricional infantil, recomendándola mínimo de los 0 a los 6 primeros meses de vida (11). Particularmente la **lactancia materna** constituye un estándar normativo para la alimentación del bebe, ya que presenta unas ventajas notorias de tipo inmunológico, nutritivo, afectivo (OMS & UNICEF) y favorece el

desarrollo anatómico-funcional del recién nacido. No obstante, se estipula que es vital una adecuada alimentación complementaria no sólo para el crecimiento físico sino para el desarrollo motor funcional (11, 12, 121).

Algunos estudios mencionan la existencia de una correlación entre el **tiempo de lactancia materna** y el nivel educativo de la madre. Colodro-Conde et al (2011) (122) realizaron un estudio en el que se analizó la práctica de la lactancia materna en la segunda mitad del siglo XX. Señalaron que la duración de la lactancia materna hasta los seis meses de edad, era de un 61,3% a principios de los 60's, entre un 14,4% y un 19,2% entre los 70's y 80's respectivamente, y a finales de los 90's de 29,3%. Indicaron que la disminución en la práctica de lactancia por mujeres con un nivel de estudios medio-superior, puede estar asociada con la incorporación de la mujer al ambiente laboral y el aumento en su nivel educativo.

En Colombia el ámbito nutricional es evaluado gracias a análisis poblacionales de cobertura nacional urbana y rural como en el caso de la Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN 2010). El objetivo de esta encuesta fue estimar la prevalencia de los principales problemas nutricionales que afectan a la población Colombiana y sus determinantes; esto a través de la valoración del estado nutricional por indicadores antropométricos, indicadores bioquímicos, la evaluación de la seguridad alimentaria, conductas y prácticas en salud, entre otros aspectos. En el reporte para niños y niñas menores de 5 años, se encontró que para el año 2010 se redujo en un 17% el porcentaje de desnutrición crónica en el país, y que el porcentaje de retraso en el crecimiento se redujo a un 13.2% comparados con los patrones de referencia del NCHS en 1977 y OMS en 2006. Sin embargo, las poblaciones con mayor retraso en el crecimiento son los niveles 1 y 2 del Sisben e hijos de madres con menor grado de educación y residentes de áreas rurales (123).

Así mismo, si no existe una condición óptima de **seguridad alimentaria** (123) se evidencian retardos en el crecimiento general, disminución de las dimensiones del CCF, trastornos en la erupción dental decidua y definitiva, anomalías posicionales y de tamaño de arcos maxilares, déficit en la formación del esmalte dental, mayor incidencia de caries dental, retardos en el desarrollo motor, trastornos de lectura e incluso de aprendizaje (124, 125).

Con respecto a las **condiciones socioeconómicas**, Christiansen et al (1975) (126) realizaron un estudio en familias Bogotanas en condición de pobreza. Ellos encontraron por medio de modelos de regresión que el crecimiento en peso y altura de los niños se asocia directamente con la edad de la madre, condiciones sanitarias y tamaño de la familia independientemente de la situación socioeconómica. Además, que variables como el gasto en los alimentos, condiciones sanitarias del hogar, hacinamiento y la cultura de lectura en los padres pueden reflejar la influencia del nivel socioeconómico sobre el crecimiento. Posteriormente, Koopman et al (1981) (127) realizaron un estudio bajo análisis de covarianzas en una muestra aleatoria de niños en edades tempranas de la ciudad de Cali, encontrando que los factores socioeconómicos del barrio donde vivían tenían una fuerte relación con la disminución en talla y peso.

En su estudio Castro et al (2004) (128) también exploraron factores asociados con el retraso en el crecimiento de menores de 11 años de 9 regiones del departamento de Antioquia. Ellos encontraron que 18,6% de los niños presentaban retraso del crecimiento, asociando estos índices con el hecho de que el 53,3% de los hogares presentó

insuficiencias energéticas y el 80% presentó inseguridad alimentaria. Los hogares cuyos padres tenían menos de 30 años de edad presentaron mayor probabilidad de tener hijos con retraso en el crecimiento, al igual que hogares con más de dos niños menores de 7 años de edad. La exploración del modelo de ecuaciones generalizadas sugirió que las variables que mejor explican el retraso en el crecimiento son: sub-región demográfica, sexo, edad, escolaridad del jefe del hogar menor a 6 años, número de personas en el hogar, número de niños menores de 7 años de edad en el hogar, nivel de pobreza y disponibilidad de alimentación en el hogar (128).

Gracia et al (24) exploraron la identificación de factores de riesgo en una población escolarizada de Cali, por edad, género y estrato socioeconómico en 14 instituciones educativas con un total de 2880 individuos. Los investigadores reportaron que la talla y el peso por edad son inferiores a los de la referencia poblacional pero mayor a los encontrados en estudios previos, lo que parece ratificar la tendencia de crecimiento secular en escolares. El Z score de peso para la talla para ambos sexos y para los diferentes niveles de ingreso se ubicó en el promedio de la referencia poblacional. Además el estudio sugirió mantener una vigilancia del desarrollo especialmente en niños que no se encuentren en guarderías o escuelas (24).

La extensa gama de factores influyentes en el crecimiento también incluyen la **actividad física, enfermedades y condiciones medioambientales de media y elevada altitud**; por ello, se considera que la mezcla de distintos grupos a partir de condiciones sociales similares étnicas, alimenticias y bajo **condiciones climáticas diversas**, modifica las características físicas para obtener un perfil poblacional que difiere de otros grupos humanos (80).

Particularmente la variabilidad del CCF aún estando determinada por la influencia de factores genéticos (44, 45), es vulnerable a este tipo de modificaciones ocasionadas por factores externos debido a la alta complejidad en el proceso del crecimiento (26, 66). Sparks & Jantz (105) cuestionaron los trabajos publicados por Boas (1912) quien afirmó que la plasticidad corporal y craneal es dependiente del medio ambiente. Ellos tomaron medidas antropométricas craneales en más de 8.000 individuos de diversos grupos étnicos Europeos y a través del método de máxima verosimilitud, pruebas t y análisis de regresión, determinaron diferencias entre niños Estadounidenses y Europeos en cuanto al efecto prolongado del medio ambiente en la forma craneal, encontrando que existen diferencias mínimas entre las muestras; como también que la noción de plasticidad craneal modificada por el medio ambiente no fue muy relevante.

Por el contrario, la mayoría de estudios indican una fuerte relación entre los factores externos y el comportamiento del crecimiento en el CCF (11, 24, 66, 84, 112, 113). Particularmente el estudio realizado por González (2013)(30), usando modelos de árboles de regresión útiles para modelar la relación entre variables explicadas y explicativas, encontró una fuerte relación entre el crecimiento craneofacial y variables como: lugar de nacimiento, escolaridad de los padres, tipo de alimentación, estrato socioeconómico, nivel de ingresos, entre otras que se pueden resumir en la Tabla 1-2.

**Tabla 1-2.** Variables explicativas más influyentes en crecimiento craneofacial (30).

Variables Socioeconómicas	Variables Ecogeográficas	Bienestar	Funcionales
Estrato socioeconómico	Lugar de Nacimiento	Salud general	Lactancia materna
Ingresos Mensuales promedio	Lugar de Procedencia del niño	Talla y peso al nacer	Tipo de alimentación
Escolaridad	Lugar de procedencia de abuelos y padres	Salud oral	Hábitos
Ocupación			

Las **funciones motoras** también reflejan influencias en el crecimiento, al revelar la interdependencia entre estructura y función, y demostrar que la biomecánica del desarrollo del sistema musculoesquelético es un ente predictor en la morfología de estructuras funcionales (86). Es así como funciones de succión, deglución, masticación, respiración y fonación son estímulos que inducen no sólo a un cambio en la morfología facial postnatal sino a la caracterización del desarrollo de un niño (89, 122). Por estas razones es importante considerar el tamaño, textura y características del *tipo de dieta* (sólida o blanda), para estimular en las estructuras funcionales una respuesta de crecimiento. Además, la coordinación en movimientos orales se relaciona con la adquisición de patrones de motricidad corporal.

También, se afirma que uno de los factores que contribuyen a la maloclusión dental y en la morfología definitiva de los maxilares son los **hábitos orales disfuncionales** como: succión no nutritiva, empleo de chupetes o lactancia con biberón. Este tipo de hábitos son comunes e inician durante el primer año de vida, generando en el periodo postnatal cambios morfológicos como avances maxilares, posición retrógnata mandibular y en la oclusión cambios posicionales dependientes de la frecuencia, duración, e intensidad del hábito (89, 129).

Ésta y demás asociaciones no solo medioambientales sino genéticas, funcionales, sociales, entre otras, hacen del CCF una red de múltiples eventos reguladores simultáneos o en otras palabras parámetros con información a priori que deben considerarse imprescindibles para explicar el proceso de crecimiento. Debe entenderse como un proceso en el cual se requiere de aproximaciones sólidas bajo premisas de probabilidad, vistas desde una perspectiva estadística en hipótesis, que logren proporcionar una visión integral sobre el crecimiento y generen un análisis relevante de dicho evento.

## 1.6 Argumento Estadístico.

La disciplina estadística inferencial cumple un papel fundamental en el desarrollo actual del conocimiento científico (130).

Antiguos trabajos desarrollados por Pearson, Neyman y Fischer citados por Leenen (131), dieron lugar a conceptos básicos que determinaron un auge estadístico frecuentista, al impulsar la validez de la metodología y la interpretación de la evidencia a través del hoy conocido valor “p” y de las pruebas de hipótesis. Así, el creciente y

continuo desarrollo del campo frecuentista generó un avance incesante dentro del contexto de análisis y evaluación de cualquier tipo de observación. Con el paso del tiempo fue posible la obtención de evidencia suficiente para defender este campo, razón por la cual científicos desde el siglo XVIII han impulsado la importancia de describir el comportamiento del crecimiento de un individuo a través de curvas bajo aproximaciones longitudinales, transversales bajo el enfoque frecuentista (1, 130, 131).

Actualmente, la OMS reitera el concepto de aplicabilidad de métodos estadísticos clásicos para la construcción de estándares internacionales de crecimiento general en menores de 5 años (5, 14), así como la elaboración de estudios donde el factor común del diseño metodológico consiste en la búsqueda de técnicas de suavizamiento de datos y selección de programas informáticos flexibles. Todo esto con el fin de lograr una aplicación sistemática de dichos métodos estadísticos y diseños metodológicos, para así explorar modelos que se ajusten mejor a los datos (2, 5). El método LMS, con frecuencia usado en estudios de crecimiento, describe una variable  $y$  como una función de regresión semi-paramétrica de una variable dependiente del tiempo ( $t$ ), de modo que la distribución de  $y$  cambia gradualmente cuando se cruza contra  $t$ . Esto se resume en tres curvas: la potencia box-cox, o método BCPE (Box-cox power exponential) que emplea suavizamiento de curvas mediante splines cúbicos ( $L$ ), la mediana ( $M$ ) y el coeficiente de variación y asimetría ( $S$ ). Este método fue seleccionado para elaborar las curvas de crecimiento Infantil de la OMS y es un método que se adapta a diversos tipos de distribuciones, ya sean normales, asimétricas o con curtosis (2, 38).

Así mismo, el “International Committee of Medical Journal Editors” exalta en su apartado de requisitos estadísticos, que es conveniente evitar el uso exclusivo de pruebas de verificación de hipótesis, puesto que en algunos casos se omiten datos importantes o no se da información sobre la magnitud del efecto y por ende, es posible acompañar o sustituir el valor  $p$ , por intervalos de confianza los cuales representan valores plausibles para el parámetro (132). Además, señala que es primordial continuar con la exploración de algunas otras maneras de inferir.

Uno de los enfoques que es característico para realizar inferencia, es el **enfoque bayesiano**. Éste, plantea un concepto de probabilidad que se fundamenta en un marco conceptual y filosófico distinto; se identifica por atribuir a los parámetros una distribución de probabilidad a priori, así como obtener como resultado una distribución posterior, la cual describe la incertidumbre que se tiene sobre el parámetro después de haber tomado en cuenta la evidencia, incluso de tipo subjetivo. En este enfoque, las observaciones se emplean para actualizar o inferir la probabilidad de que una hipótesis pueda ser cierta, y a medida que se obtiene evidencia, el grado de creencia de la hipótesis se modifica para ser aceptada como verdadera o falsa (35-38, 131).

A pesar de que el enfoque clásico realiza aportes muy valiosos con respecto a la obtención de referentes de crecimiento general y craneofacial, con el tiempo reevalúa algunos de sus elementos, supuestos, e incluso el planteamiento de los modelos que pueden explicar este proceso del crecimiento. Por lo tanto, un enfoque distinto al clásico que toma importancia y se consolida como una estrategia viable, para estimar y plantear modelos bajo una premisa de credibilidad, es estrategia propia de un *análisis bayesiano*.

### 1.6.1 Diseños y modelos en estudios de crecimiento somático.

La elección de métodos para el análisis de crecimiento somático ha estado centrada en modelos univariados y multivariados bajo el enfoque frecuentista. Teniendo en cuenta los argumentos teóricos de este enfoque, se ha sugerido el uso de distintos diseños para estimar resultados plausibles en el análisis del crecimiento.

Los diseños longitudinales son los más comunes en el campo diagnóstico. Se caracterizan por tener una metodología dependiente de diferentes momentos en el tiempo, lo que ha permitido establecer modelos y curvas de crecimiento somático. Estos diseños registran una serie de medidas en intervalos temporales de amplitud constante, que permiten seguir el proceso de desarrollo de un individuo (133). Sin embargo, muchas veces no es posible garantizar la continuidad de estudios bajo este diseño, debido a razones como la dependencia de las observaciones en el tiempo, al igual que sus costos, lo que constituye una desventaja (130).

En contraste, la obtención de datos bajo diseños transversales es tomada en un momento determinado en el tiempo, de manera que se estima la magnitud y distribución de los datos de una variable en un momento específico. Sus principales ventajas radican en el buen control de la muestra, poco tiempo de ejecución del estudio y bajo costo. Sin embargo, presentan algunos inconvenientes como imposibilidad de identificar relaciones causales o establecer direccionalidad de asociaciones (130). Este diseño también ha contribuido significativamente en estudios de crecimiento en antropometría y maduración general y craneofacial (8, 11, 16, 23, 134).

Con respecto a los modelos usados en estudios de crecimiento, se destacan diferentes tipos de análisis como el análisis de varianza (ANOVA) y el análisis de varianza multivariado (MANOVA). Aplicados frecuentemente a datos longitudinales, estos análisis justifican su utilidad debido a que el principal interés de la perspectiva longitudinal radica en modelar los perfiles de respuestas medias, obteniendo información sobre el efecto del tiempo. Son importantes dado que intentan explicar la variación intraindividual en función del desarrollo natural o proceso de maduración (133).

Otro método usado para el análisis de crecimiento y utilizado por la OMS, es el mencionado anteriormente *LMS*. Este método provee herramientas para la obtención de estándares de crecimiento en percentiles. En general supone normalidad en los datos gracias al uso de una transformación, donde la potencia óptima para obtener dicha normalidad se calcula para cada grupo o serie de edad obteniendo una curva. La distribución se resume en tres intervalos de tiempo distintos donde  $Z$  corresponde a la puntuación (z-score) de la desviación estándar de una medición particular  $y$ , y la edad  $t$  puede ser calculada como: (ver ecuación (1.1))

$$\begin{aligned} Z &= ((y/M(t))^{L(t)} - 1) / L(t)S(t), & \text{si } L(t) \neq 0 \\ Z &= \log(y/M(t)) / S(t), & \text{si } L(t) = 0 \end{aligned} \quad (1.1),$$

donde  $L(t)$ ,  $M(t)$  y  $S(t)$ , representan el valor de:  $L$  (transformación box-cox),  $M$  (mediana) y  $S$  (coeficiente de variación); así, se describe una variable  $y$  como una función de regresión semi-paramétrica de una variable dependiente del tiempo  $t$  (135, 136)

Para el caso del MGRS (6), cuando los datos tenían una distribución no normal, se añadieron grados de libertad para los parámetros destinados a modelar simetría y curtosis al modelo inicial, evaluando así la precisión del ajuste. Así mismo, herramientas de diagnóstico como los *ensayos de bondad del ajuste local y global*, *wormplots* (135) y *gráficos de residuales*, fueron utilizadas para detectar posibles inadaptaciones de los modelos y sesgos en las curvas ajustadas para niños y niñas entre 0 a 60 meses de edad, para indicadores como longitud/estatura para la edad, el peso para la longitud, peso para la estatura y el índice de masa corporal para la edad (136).

Por otra parte, aproximaciones como las *curvas de Gompertz* (137), corresponden a un modelo de regresión no lineal que ha estudiado datos longitudinales de naturaleza continua y ha sido utilizado en datos del área de la salud; Souza et al en 2010 (137), reportaron la aplicabilidad de este modelo para expresar curvas de crecimiento de control de peso en niños con respecto a la edad, a través del siguiente modelo para curvas individuales (ver ecuación (1.2)):

$$y_i = f(t, \theta) + \varepsilon_j = \alpha \exp \left[ \frac{e^{\beta_0} (e^{t_j \beta_1} - 1)}{\beta_1} \right] + \varepsilon_j \quad (1.2),$$

“donde  $t$  es  $\geq 0$  y describe el tiempo de observación,  $\beta_0$  y  $\beta_1$  son parámetros desconocidos y  $\varepsilon_j$ , es el error y se supone independiente, siguiendo una distribución normal de media 0 y varianza constante” (137); también describieron un modelo de regresión con efectos aleatorios, que básicamente incluye dichos efectos con distribución normal, pero  $\beta_1$  tiende a ser un efecto fijo (137). La incorporación de efectos aleatorios, tenía el propósito de capturar una variabilidad adicional de los datos respecto al tiempo, es decir, tener en cuenta la estructura de entrada y salida de individuos en cualquiera de los tiempos por medio de intercepto y pendientes aleatorias.

Otros modelos utilizados como una propuesta de análisis al proceso del crecimiento, son los *modelos generales lineales mixtos* descritos por Harville (1977) (138). Estos modelos superan en múltiples aspectos a los modelos clásicos adquiriendo gran relevancia en investigación. En ellos, se distinguen dos partes esenciales: una fija y una aleatoria. La primera formada por coeficientes de regresión y por variables asociadas y la segunda parte compuesta por términos de error del nivel 1 y nivel 2. Los modelos pueden además ser descritos en notación matricial, tanto para el primer como segundo nivel o estadio y adquieren mayor sentido cuando se integran en un solo modelo conocido como modelo general lineal mixto (133).

Así mismo, otros métodos para el análisis de datos son los *modelos multinivel* descritos por Goldstein (1995), Hox (1996,2002), Lewis & Hurry (1998), también *llamados modelos lineales jerárquicos* por Bryk & Raudenbush (1992, 2002) y *modelos de efectos o coeficientes aleatorios* por Leeuw & Kreft (1986) y Longford (1993), citados por Arnau & Balluerka en 2004 (133). Estos modelos constituyen una extensión de los modelos de efectos mixtos descritos por Laird & Ware en 1982 (139) y Reinsel en 1984 (140) para curvas de crecimiento y datos longitudinales, los cuales tienen la capacidad de analizar una gran variedad de datos de manera unificada. El modelo propuesto por Potthoff & Roy (1964) fue el punto de partida en el estudio de curvas de crecimiento (141).

Dado que las curvas de crecimiento representan un proceso de desarrollo que se produce en función del tiempo, es correcto modelarlas describiendo los valores

esperados de las observaciones como funciones polinómicas del tiempo a través de estos modelos (*general lineal mixto y el modelo jerárquico (multinivel)*) (133).

Por ende, dos de las ventajas que tienen estos modelos es que, en primer lugar, consideran que las respuestas de un mismo individuo en diferentes ocasiones están correlacionadas entre sí; y en segundo lugar, que las covarianzas entre las observaciones entendidas como la variabilidad inter-individual, son función de la edad o tiempo, y de esta manera permite especificar estructuras de covarianza para modelar el error. Una desventaja surge cuando se dispone de muestras pequeñas, lo que proporciona estimaciones sesgadas a los componentes de la varianza y los errores estimados pueden ser distintos a los reales; además, se debe tener cuidado al plantear modelos multinivel multivariados, pues su formulación es un poco más compleja.

En síntesis, para estudios de crecimiento general y craneofacial se han propuesto modelos lineales clásicos. No obstante, se considera que los *modelos lineales mixtos* han ofrecido a través del tiempo, una mayor flexibilidad para el análisis de estos datos.

### **1.6.2 Fundamentos y aplicaciones del enfoque bayesiano como modelo de análisis.**

La estadística bayesiana se basa en una premisa esencial, la cual se fundamenta en que los parámetros son variables aleatorias a quienes se les atribuye una distribución a priori; esta distribución debe contener información inicial acerca del parámetro para ser reconocida en el proceso de inferencia y debe suministrar información acerca del intervalo en el cual se expresó dicho parámetro inicialmente (142). Además, refleja una noción de probabilidad caracterizada por el uso de información subjetiva, hecho que es cuestionado en esta corriente. Esto debido a que toma decisiones basadas en resultados muestrales previos combinados con información relevante pero difícilmente reconocible en términos de simetría o frecuencia relativa, contrario a como ocurre en una noción clásica. Emplea así, una interpretación distinta en términos de probabilidad, que se traduce como la alternativa principal de contraste a la estadística frecuentista, ya que incorpora particularmente datos innovadores con el fin de hacer estimaciones más precisas de un evento y es especialmente usada en salud hacia un enfoque diagnóstico (32, 33, 35).

En primer lugar, la inferencia bayesiana no hace referencia a las repeticiones hipotéticas de un experimento para definir el concepto de probabilidad, sino que lo valora en términos de incertidumbre o el “grado de creencia” acerca del evento. Cabe mencionar que además de esta visión subjetivista, se ha propuesto otra definición de probabilidad bayesiana, basada en el teorema de Cox, que se conoce como la visión objetivista (35, 37). En segundo lugar, la inferencia bayesiana maneja una distribución a posteriori  $P(\theta|X)$ , que describe la incertidumbre respecto de los valores de un parámetro  $\theta$  después de haber tomado en cuenta los  $X$  datos observados.

La interpretación de esa distribución a posteriori, permite derivar conclusiones válidas, es sencilla y corresponde directamente con el interés del investigador; además de esta distribución a posteriori, el enfoque incluye la distribución a priori  $P(\theta)$  y la incertidumbre sobre el parámetro  $\theta$  que el investigador tiene antes de haber considerado los datos. El teorema de Bayes relaciona esta distribución a posteriori con la distribución previa y expresa la probabilidad condicional de un evento aleatorio  $\theta$ , en términos de la

distribución de probabilidad condicional de  $X$  dado  $\theta$  y la distribución de probabilidad marginal de solo  $\theta$  (131) (ver ecuación(1.3)):

$$P(\theta|X) = \frac{P(X|\theta)P(\theta)}{P(X)} \quad (1.3),$$

donde,  $P(\theta)$  es la probabilidad a priori,  $P(X|\theta)$  corresponde a la probabilidad de  $X$  en la hipótesis  $\theta$ , es decir, es la función de verosimilitud (que da la probabilidad de los datos condicional al valor del parámetro), la notación  $P(\theta|X)$  es la probabilidad a posteriori y el término en el denominador  $P(X)$  representa la probabilidad incondicional de los datos (131).

Para las aplicaciones Bayesianas es conveniente reconocer que  $P(X)$  es una constante, es decir, que no depende de  $\theta$  (131, 143, 144). La función de verosimilitud constituye la piedra angular en la concepción bayesiana, pues mientras en el pensamiento clásico sirve como medio para definir métodos de estimación (contraste de hipótesis), en la concepción bayesiana cumple la función de ser la única expresión que contiene la información de los datos muestrales (33, 35).

Por otra parte, opositores del enfoque bayesiano rechazan las conclusiones que se toman a partir de esta distribución a posteriori, ya que se consideran subjetivas por razones de dependencia de una distribución a priori. Además consideran que diferentes investigadores pueden tener distintas creencias y por tanto se podrían obtener conclusiones disímiles acerca de un parámetro. Sin embargo, los defensores de la teoría bayesiana establecen algunas razones para la defensa de este enfoque (131):

- a. En la investigación científica en general y particularmente en la inferencia clásica, los conocimientos a priori son utilizados implícitamente, por ejemplo, al formular modelos de verosimilitud y en pruebas de hipótesis donde las creencias a priori son comúnmente utilizadas para ajustar el nivel de significancia de las pruebas. En ese sentido, la inferencia bayesiana formaliza la incorporación de esa información apriori que es incorporada tácitamente en un enfoque clásico.
- b. Para realizar un análisis estadístico es vital indagar cómo las conclusiones varían en función de los supuestos del modelo utilizado; en el enfoque Bayesiano se examina qué tan sensibles son los resultados a la distribución previa (entre otros aspectos del modelo), lo cual implica reajustar el modelo estableciendo diferentes distribuciones previas para evaluar la robustez de las conclusiones.
- c. Se han propuesto distribuciones previas que afectan en menor proporción a la distribución posterior, denominadas *distribuciones previas no informativas*, para muchos tipos de parámetros. En ocasiones se utilizan distribuciones previas jerárquicas, lo cual implica que se especifica una familia de distribuciones (en vez de una distribución a priori particular), cuyos parámetros se estiman a partir de los datos recopilados.
- d. En general, la sensibilidad de los resultados a la distribución a priori disminuye conforme las muestras son de mayor tamaño.
- e. Se defiende la necesidad de considerar información a priori al evaluar la evidencia proporcionada por estudios previos, resaltando la importancia del contexto en el

cual se realiza la investigación y reconociendo el carácter acumulativo de la ciencia, por lo que la distribución a priori se convierte en una ventaja del enfoque Bayesiano.

- f. Dentro del enfoque, se han desarrollado índices que no dependen de la distribución previa, como es el caso del factor de Bayes, que se define en el contexto de contrastar dos modelos (por ejemplo, una “hipótesis nula” y una “hipótesis alternativa”) e indica, cuánto apoyo brindan los datos a un modelo en comparación con el otro (33, 36, 38, 131).

Con argumentos como estos, el enfoque bayesiano, demuestra eficiencia en la estimación de valores verdaderos y probabilidades máximas, lo que proporciona una formulación metodológica que se puede aplicar en diversos estudios (145) y se expone como una alternativa promisoría, al brindar resultados de mayor utilidad que los métodos convencionales (33, 38).

Sin embargo, su uso e incorporación como metodología de análisis tiende a ser escaso debido a razones como la presencia de un sesgo frecuentista dentro del contexto académico, además de la poca familiaridad de conceptos bayesianos para los investigadores, especialmente en el campo de la salud. No obstante, paquetes como SAS, SPSS, Stata y WinBUGS / OpenBUGS incluyen módulos que requieren de la presencia directa de un usuario, lo que caracteriza a un diseño bayesiano en contraste con uno clásico, pero permiten realizar este tipo de análisis ofreciendo la gran ventaja del enfoque: *la interpretación* (35, 37, 143, 145-147).

- **Aplicaciones del enfoque Bayesiano**

Grupos de estadísticos que redescubrieron los Métodos de Cadena de Markov Montecarlo (MCMC), con los cuales los físicos estaban familiarizados desde los 50's, evidenciaron que estos métodos brindaban la posibilidad de configurar y estimar modelos complicados que no podían ser resueltos con los métodos tradicionales, promoviendo la aplicación de efectos aleatorios y de modelos jerárquicos.

A finales de los 80's aparecieron las primeras versiones del software BUGS; las versiones más populares estaban disponibles a través de Internet desde 1996. Posteriormente el desarrollo de WinBUGS demostró ser valioso para la implementación de modelos bayesianos en una amplia variedad de disciplinas científicas; por lo cual WinBUGS fue un factor clave en la creciente popularidad de los métodos bayesianos en la ciencia (147).

Gracias a estas innovaciones, una amplia variedad de disciplinas emplearon modelos bayesianos como se denota a continuación:

- Los avances más recientes en genética dan un nuevo impulso a la teoría bayesiana ya que con la metodología de ayuda MCMC, es factible realizar la exploración de nuevos modelos, parámetros de espacios y rastreo de asociaciones genéticas importantes (148).

- Las aplicaciones desde la psicología se describen como usos potenciales del enfoque bayesiano, al estudiar mecanismos para evaluar, decidir y realizar inferencia, ya que sirven de referencia analítica y teórica en el desarrollo de modelos de razonamiento, aprendizaje y percepción de la incertidumbre (149).
- En el campo educativo se reportan usos en programas formativos orientados al aprendizaje de conceptos científicos; así mismo en Sistemas Tutores Inteligentes caracterizados por la realización de acciones autónomas, de manera que se evalúa el aprendizaje, se estima y se reporta la información a ese nivel y posteriormente, se evalúa si se ha asimilado un nuevo conocimiento (149).
- Las primeras aplicaciones clínicas se han desarrollado con el objetivo de diagnosticar enfermedades musculares y monitorear la insulina en pacientes diabéticos. Es entonces como se define el proceso diagnóstico como el campo en ciencias médicas con más relevancia en el uso de métodos bayesianos, ya que permite conocer la prevalencia de una enfermedad en un individuo, población, valores de sensibilidad y especificidad de las pruebas y calcular la probabilidad de que sujetos con resultados positivos, verdaderamente contengan la enfermedad. El diagnóstico es así, un proceso de toma de decisiones donde el profesional busca evidencia y actúa acorde a ella, por lo cual se usa esta herramienta estadística para minimizar posibles errores en el diagnóstico (150, 151).
- Un uso similar hace referencia a aspectos en epidemiología clínica y en evaluación de tecnologías en salud, al realizarse estudios costo-efectividad, aproximaciones al análisis de múltiples enfermedades mediante modelos multinivel bayesianos, y estudios de equivalencia donde lo que se espera es verificar hipótesis de la eficacia de tratamientos y que sus respuestas no sean solo de tipo dicotómico. Igualmente en monitoreo de ensayos clínicos que impliquen observaciones, a medida que éste transcurre se va disponiendo de más información por lo que la evidencia de los datos puede indicar la superioridad de un tratamiento vs. otro con mayor claridad. El diseño, seguimiento, análisis y notificación de una determinada tecnología sanitaria también expone el uso de modelos bayesianos (150, 152).
- Así mismo, el enfoque es utilizado en estudios de predicción para enfermedades crónicas (cáncer, hipertensión arterial, etc.) bajo un modelado específico principalmente teniendo en cuenta parámetros de regresión, ya que el método bayesiano es predictivo y reconoce que el riesgo no puede ser descrito y evaluado simplemente por referencia a algunas probabilidades, sino que se define por la combinación de posibles causas o consecuencias (33).
- En el contexto craneofacial, se reportan investigaciones referidas a medidas o puntos de referencia de contornos faciales a través de fotografías o imágenes clínicas tomadas de bases de datos previas, proponiendo el uso del enfoque bayesiano y de un nuevo algoritmo para reconocimiento facial (153). También se ha reportado el uso de modelos para la estimación de la identidad de un individuo a partir de reconstrucciones craneofaciales forenses, de manera que se recrea la morfología facial de un sujeto (probabilidad a posteriori), a través de la digitalización de imágenes de cráneos reales y la aplicación de modelos bajo estimación bayesiana, teniendo en cuenta la forma, posición anatómica, tejidos

asociados, edad y género (154). Con ello se encuentra una mejoría en el rendimiento de las reconstrucciones faciales cuando las simulaciones se realizan bajo este tipo de modelos, ya que incluyen información a priori que enriquece la obtención de resultados.

Así mismo, dentro del contexto craneofacial forense es particularmente común la estimación de la edad adulta por medio de la caracterización de estructuras dentales, a través de análisis de regresión; y se reporta una notable mejoría en dicha estimación, después del uso de modelos bayesianos para este tipo de datos (155).

También se han reportado estudios para demostrar el potencial del análisis bayesiano en el modelado de datos de caries dental, al diseñar algoritmos para la estimación de parámetros utilizando distribuciones previas no informativas y demostrando no sólo algunas ventajas computacionales sino la posibilidad de expresar los resultados epidemiológicos en términos de probabilidad (156).

Sin embargo, no se reporta el uso de análisis bayesianos en estudios antropométricos de crecimiento craneofacial.

## 2 . Capítulo 2. Diseño Metodológico

### 2.1 Antecedentes

En el año 2013, la línea de investigación en *biometría craneofacial* de la Universidad Nacional de Colombia, realizó un estudio longitudinal en una muestra de 265 niños colombianos de 0 a 3 años de edad residentes en la ciudad de Bogotá. El estudio tuvo como objetivo analizar variables antropométricas generales y craneofaciales, y variables explicativas (socioeconómicas, ecogeográficas, entre otras), usando modelos longitudinales mixtos y árboles de regresión para explicar el proceso de crecimiento craneofacial en individuos en etapa de la primera infancia (30).

Dentro de las características principales de este estudio resaltan:

**a.** Tener una población de estudio conformada por aproximadamente 500 niñas y niños de 0 a 3 años de edad vinculados a los jardines infantiles de la Secretaría de Integración social de la ciudad de Bogotá, al jardín infantil de la Universidad Nacional de Colombia, a la Clínica del bebé del Hospital de la Misericordia-HOMI y a Unisalud EPS. Dichos lugares cuentan con programas de bienestar al menor, programas de seguridad alimentaria, programas de puericultura en salud oral, apoyo a la lactancia materna, entre otros.

**b.** Los datos fueron obtenidos entre el periodo de marzo del 2011 a junio del 2012, y los criterios de elegibilidad obedecieron a factores de inclusión y exclusión, cumpliendo las recomendaciones de la OMS para conformar una muestra prescriptiva, que garantizara condiciones adecuadas de cuidado, protección, salud y bienestar para los niños (30).

**c.** Obtención de un total de 265 niños y niñas, escogidos por muestreo por conveniencia y por cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión, en quienes se tomaron medidas antropométricas generales y craneofaciales cada 3 meses, para un total de 4 mediciones al año para cada uno de los niños participantes (**Mediciones A, B, C y D**). Los datos de dichas mediciones fueron agrupados en tres categorías de edad: de 0 a 12 meses, de 12 a 24 meses y de 24 a 36 meses.

**d.** Clasificación de variables independientes: ecogeográficas, socioeconómicas, de bienestar y funcionales que estuvieron relacionadas con el crecimiento general y craneofacial de niños de 0 a 3 años.

Este estudio, se tomó como base para la realización de la presente investigación, y se distingue en este apartado del diseño metodológico como “**estudio previo**”. Sus condiciones y criterios de elegibilidad tanto de participantes como de instituciones se tomaron como ejemplo y fundamento para diseñar el “presente estudio”.

## 2.2 Tipo de Investigación y de estudio

Tipo de investigación: Aplicada. Tipo de estudio: Transversal

## 2.3 Universo o Población

La población del “presente estudio” está conformada por aproximadamente 400 niños y niñas de nacionalidad Colombiana de 0 a 4 años de edad atendidos en la Clínica del bebe fundación HOMI- Hospital de la Misericordia, niños vinculados a la red de jardines infantiles de la Secretaría de Integración Social de Bogotá y al Jardín Infantil de la Universidad Nacional de Colombia, niños atendidos en el servicio de salud Unisalud y niños nacidos en el Hospital de Engativá, durante el periodo comprendido entre abril del 2013 hasta abril del 2014.

La elección de la población objetivo de la presente investigación, obedeció a criterios de elegibilidad acordes con protocolos de salud, bienestar y protección infantil, cumpliendo las recomendaciones de la OMS para la conformación de una muestra prescriptiva, basados en la ausencia de limitaciones sanitarias, ambientales o económicas para el crecimiento infantil, disposición de la madre para cumplir las recomendaciones de alimentación, nacimiento a término  $\geq 37$  semanas y  $<$  de 42 semanas completas, lactancia materna exclusiva, introducción de alimentos complementarios a los 6 meses de edad, seguridad alimentaria, entre otras (2).

### 2.3.1 Unidades de recolección de muestra y su codificación.

Las unidades de recolección de la muestra fueron seleccionadas en primer lugar, debido a que son instituciones afines con los lugares elegidos en el “estudio previo” (30), el cual fue tomado como base para realizar la presente investigación.

En segunda instancia, porque son lugares que han adoptado y continuado con protocolos de seguridad alimentaria, controlados por la Secretaria de Integración social de Bogotá en el caso de los jardines infantiles. Para el caso de los hospitales, son lugares de práctica abiertos para estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia, con la particularidad de contar con unidades de atención pediátrica y manejar programas de bienestar al menor, puericultura en salud oral, apoyo a la lactancia materna, entre otros.

- **Hospital de la Misericordia –Clínica del bebe fundación HOMI**

Unidad a la que asisten padres-madres por consulta particular con niños desde el momento del nacimiento hasta los 2 años de edad, provenientes de estratos socioeconómicos 2, 3, 4 y 5. Cuenta con el apoyo de especialistas en diagnóstico temprano de alteraciones craneofaciales, atención preventiva en salud oral, evaluación de crecimiento y desarrollo del niño y apoyo a la lactancia materna, y es la unidad de estudio con el código 01.

- **Jardines Infantiles de la secretaria de integración social**

Red de jardines infantiles bajo la supervisión de la Secretaría de Integración social de Bogotá, que reciben apoyo del Distrito y de fundaciones asociadas, con el objetivo de

liderar el diseño, implementación, seguimiento y evaluación de políticas públicas dirigidas a mejorar las condiciones de atención integral en la primera infancia a través de la Gestión Social Integral. La atención a la primera infancia se brinda desde los 3 meses hasta los 5 años de edad, bajo condiciones de atención favorable, protección integral y seguridad alimentaria.

Los niños que asisten a estos jardines, pertenecen a estratos socioeconómicos 1, 2 y 3 y son provenientes de distintas regiones del país. El horario de estancia en el jardín es aproximadamente entre 8 a 10 horas diarias, durante 5 días a la semana, tiempo en el que reciben alimentación balanceada regulada por la Secretaria de Integración social y en acuerdo con lo estipulado en la Ley Colombiana; además participan de actividades educativas, lúdicas y deportivas. Esta unidad de estudio se distingue con el código 02.

- **Unisalud – Universidad Nacional de Colombia.**

Unidad de servicios de salud a la que asisten niños a partir de los primeros meses de edad, particularmente al servicio de Odontopediatría que se encuentra enmarcado dentro del programa de crecimiento y desarrollo infantil. Asisten niños de estratos 2, 3, 4 y 5; son con frecuencia hijos de padres trabajadores de la universidad Nacional de Colombia y se consideran una población en condiciones de salud favorables. Unidad con el código 03 en la investigación.

- **Jardín infantil de la Universidad Nacional de Colombia**

Jardín infantil bajo la dirección de Bienestar Universitario de la Universidad Nacional de Colombia, al que pertenecen niños hasta los 5 años de edad, hijos de estudiantes y trabajadores de esta Institución Universitaria.

Los niños que asisten a este jardín, pertenecen a estratos socioeconómicos 2 y 3 principalmente; el horario de estancia en el jardín es aproximadamente entre 8 a 10 horas diarias durante 5 días a la semana, tiempo en el cual reciben alimentación balanceada bajo recomendaciones nutricionales óptimas y de seguridad alimentaria. Esta unidad se presenta con el código 04.

- **Hospital de Engativá**

Unidad de salud donde se evalúan neonatos a término aproximadamente 12 a 24 horas después de su hora de nacimiento; se valoran bebés bajo condiciones óptimas de salud, monitoreados con controles prenatales, alimentación balanceada de la madre y control nutricional óptimo, ausencia de enfermedades materno-fetales, ausencia de patologías prenatales o perinatales. A este hospital pertenecen residentes de la ciudad de Bogotá, provenientes de estratos socioeconómicos 1, 2, 3 y que cuentan con el apoyo de especialistas en diagnóstico gineco-obstetra y pediátrico; se distingue como unidad de estudio con código 06.

## **2.4 Criterios de selección.**

Los factores de inclusión y exclusión descritos en la Tabla 2-1, determinaron los criterios de selección para la presente investigación y fueron acordes con los criterios de elegibilidad estipulados dentro del “estudio previo”.

**Tabla 2-1.** Descripción de criterios de inclusión y exclusión de participantes.

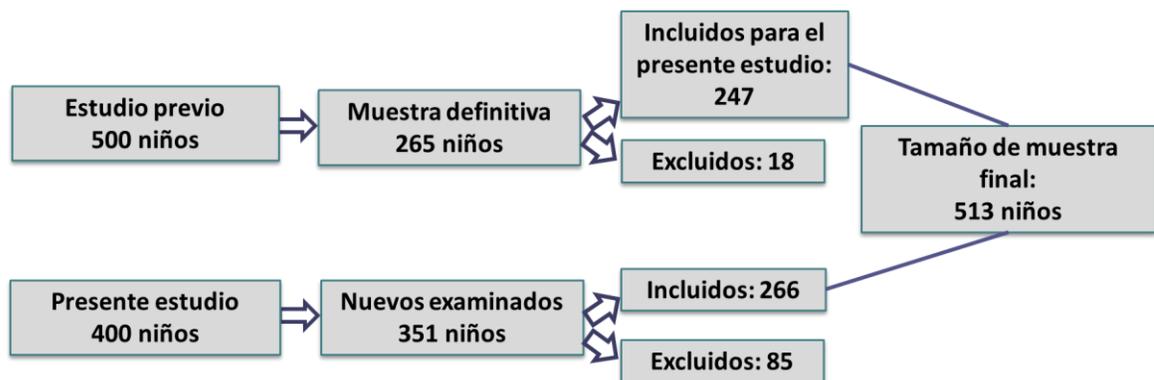
<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Criterios de exclusión</b>
Niños de 0 hasta 4 años de ambos sexos.	Anomalías craneomaxilofaciales congénitas o adquiridas.
Biomédicos: sistémicamente sanos, sin trastornos metabólicos o endocrinos, sin antecedentes de patologías prenatales, perinatales y postnatales. Con edad gestacional entre 37 a 40 semanas y peso al nacer de 2600 a 3500gr.	Evidencia de condiciones desfavorables de salud y nutrición.
Nutricionales: Lactancia Materna los 6 primeros meses de edad; niños bajo condiciones de seguridad alimentaria acordes con protocolos de la OMS.	Nacimiento o procedencia de otra nacionalidad.
Ecogeográficos: habitantes de Bogotá nacidos o procedentes de cualquier población colombiana e hijos de padres y abuelos colombianos.	Ausencia de múltiples datos.
Socioeconómicos: Niños bajo condiciones favorables de salud, seguridad social y vulnerabilidad social.	

## 2.5 Selección de la Muestra.

Se seleccionó un total de 266 niños de ambos sexos. Fueron evaluados por edad, condiciones de adecuado estado nutricional, bienestar biopsicosocial, alimentación con lactancia materna durante los primeros 6 meses de edad y que cumplieran los criterios de selección establecidos en la tabla 2-1. La selección de la muestra siguió un criterio de conveniencia por inclusión y exclusión que se puede observar en la figura 2-1.

Debido a la existencia del “estudio previo” iniciado por la línea de investigación en Biometría craneofacial que cuenta con una muestra de 265 niños (0 – 36 meses) (30), se tuvieron en cuenta los criterios de selección estipulados anteriormente (Tabla 2-1) además de la realización de un análisis exploratorio con gráficos de dispersión, para la selección de aquellos niños pertenecientes a dicho “estudio previo”, que pudieran ser incluidos como participantes en la presente investigación.

**Figura 2-1.** Proceso de selección de la muestra.



En la figura 2-1 se observa que existió una población objetivo de aproximadamente 900 individuos. De los 265 niños participantes en el estudio anterior (30), fueron elegidos 247 por cumplir con los criterios de selección; 18 niños fueron excluidos después de realizar el análisis exploratorio y de verificar el no cumplimiento de los criterios de elegibilidad de la “presente investigación”, obteniendo así un tamaño de muestra parcial de 247 niños, de quienes se tuvo en cuenta los datos de la **Medición A**, es decir la medición número 1 de 4, tomada en el “estudio previo”.

Simultáneamente, de los 351 pacientes nuevos examinados en el presente estudio y en quienes se realizó una toma única de medidas (medición 1 de 1), 266 de ellos cumplieron los criterios de elegibilidad de la presente investigación. La exclusión de 85 individuos se realizó debido a que se encontraron errores en el reporte de las mediciones, evidencia de nueva información no reportada anteriormente e inconvenientes con los datos dentro de los formularios de registro de cada niño. De esta manera se agruparon las mediciones antropométricas “A” del “estudio previo”, con las **únicas mediciones** por niño del “presente estudio”.

La distribución de la muestra final se puede observar en la Tabla 2-2. Se realizó teniendo en cuenta el sexo y edad (en meses) de los participantes obteniendo un porcentaje mayor de niños que de niñas, para un *n total de 513 niños*. Posteriormente, se procedió a la asignación de un código numérico y alfabético a cada participante, teniendo en cuenta los criterios de confidencialidad para la identidad de los participantes.

**Tabla 2-2.** Distribución de la muestra según sexo y grupo de edad.

Distribución de la muestra por Sexo y Grupo de edad						
Grupo etáreo Edad en meses (0 a 48 meses)	Sexo				Total Grupo etáreo	
	Femenino		Masculino			
	n	%	n	%	n	%
Entre 0 a 6 meses	65	12,67	47	9,16	112	21,83
Entre 7 a 12 meses	18	3,51	22	4,29	40	7,80
Entre 13 a 18 meses	19	3,70	25	4,87	44	8,58
Entre 19 a 24 meses	36	7,02	41	7,99	77	15,01
Entre 25 a 30 meses	36	7,02	51	9,94	87	16,96
Entre 31 a 36 meses	44	8,58	55	10,72	99	19,30
Entre 37 a 42 meses	18	3,51	25	4,87	43	8,38
Entre 43 a 48 meses	5	0,97	6	1,17	11	2,14
<b>Total</b>	<b>241</b>	<b>46,98</b>	<b>272</b>	<b>53,02</b>	<b>513</b>	<b>100,00</b>

## 2.6 Instrumentos

### 2.6.1 Documento registro

Se utilizó el documento principal de registro, estandarizado en trabajos previos de la línea de crecimiento y desarrollo craneofacial de la Universidad Nacional de Colombia (30). Este documento reúne información primordial como datos de identificación del participante, aspectos ecogeográficos, socioeconómicos, socioculturales, antecedentes médicos y patológicos de madre e hijo, valoración antropométrica, funcional y motora general y craneofacial (Anexo – A).

## 2.6.2 Procedimientos e instrumentos para toma de muestras.

La obtención de los datos inició con la aprobación escrita por las instituciones que cumplieron los criterios de elegibilidad. Posteriormente se realizó la socialización de la cartilla informativa para padres, acudientes o tutores legales (Anexo-B) y luego se procedió con la recolección de los documentos que acreditaron la participación del niño en la investigación. Estos documentos incluyeron: el consentimiento informado para su autorización (Anexo-C) y encuesta para la obtención de datos complementarios (Anexo - D)

Se realizó la valoración física y toma de datos antropométricos generales y craneofaciales, registrados en el documento principal de registro de cada niño.

Para la toma del **peso en Kg**, se dispuso de una pesa de bebé marca Detecto ACS-20-BYE para recién nacidos y lactantes y una balanza Health o Meter profesional 160kg QTY para niños mayores de 2 años. Sobre una superficie lisa y estable se colocó cada pesa en "0" y sobre el centro de la misma el niño valorado, efectuando la lectura correspondiente. Para los mayores de dos años la medida se tomó de pie y fue con una aproximación del 0.1 kg más cercano.

La **longitud y Talla en cm**, fue tomada decúbito supino para los participantes menores de dos años y en los demás niños de pie. En general la medida de talla es aproximadamente 0.7 cm menos que la longitud en posición decúbito supino, por lo que se tuvo en cuenta las medidas de longitud para ser ajustadas a la medida de talla. Se utilizó un infantómetro de doble escala marca Kramer 0901 para niños menores de dos años manteniendo la cabeza con el plano de Frankfurt paralelo a la barra fija y se registró la medida hasta el último milímetro completo (0,1 cm). Para mayores de dos años se utilizó un tallímetro marca Kramer 2104, tomando la medida de pie, con puntos de apoyo como la cabeza, hombros, glúteos y pantorrillas.

Posteriormente se realizó la toma de **medidas antropométricas craneofaciales**, manteniendo en los participantes el plano de Frankfurt paralelo al piso y con la cabeza libre de cualquier objeto. Algunas veces la madre o cuidador(a) del niño colaboraron con la toma de la medición para evitar movimientos fuertes del participante; en el caso de recién nacidos se tomaron estas medidas decúbito supino y decúbito lateral. Para la toma de las medidas, se utilizó una cinta métrica marca Seca de 6 mm de ancho inextensible y flexible con divisiones cada 1mm y la medición se aproximó al 0,1 cm más cercano. Las disposiciones específicas para realizar la toma de cada medida antropométrica se pueden consultar en el Anexo – E.

La condición de evaluación de los instrumentos obedeció a protocolos de calibración para instrumentos antropométricos estipulados por la OMS dentro del servicio de programas y proyectos de capacitación para trabajadores de la salud, en el "Módulo B" del "curso de capacitación para la evaluación del crecimiento del niño" (157), numeral 5.0 titulado "cuidados de equipos de medición", de tal manera que cada uno de los instrumentos fue calibrado cada mes, según dichas instrucciones. Se tuvo en cuenta un ambiente apropiado en cada institución, con la posibilidad de mantener condiciones establecidas para una toma de datos constante y manejo de instrumentos con la menor manipulación posible posterior a la calibración de cada uno de ellos.

## 2.7 Unidad de estudio

La unidad de estudio corresponde al CCF de niños de ambos sexos de 0 a 4 años de edad, en quienes se evalúan medidas de anchura, altura y profundidad; adicionalmente talla en cm y peso en kg.

## 2.8 Selección de variables

Las variables seleccionadas se determinaron en dos grupos: **variables dependientes y variables independientes**. Las variables dependientes corresponden a criterios biométricos y antropométricos generales y craneofaciales que fueron seleccionadas gracias a reportes teóricos de autores anteriormente referenciados en la Tabla 1-1; su clasificación inicial en la presente investigación, se puede observar en la Tabla 2-3 y la selección final de las mismas para el modelado de curvas de crecimiento, se puede observar en la Tabla 2-4.

Las variables independientes elegidas corresponden a la edad, criterios ecogeográficos, ambientales, socioeconómicos, culturales, funcionales y nutricionales considerados como condiciones influyentes en el crecimiento del niño.

**Tabla 2-3:** Clasificación inicial de variables dependientes y sus unidades de medida.

<b>Variables Generales</b>	<b>Variables de Altura Unidad de Medida en cm</b>	<b>Variables de Anchura Unidad de Medida en cm</b>	<b>Variables de Profundidad Unidad de Medida en cm</b>
Peso: Unidad de Medida en kg	Altura Craneofacial Total	Perímetro Cefálico	Profundidad Maxilar
Talla: Unidad de Medida en Cm	Altura Facial	Anchura de la Cabeza	Profundidad Mandibular
Índice de Masa Corporal (IMC)	Altura de La Nariz	Anchura de la Frente	Longitud Anteroposterior de la Cabeza
	Longitud de la Columnella	Anchura Bicigomática	
	Longitud del Filtrum	Anchura Cara Inferior	
	Índice Facial	Anchura Intercantal Externa	
		Anchura Intercantal Interna	
		Anchura Palpebral	
		Anchura de la Nariz	
		Anchura de la Columnella	
		Anchura del Filtrum	
		Anchura de la Boca	
		Índice Cefálico	

Se analizaron en total 25 variables dependientes, de las cuales 22 se midieron directamente en el niño y las 3 restantes fueron índices o medidas calculadas bajo fórmulas matemáticas descritas en un instructivo estandarizado previamente (30) (Anexo E). Dicho instructivo describe las técnicas e indicaciones para la medición de cada variable dependiente e independiente, mejorando la precisión en la toma de datos.

A continuación, se procedió a la selección de variables *dependientes* a través de una exploración de datos con el software estadístico R 3.1 (Anexo F) realizando pruebas de normalidad, homogeneidad de varianza, Análisis de Componentes Principales (ACP) y análisis de correlación ( $r_{xy}$ ), dando como resultado la retención de **2 variables generales y 11 variables craneofaciales** (Tabla 2-4) con las asociaciones más significativas de comportamiento de crecimiento no lineal heterocedástico con respecto a la edad y con las cuales se realizaron los análisis posteriores para la conformación de las curvas de crecimiento. Las 12 variables restantes fueron caracterizadas de manera descriptiva.

**Tabla 2-4.** Variables dependientes seleccionadas para modelar curvas de crecimiento.

<b>Variables Generales</b>	<b>Variables de Altura Unidad de Medida en cm</b>	<b>Variables de Anchura Unidad de Medida en cm</b>	<b>Variables de Profundidad Unidad de Medida en cm</b>
Peso: Unidad de Medida En kg	Altura Craneofacial Total	Perímetro Cefálico	Profundidad Maxilar
Talla: Unidad de Medida en cm	Altura Facial Anterior	Anchura de la Cabeza	Profundidad Mandibular
	Altura de la Nariz	Anchura Bicigomática	Longitud Anteroposterior de la Cabeza
		Anchura Intercantal Externa	
		Anchura de la Nariz	

Posteriormente, se realizó la identificación de variables independientes más influyentes en el proceso de crecimiento general y del CCF teniendo en cuenta no solo los principales argumentos teóricos al respecto y resultados de trabajos previos (30), sino el análisis exploratorio ACP (Anexo G) para variables independientes, y el análisis de regresión stepwise que seleccionó grupos de variables independientes, estableciendo sus niveles de significancia a través de una prueba (ANOVA), dando como resultado la obtención de 47 variables clasificadas en 4 grupos: socioeconómicas, ecogeográficas, funcionales y de bienestar, como se puede observar en la Tabla 2-5.

**Tabla 2-5.** Grupos de variables Independientes seleccionadas.

<b>Variables Socioeconómicas</b>	<b>Variables Ecogeográficas</b>	<b>Bienestar</b>	<b>Funcionales</b>
Estrato socioeconómico	Lugar de Nacimiento y procedencia del niño	Talla, peso y perímetro cefálico al nacer	Erupción dental
Escolaridad de los padres	Lugar de nacimiento de padres y abuelos (paternos-maternos)	Salud oral	Habilidades motoras orales y generales (succión, gateo, salto)
Ocupación de los padres	Edad de los padres	Tiempo de gestación en semanas	Habilidades lingüísticas (emitir palabras o frases)
Seguridad social	Tipo de vivienda	Tiempo de Lactancia materna	Hábitos orales disfuncionales.
Servicios públicos		Tipo y textura de los alimentos.	
Nivel de ingresos económicos		Tiempo de alimentación complementaria	

**Nota:** Ver la tabla de “Nomenclatura de variables” (Anexo- H); las variables señaladas en color verde, fueron las que se tomaron para el análisis de asociación entre variables, y serán expresadas en el capítulo de resultados a través de sus respectivas nomenclaturas.

Para la conformación de la variable “Edad” se utilizó el criterio de aproximación de la edad promulgado en la resolución 2121 del 9 de Junio de 2010 (15) que se describe en la Tabla 2-6.

**Tabla 2-6.** Criterios de aproximación de la edad. Tomado de: Ministerio de la Protección Social. Diario oficial N° 47.744 de 18 de junio de 2010. Resolución 2121 del 9 de junio de 2010. Disponible en <http://www.minsalud.gov.co>.

<b>Edad al control</b>	<b>Se aproxima</b>	<b>Ejemplo</b>
Meses cumplidos + 1 a 10 días	Meses cumplidos	5 meses 4 días= 5 meses
Meses cumplidos + 11 a 20 días	Meses cumplidos + ½ mes	5 meses 13 días = 5 meses y medio
Meses cumplidos + 21 a 29 días	Meses cumplidos + 1 mes	5 meses 23 días = 6 meses

Una vez elegidas las variables para la presente investigación y teniendo en cuenta sus unidades de medida, nomenclatura para la identificación y codificación de cada variable (Anexo - H) se procedió a realizar el análisis de los datos obtenidos.

## 2.9 Método estadístico

Como se mencionó anteriormente, para la selección inicial de variables dependientes e independientes se realizó un proceso de selección basado en pruebas exploratorias, Análisis de Componentes Principales (ACP), análisis de correlación ( $r_{xy}$ ) y análisis de regresión stepwise.

Una vez obtenidos los resultados de estas pruebas y la clasificación de las variables a estudiar, se planteó el uso del *análisis bayesiano* para desarrollar curvas de crecimiento para cada variable antropométrica elegida a través de un modelo no lineal que se describe con la siguiente notación (Ver ecuación (1.4)):

- a. Modelo de curvas de Gompertz ( $r(t) = \exp(\beta_0 + t\beta_1)$ ) (137):

$$y_{ij}(t) = f(t, \theta) + \varepsilon_{ij} = \alpha \exp \left[ \frac{e^{\beta_0 t} (e^{t\beta_1} - 1)}{\beta_1} \right] + \varepsilon_{ij} \quad (1.4),$$

donde  $Y_{ij}(t)$  es igual a la exponencial de una constante más  $t$  veces (tiempo por otra constante negativa).

- b. Modelos para media y varianza de la forma: (Ver ecuación (1.5))

$$\mu_i = \frac{\beta_0}{1 + \beta_1 \exp(x_i \beta_2 x_i)} \quad (1.5),$$

$$\sigma_i^2 = \exp(z_i \gamma)$$

donde  $\mu_i$  es la media de la medida de interés para individuos con edad  $x_i$ , y  $\sigma_i^2$  es la varianza.

Se utilizó la plataforma del Software estadístico R 3.15, WinBUGS/OpenBUGS a través del paquete R20 OpenBUGS para el análisis de los datos.

- *Los modelos planteados en orden de ejecución fueron:*

Para la construcción de curvas de crecimiento de las medidas craneofaciales planteadas en el primer objetivo de investigación, se utilizaron modelos de crecimiento de Gompertz y modelos no lineales a través de los fundamentos del análisis bayesiano. Este análisis a través de distribuciones a priori de los parámetros de interés obtuvo estimaciones con modelos de media y varianza descritos por (Ver ecuación (1.6)):

$$\mu_i = \frac{\beta_0}{1 + \beta_1 \exp(\beta_2 x_i)} \quad (1.6),$$

$$\sigma_i^2 = \exp(c_0)$$

donde  $\mu_i$  es la media de la variable de interés para los individuos de  $x_i$  meses, con varianza  $\sigma_i^2$ .  $\beta_0$  (intercepto),  $\beta_1$  y  $\beta_2$  son parámetros del modelo de la media y  $C_0$  es el parámetro del modelo de la varianza.

Adicional a esta caracterización de la varianza, se plantearon modelos heterocedásticos de la forma con el fin de capturar la varianza no constante de los datos (Ver ecuación (1.7)):

$$\sigma_i^2 = \exp(c_0 + c_1 x_i) \quad (1.7),$$

donde  $C_0$  y  $C_1$  son parámetros del modelo de la varianza, y registran no solo cambios en el nivel inicial de la varianza sino cambios en la varianza ante variaciones en la edad.

Para todos los parámetros, se utilizaron distribuciones a priori normales no informativas de media cero ( $\mu=0$ ) y varianza  $10^4$ .

Para obtener el segundo objetivo propuesto, se realizó el análisis de regresión Stepwise (“paso a paso”), que obtuvo una clasificación de aquellos factores independientes influyentes en las variables respuesta. Adicionalmente, el modelo fue modificado al incluir una variable independiente (género) en la media, para lograr su ajuste a la curva de crecimiento de cada variable dependiente, siendo útil para establecer los factores que explicaron el crecimiento de cada medida antropométrica (Ver ecuación (1.8)).

$$\mu_i = \frac{\beta_0}{1 + \beta_1 \exp(\beta_2 x_i + \beta_3 \text{genero})}$$

$$\sigma_i^2 = \exp(c_0 + c_1 x_i) \quad (1.8),$$

donde  $\beta_0$ ,  $\beta_1$  y  $\beta_2$  son parámetros del modelo de la media, modificada por la inclusión de una variable independiente (parámetro  $\beta_3$ );  $x_i$  y género son las covariables incluidas en la media, y  $C_0$  y  $C_1$  son los parámetros del modelo de la varianza.

La estimación realizada a través del criterio de selección de modelos DIC, propició a que los modelos de varianza constante se ajustaran mejor el conjunto de datos, por lo cual se optó por la implementación de la varianza constante en el modelo.

Los modelos finales se obtuvieron mediante el criterio de información de Akaike (AIC), a través de la exclusión de variables explicativas seleccionadas.

Con estas estimaciones, se pudo establecer la caracterización de las medidas craneofaciales de niños de 0 a 4 años con base en sus diferencias de edad.

Estas curvas constituyen una referencia de crecimiento para nuestra población y con ellas se pretende establecer algún criterio de riesgo de alteraciones de crecimiento craneofacial para niños entre 0 a 4 años.

## **2.10 Determinación del error del método (error sistemático y aleatorio)**

Con el objetivo de reducir el error de medición, se monitoreó la adherencia al procedimiento de recolección de muestras a través del entrenamiento de dos examinadores para la toma de medidas antropométricas generales y del CCF. Los dos examinadores fueron investigadores integrantes de la línea de biometría craneofacial de la Universidad Nacional de Colombia.

A continuación, se realizó el análisis de repetibilidad intraobservador e interobservador tomando una muestra al azar de 15 niños, en quienes se evaluaron 23 variables antropométricas generales y craneofaciales. Para el análisis intraobservador, se realizó la toma de medidas con un intervalo de tiempo de 3 semanas por parte de cada investigador; y para el análisis interobservador, las medidas se tomaron con un intervalo de tiempo de una semana.

En ambos análisis se utilizó la prueba F/ ANOVA clásica como estadístico de prueba.

## **2.11 Consideraciones éticas**

De acuerdo con los principios éticos establecidos en la normatividad internacional y teniendo en cuenta la naturaleza de esta investigación, la Declaración de Helsinki en el numeral 5, define “en investigación en seres humanos la preocupación por el bienestar de los seres humanos debe tener siempre la primacía sobre los intereses de la ciencia”, además promulga en el numeral 6 que “...el propósito principal de la investigación médica en seres humanos es mejorar los procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos y también comprender la etiología y patogenia de las enfermedades...” tales principios fueron considerados en la articulación y el desarrollo de la presente investigación. De acuerdo a la normatividad Nacional a través de la Resolución 008430 de octubre 4 de 1993 y en cumplimiento con los criterios mencionados en el Título II, capítulo 1, Art.6 y Art. 11 de dicha resolución, este estudio se desarrolló bajo un criterio de investigación de Riesgo Mínimo en niños de 0 a 4 años de edad.

Considerando los individuos participantes como menores de edad, ante la ley sujetos inhabilitados y siguiendo el criterio sustentado en el Art. 14 de la mencionada resolución, se obtuvo el correspondiente consentimiento informado por parte del representante legal o de quienes ejercieron la patria potestad del menor. Los representantes legales autorizaron su participación en la investigación y la realización de procedimientos de diagnóstico como examen extraoral, evaluación de funciones de masticación, deglución, succión y el examen intraoral.

Al considerar el beneficio al participante, se reconoce como intervención o procedimiento sin posibilidad de beneficio directo, sustentado bajo el criterio de las Pautas CIOMS en la pauta N°8 y en el artículo N° 28 de la resolución 008430 de 1993. Las garantías de seguridad para los participantes estuvieron estipuladas bajo los criterios tipificados en el Art.7 de la misma resolución. Se desarrolló el diseño experimental a través de un método aleatorio de selección, obteniendo una asignación imparcial de cada participante al estudio, además se protegió la privacidad del individuo como se estipula en el Art. 8.

Se utilizó parte de la muestra que fue recolectada para el trabajo denominado “Biometría craneofacial en niños de 0 a 3 años. Caso Colombia”, el cual previamente fue aprobado por el Comité de ética de la Facultad de Odontología. Además fueron incluidos nuevos participantes y nuevos registros de edades para ampliar la muestra; se diseñó una cartilla informativa que fue entregada a los representantes legales de cada participante como parte de la explicación a la investigación a la cual ingresaron.

Esta investigación se llevó a cabo una vez fueron obtenidas las respectivas autorizaciones tanto del representante legal del niño participante, como de las instituciones en las cuales se realizó la investigación. Además del respaldo del grupo de investigación en crecimiento y desarrollo craneofacial y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Colombia a través de carta de aceptación con número CIE 0204-12 (Anexo -I).

## **2.12 Originalidad**

El presente documento es un trabajo de investigación que buscó la promoción de la innovación metodológica en el estudio del crecimiento y desarrollo craneofacial en la población infantil Colombiana en la etapa de la primera infancia. Corresponde a la tesis de maestría en Odontología definida en los artículos 14 y 18 del Acuerdo 033 de 2008 del Consejo Superior Universitario. Dicho trabajo, se estructura como un estudio que define un recurso innovador para resolver el problema del comportamiento del crecimiento craneofacial, a través de una solución hasta ahora no reportada.

## 3. Capítulo 3. Resultados

### 3.1 Análisis de Repetibilidad

Se realizó la prueba F/ANOVA, la cual obtuvo como resultado, que no existe diferencia estadística significativa para las pruebas de medición interexaminador, teniendo en cuenta un p-valor menor a 0.05, y un nivel de significancia del 5%. Se pudo concluir que las medias de las medidas tomadas por el examinador 1 y 2 no fueron diferentes; por lo tanto, no se rechaza la hipótesis nula ( $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ), a excepción de las variables *longitud de filtrum* y *anchura de filtrum* las cuales obtuvieron un p-valor de 0.02 y 0.01, respectivamente, lo que se puede observar en la Tabla 3-1. Esto último puede ser explicado debido a dificultades en el momento de la medición de los niños, tales como movimientos bruscos o necesidad de intervención de la madre o cuidador para la toma de datos antropométricos. Los nombres de cada medida antropométrica se describen teniendo en cuenta *la nomenclatura de variables aclaradas en el Anexo – H*.

**Tabla 3-1.** Prueba F/Anova para análisis interexaminador -error sistemático.

Variable	p-value	Variable	p-value
Peso	0.935	Profmand	0.655
Talla	0.976	Interext	0.98
Percef	0.65	Interinter	0.835
Lantpost	0.473	Interpalp	0.183
Anchcabeza	0.598	Anchnariz	0.0972
Anchfrente	0.516	Altnariz	0.209
Altcrantot	0.339	Longcolum	0.466
Altfacant	0.345	Anchcolum	0.164
Anchbicigom	0.758	<b>Longfiltrum</b>	<b>0.0244</b>
Anchcarainf	0.125	<b>Anchfiltrum</b>	<b>0.0159</b>
Profmax	0.568	Anchboca	0.238

Se tuvo en cuenta este resultado para reforzar el entrenamiento de los observadores en la toma de mediciones durante el proceso de recolección de datos. Para el análisis intraobservador, también se realizó una prueba F/Anova con el mismo nivel de significancia (5%), dando como resultado que no existieron diferencias significativas entre la Toma1 y Toma2 realizada por cada examinador, con un intervalo de tiempo de 3 semanas. Estos resultados se pueden observar en la Tabla 3-2.

**Tabla 3-2.** Prueba F/Anova para análisis Intraobservador - error aleatorio.

Error aleatorio – examinador 1		Error aleatorio - examinador 2	
Variable	p-value	Variable	p-value
Peso	0.963	Peso	1
Talla	0.999	Talla	0.974
Percef	0.467	Percef	0.851
Lantpost	0.329	Lantpost	0.306
Anchcabeza	0.387	Anchcabeza	0.292
Anchfrente	0.0913	Anchfrente	1
Altcrantot	0.35	Altcrantot	0.732
Altfacant	0.908	Altfacant	0.297
Anchbicigom	0.0565	Anchbicigom	0.0856
Anchcarainf	0.237	Anchcarainf	0.42
Profmax	0.406	Profmax	0.345
Profmand	0.603	Profmand	0.708
Interext	0.465	Interext	0.561
Interinter	0.495	Interinter	0.797
Interpalp	0.326	Interpalp	0.839
Anchnariz	1	Anchnariz	0.434
Altnariz	0.395	Altnariz	0.513
Longcolum	0.0952	Longcolum	0.105
Anhcolum	0.865	Anhcolum	0.376
Longfiltrum	0.248	Longfiltrum	1
Anchfiltrum	0.0929	Anchfiltrum	0.263
Anchboca	0.33	Anchboca	0.218

### 3.2 Análisis exploratorios

Las pruebas exploratorias de las cuales se observa un resultado en formatos anexos al final del documento, muestran el análisis de una sola variable como ejemplo para observar el procedimiento realizado con todas las demás variables elegidas en la presente investigación. Estas pruebas fueron las siguientes: Gráficos de Dispersión (Anexo-F), Análisis de Componentes principales –ACP y Matrices de Correlación (Anexo-G).

### 3.3 Caracterización de la muestra

A continuación se presentan los resultados que detallan las características y describen el comportamiento de las principales variables ecogeográficas, socioeconómicas, de bienestar y salud oral, analizadas en la presente investigación:

**Tabla 3-3.** Distribución de Individuos por Instituciones de toma de muestra.

Distribución en las Instituciones	Niños	
	n	%
Fundación HOMI	22	4,29
Jardines Infantiles	356	69,40
Unisalud	52	10,14
Jardín UN	29	5,65
Hospital Engativá	54	11
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

Se observa que la mayoría de los participantes de la investigación provienen de los Jardines Infantiles de la Secretaria de Integración Social de Bogotá, con un porcentaje de participación del 69,40% del total de la muestra, seguido de un porcentaje del 10,14% de niños pertenecientes a la Institución de Salud de la Universidad Nacional de Colombia – Unisalud. Así mismo, con un 11% fueron incluidos niños RN del Hospital de Engativá, y la participación de niños de la Fundación HOMI y el Jardín UN fue de 4,29% y 5,65%, respectivamente.

**Tabla 3-4.** Lugar de nacimiento de los niños, distribución por sexo.

Género (F/M)	Niñas		Niños		Total	
	n	%	N	%	n	%
Cundinamarca- Bogotá D.C	237	46,20	266	51,85	503	98,05
Otros Departamentos	4	0,78	6	1,17	10	1,95
Total	241	46,98	272	53,02	513	100,00

En la Tabla 3-4, Bogotá fue el lugar de nacimiento con mayor número de participantes, para un total de 500 niños nacidos en la ciudad Capital; 3 participantes nacieron en otras ciudades del departamento de Cundinamarca y 10 niños, nacieron en otros departamentos, entre ellos Santander, Arauca, Boyacá, Huila, Atlántico, Amazonas, Córdoba y Caldas.

**Tabla 3-5.** Lugar de procedencia de los niños, distribución por sexo.

Género (F/M)	Niñas		Niños		Total	
	n	%	n	%	n	%
Bogotá D.C	241	46,98	268	52,24	509	99,22
Otras ciudades	0	0,00	4	0,78	4	0,78
Total	241	46,98	272	53,02	513	100,00

En la tabla 3-5, se encuentra que 509 de los niños proceden de la ciudad de Bogotá, donde la mayoría de integrantes de los núcleos familiares desarrollaban sus labores diarias; los 4 niños restantes proceden de otras ciudades, que son Ayapel, Valledupar, Manizales y Mosquera, lo que obedece al traslado de algunas familias desde diferentes partes del país hacia la ciudad de Bogotá, por razones de obtener mejores condiciones de bienestar, educación e ingresos. Por lo tanto, se puede intuir que durante los últimos doce meses, Bogotá fue el lugar de permanencia para la mayoría de los niños participantes.

**Tabla 3-6.** Lugar de nacimiento del grupo familiar, distribución ecogeográfica.

Padres Lugar de Nacimiento	Madres		Padres		Abuelos maternos		Abuelos paternos	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Amazonas	1	0,19	1	0,19	0	0	0	0
Antioquia	11	2,14	6	1,17	14	2,73	6	1,17
Arauca	2	0,39	2	0,39	0	0	1	0,19
Atlántico	7	1,36	5	0,97	5	0,97	5	0,97
Bolívar	5	0,97	7	1,36	5	0,97	9	1,75
Boyacá	46	8,97	32	6,24	82	16	78	15,2
Caldas	5	0,97	6	1,17	10	1,95	8	1,56
Casanare	0	0	2	0,39	2	0,39	2	0,39
Caquetá	3	0,58	1	0,19	2	0,39	1	0,19
Cauca	1	0,19	1	0,19	2	0,39	1	0,19
Cesar	6	1,17	6	1,17	7	1,36	8	1,56
Chocó	2	0,39	0	0	4	0,78	0	0
Cundinamarca	348	67,8	330	64,3	256	49,9	236	46
Córdoba	12	2,34	17	3,31	13	2,53	11	2,14
Guajira	1	0,19	0	0	0	0	0	0
Huila	7	1,36	7	1,36	12	2,34	6	1,17
Magdalena	5	0,97	6	1,17	5	0,97	7	1,36
Meta	4	0,78	4	0,78	4	0,78	4	0,78
Nariño	3	0,58	5	0,97	4	0,78	4	0,78
Norte de Santander	5	0,97	3	0,58	3	0,58	4	0,78
Putumayo	3	0,58	1	0,19	3	0,58	2	0,39
Quindío	3	0,58	0	0	10	1,95	3	0,58
Risaralda	0	0	4	0,78	1	0,19	3	0,58
Santander	6	1,17	17	3,31	19	3,7	27	5,26
Sucre	5	0,97	7	1,36	2	0,39	8	1,56
Tolima	17	3,31	20	3,9	22	4,29	20	3,9
Valle del Cauca	5	0,97	4	0,78	6	1,17	6	1,17
Sin Información	0	0	19	3,7	20	3,9	53	10,3
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>100</b>	<b>513</b>	<b>100</b>	<b>513</b>	<b>100</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

En la tabla 3-6 se observa que la mayor cantidad de integrantes del grupo familiar tanto padres como abuelos nacieron en la región Cundiboyacense (Cundinamarca con el 67,8% de las madres y el 64,3% de los padres; y el 49,9% de los abuelos maternos y el 46% de los abuelos paternos. Nacidos en Boyacá, el 8,97% de madres y 6,24% de los padres y el 16% y 15,2% de abuelos maternos y paternos respectivamente). Las demás regiones como Tolima, Santander, Córdoba y Antioquia, también son ciudades representativas pero en menor proporción. El más alto porcentaje de desconocimiento del lugar de nacimiento de un integrante del grupo familiar fue el del abuelo paterno, con un 10,3%.

**Tabla 3-7.** Lugar de vivienda de los niños, distribución por localidad o Municipio.

Localidad o Municipio de vivienda de los niños	Niños	
	n	%
Usaquén	301	58,67
Chapinero	5	0,97
Santafé	4	0,78
San Cristóbal	4	0,78
Usme	2	0,39
Tunjuelito	4	0,78
Bosa	7	1,36
Ciudad Kennedy	11	2,14
Fontibón	16	3,12
Engativá	65	12,67
Suba	10	1,95
Barrios Unidos	2	0,39
Teusaquillo	38	7,41
Los Mártires	0	0,00
Antonio Nariño	3	0,58
Puente Aranda	11	2,14
Candelaria	1	0,19
Rafael Uribe	4	0,78
Ciudad Bolívar	7	1,36
Sumapaz	2	0,39
Otros Municipios (La Calera, Mosquera, Soacha)	16	3,12
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

En la tabla 3-7 predomina la localidad de Usaquén como lugar de vivienda de la mayoría de los niños con un 58,67%, seguida de la localidad de Engativá con el 12,67%, Teusaquillo con un 7,41%, y en menor porcentaje la localidad de Fontibón y Ciudad Kennedy. Esto se explica por la cercanía de los lugares de vivienda de los niños a los hospitales e instituciones educativas donde se realizó la investigación.

**Tabla 3-8.** Distribución de Individuos por estrato y sexo.

Género (F/M)	Niñas		Niños		Total	
	n	%	n	%	N	%
1	22	4,29	33	6,43	55	10,72
2	121	23,59	115	22,42	236	46,00
3	84	16,37	101	19,69	185	36,06
4	11	2,14	23	4,48	34	6,63
5	2	0,39	0	0,00	2	0,39
6	1	0,19	0	0,00	1	0,19
<b>Total</b>	<b>241</b>	<b>46,98</b>	<b>272</b>	<b>53,02</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

En la tabla 3-8 se evidencia que en promedio la mayoría de niños estaban ubicados dentro del estrato 2 y 3 con un 46% y 36%, respectivamente; esto se relaciona con el lugar de vivienda de cada núcleo familiar descrito en la tabla 3-7. Le siguen los estratos 1 y 4 con un

10,72% y 6,63%, respectivamente. Se reportaron en menor porcentaje niños pertenecientes a estratos 5 y 6.

**Tabla 3-9.** Distribución de las edades de los padres.

Edades de los padres	Madres		Padres	
	n	%	n	%
15 a 25 años	229	44,64	133	25,93
26 a 35 años	224	43,66	236	46,00
36 a 45 años	56	10,92	107	20,86
46 a 55 años	4	0,78	15	2,92
60 a 62 años	0	0	2	0,39
Sin Información	0	0	20	3,90
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>100</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

La Tabla 3-9 resume las edades de los padres de los menores participantes. Como se muestra aquí, el mayor porcentaje de edad para las madres fue entre el rango de 15 a 25 años con un 44,64% y para los padres entre los 26 a 35 años con un 46%. La mayor edad en las madres fue de 49 años y en los padres 62 años. Todos los encuestados tenían conocimiento de la edad de las madres, pero el 3,90% ignoraban la edad de los padres.

**Tabla 3-10.** Distribución de individuos por tipo de vivienda que habitan.

Tipo de Vivienda	Niños	
	n	%
Vivienda Propia	83	16,18
Vivienda en arriendo	343	66,86
Vivienda Familiar	87	16,96
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

En la tabla 3-10 se observó que la mayoría de familias participantes de esta investigación habitaban en viviendas en arriendo con un 66,86%, mientras que las demás familias habitaban en viviendas propias o de tipo familiar.

**Tabla 3-11.** Distribución de Individuos por nivel de ingresos.

Nivel de Ingresos	Niños	
	n	%
< 1 SMLV	87	16,96
Entre 1 y 2 SMLV	301	58,67
Entre 2 y 3 SMLV	125	24,37
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

En la tabla 3-11 se resume el nivel de ingresos mensuales encontrando que el 58,67% de las familias devengan desde 1 hasta 2 salarios mínimos legales vigentes (SMLV), seguido por el 24,37% de las familias que reportan un ingreso mensual desde 2 hasta 3 SMLV, y en menor porcentaje el 16,96% que devengan menos de un SMLV.

**Tabla 3-12.** Escolaridad de los padres.

Escolaridad de los padres	Madres		Padres	
	n	%	n	%
Universitario	78	15,20	73	14,23
Técnico	72	14,04	59	11,50
Secundaria completa	228	44,44	207	40,35
Secundaria incompleta	93	18,13	87	16,96
Primaria completa	33	6	48	9,36
Primaria incompleta	9	2	12	2,34
Sin información	0	0	27	5,26
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>100</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

La tabla 3-12 especifica el nivel de escolaridad adquirido por los padres. Se observa un predominio de la educación secundaria completa tanto para madres como padres de los niños participantes, con el 44,44% y 40,35%, respectivamente. Le sigue la educación en el nivel de secundaria incompleta y el nivel de escolaridad universitario. Los demás niveles de escolaridad presentaron un menor porcentaje. El 5,26% de los encuestados desconocían el nivel de escolaridad del padre.

**Tabla 3-13.** Distribución de la ocupación laboral de los padres.

Ocupación de los padres	Madres		Padres	
	n	%	n	%
Hogar	168	32,75	5	0,97
Estudiante	40	7,80	14	2,73
Empleado (a)	273	53,22	380	74,07
Independiente	19	3,70	59	11,50
Informal	13	3	26	5,07
Sin información	0	0	29	5,65
<b>Total</b>	<b>513</b>	<b>100</b>	<b>513</b>	<b>100</b>

En la tabla 3-13 se puede observar que la mayoría de los padres tienen ocupación laboral como empleados. La siguiente ocupación con mayor porcentaje para las madres son las labores del hogar y para los padres, el trabajo independiente. La menor ocupación reportada es el trabajo informal, y el 5,65% de los encuestados desconocían la ocupación del padre al momento de realizar la presente investigación.

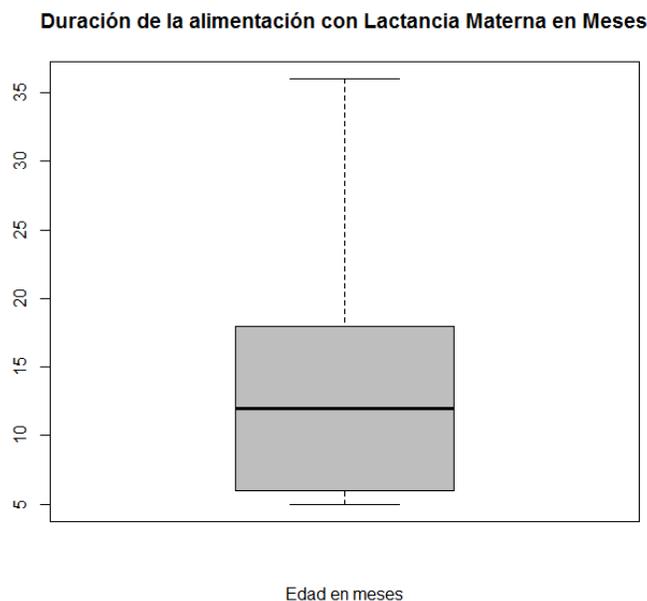
- **Descripción de otras variables analizadas en la muestra:**

Peso y talla al nacer: el menor peso al nacer reportado fue de 2400 gr y el mayor fue de 4300 gr. Con respecto a la talla en cm, la menor fue de 44 cm y la mayor de 53cm.

Lactancia materna: la totalidad de los niños de la muestra presentó el antecedente de *lactancia materna exclusiva* durante los seis primeros meses de edad. Adicionalmente, se observó que el 66,47% de los niños prolongaron la lactancia materna desde los 6 a los 12

meses; el 31,57% hasta los 24 meses de edad y solamente en el 1,94 % de los niños la prolongó hasta después de los 24 meses (Figura 3-1).

**Figura 3-1.** Duración de la alimentación con lactancia materna en meses.



Alimentación complementaria: fue iniciada para el 73,29% de los niños a partir de los 6 meses y el 26,70% desde los 7 hasta los 13 meses de edad. Los niños que iniciaron lactancia artificial a partir de estas edades, mantuvieron frecuencias de ingesta por libre demanda o cada 2 y 4 horas al día.

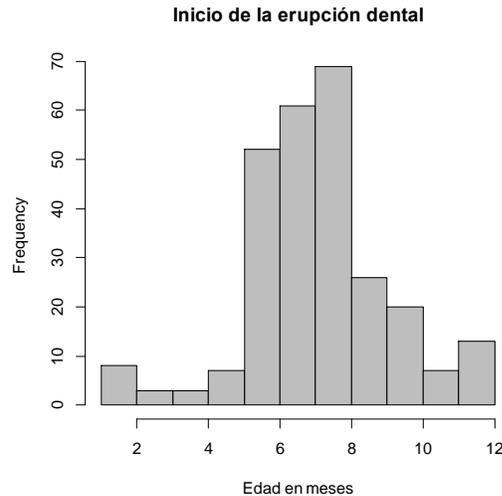
La combinación de alimentación por lactancia materna, artificial e inclusión de alimentos sólidos se presentó en un 78,16% de la muestra con una frecuencia de aproximadamente 5 veces al día y en un 21,82% de frecuencia mayor a 5 veces al día. Dicha inclusión de alimentos se realizó desde los 6 a los 13 meses de edad, lo que implicó que alrededor de los 13 meses de edad en adelante, la alimentación de los niños resultó ser en cierta medida parecida a la de un adulto.

Las condiciones alimenticias para la totalidad de niños participantes, fueron acordes a los requerimientos estipulados en la política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional, de manera que cubrieron las necesidades para una vida sana y activa. La dieta más común estuvo conformada por *lácteos, carbohidratos, proteínas, vegetales y frutas*.

Salud oral: de los dientes evaluados, más del 50% se diagnosticaron sanos y gran parte de ellos en proceso de erupción. Sin embargo, los dientes que presentaron mayor prevalencia de caries fueron; diente 54, 52, 51, 61, 62, 64 y 74; los que presentaron fusión dental fueron en su mayoría dientes 71, 72, 81, 82 y 83; y en menor porcentaje los dientes con trauma fueron 52, 51, 61 y 62.

El inicio de la erupción de incisivos inferiores se presentó en su mayoría a los 8 meses, seguido de los 7 y 6 meses de edad, como se puede observar en la Figura 3-2.

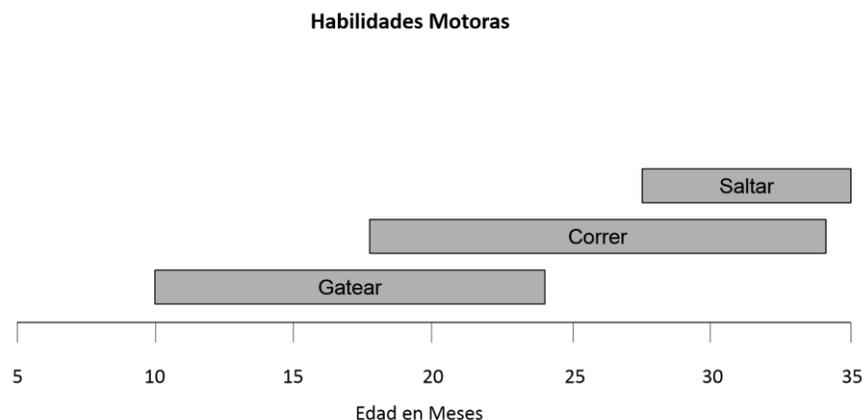
**Figura 3-2.** Gráfico de distribución de la erupción dental en meses.



Hábitos: de la totalidad de la muestra solamente el 6% de los niños presentaron hábitos orales disfuncionales; principalmente se reportó el hábito de succión digital con un 3,70%, seguido del uso de chupo de entretenimiento con un 1,56% y en menor porcentaje con un 1,17% el hábito de succión de tela.

Habilidades motoras y habilidades orales finas adaptativas: se evidenciaron algunas habilidades dependiendo de la edad de los participantes, como por ejemplo gatear de los 10 a los 24 meses de edad; permanecer de pie sin ayuda, desde aproximadamente los 9 meses de edad en adelante; correr desde los 17 a los 34 meses y saltar desde los 27 meses de edad en adelante como se observa en la Figura 3-3. El control de esfínteres en la mayoría de los niños inició desde los 20 hasta los 31 meses. El empleo de utensilios para realizar su propia alimentación fue reportado a partir de los 5 meses de edad; habilidades lingüísticas, como reconocer con claridad partes del cuerpo, desde los 24 meses y emitir palabras y frases cortas, desde los 17 meses en adelante.

**Figura 3-3.** Representación de las principales habilidades motoras vs. edad.

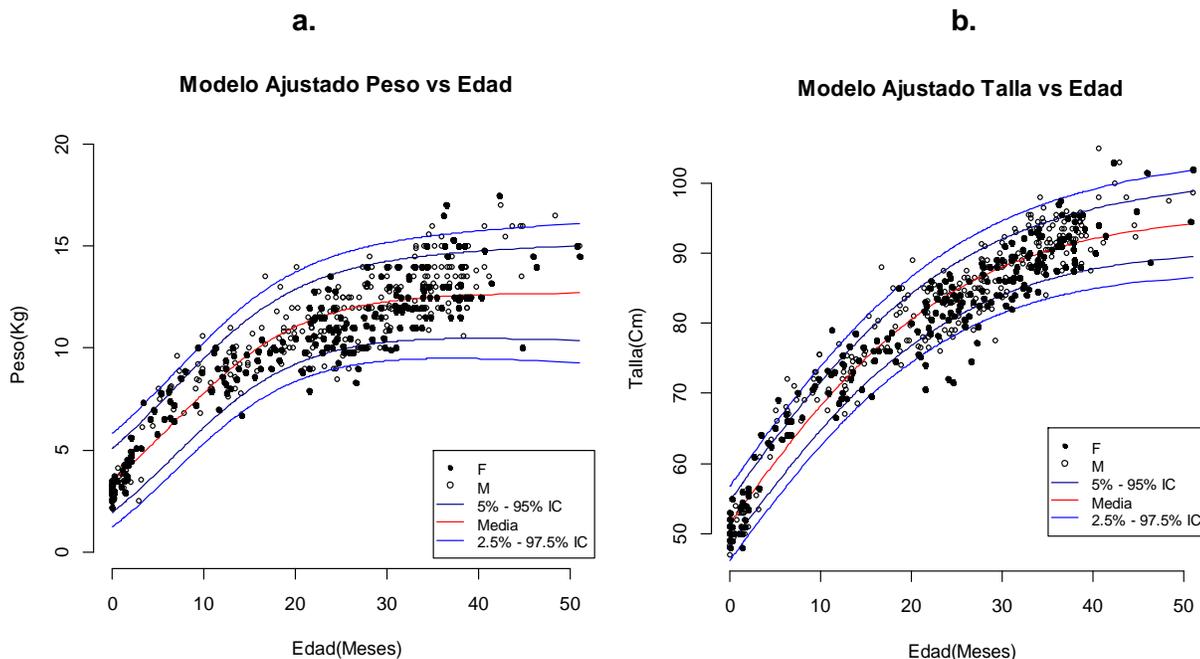


### 3.4 Curvas de Crecimiento

Usando los modelos bayesianos propuestos (ver ecuación (1.6) y (1.7)), se logró la construcción de las curvas de crecimiento que se muestran a continuación, obteniendo así, estimaciones de los parámetros del modelo a partir de los datos de las variables seleccionadas teniendo en cuenta la edad y sexo de los participantes. Los intervalos en que se muestran todas las curvas de crecimiento corresponden al 95% y 97,5% de credibilidad y las diferencias entre género se presentan a través de convenciones: **niñas** = círculos rellenos en negrilla, **niños** = círculos vacíos. Adicionalmente, se observan las estimaciones obtenidas de  $\mu$ , SD y cuantiles para cada variable. (El script de los modelos para obtener todas las curvas de crecimiento, se puede observar en el Anexo - J).

#### 3.4.1 Curvas de crecimiento para variables generales.

**Figura 3-4.** a) Modelo ajustado de Peso en Kg vs. Edad. b) Modelo ajustado de Longitud/talla en cm vs. Edad.



En la Figura 3-4 (a) los datos presentaron una pendiente de crecimiento hasta aproximadamente los dos años de edad; posteriormente, los aumentos de crecimiento en peso son menores a lo largo del tiempo. Se evidencia que la dispersión de los datos es menor durante los 4 primeros meses siendo similar tanto para niños como niñas; dicha dispersión incrementó desde aproximadamente los 10 meses de edad. Los intervalos de credibilidad se ampliaron a mayor edad. Se observó una mayor variabilidad del peso para el sexo femenino.

En la Figura 3-4 (b) se presenta el gráfico de Longitud/talla en cm y se observan bandas de credibilidad más estrechas en comparación con el peso en kg, a pesar que existe una dispersión considerable de los datos. Se observa una tendencia lineal de la curva obtenida con respecto a la edad, lo que puede asociarse con mayor velocidad de crecimiento en esta

variable. No se observan diferencias significativas entre sexos, sin embargo los mayores alcances de crecimiento los presentó el sexo masculino.

En la tabla 3-14 se observan las estimaciones obtenidas para las variables peso en kg y talla en cm con respecto a la edad. Se observa que con un 95% de confianza los coeficientes de ambas variables fueron diferentes de cero, es decir, que la edad afecta el crecimiento tanto del peso como de la talla.

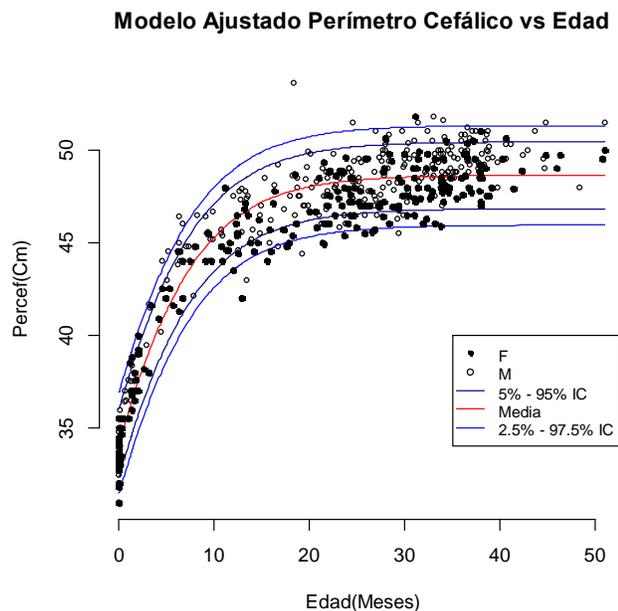
**Tabla 3-14. a.** Modelo Peso en kg: Media, desviación estándar y cuantiles. **b.** Modelo Talla en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.

<b>a.</b>					<b>b.</b>				
	<i>Mean (<math>\mu</math>)</i>	<i>SD</i>	<i>2.5%</i>	<i>97.5%</i>		<i>Mean (<math>\mu</math>)</i>	<i>SD</i>	<i>2.5%</i>	<i>97.5%</i>
b0	12.70827	0.242469	12.26000	13.22750	b0	95.94501	0.973517	94.21075	97.898500
b1	2.61391	0.088450	2.43950	2.79300	b1	0.86408	0.016873	0.83262	0.895500
b2	-0.14335	0.010059	-0.16328	-0.12320	b2	-0.07561	0.003344	-0.08215	-0.069190
c0	0.31220	0.170044	-0.04748	0.64310	c0	-2.20663	0.142382	-2.47293	-1.938150
c1	0.02669	0.007423	-0.05140	-0.01948	c1	-0.01480	0.006055	-0.02612	-0.004441

### 3.4.2 Curvas de crecimiento para variables craneofaciales.

- **Variables de Anchura**

**Figura 3-5.** Modelo ajustado de Perímetro cefálico en cm vs. Edad.



En el gráfico se pudo observar que el crecimiento del perímetro cefálico fue mayor entre los 0 a los 12 meses de edad tanto para niños como niñas. A partir de los 13 meses se observó que existe menor aumento en centímetros del perímetro cefálico pero se mantiene el patrón de crecimiento positivo con respecto a la edad. Se denotó que los mayores incrementos en la dimensión cefálica se presentaron en el sexo masculino, de hecho, se observó un dato

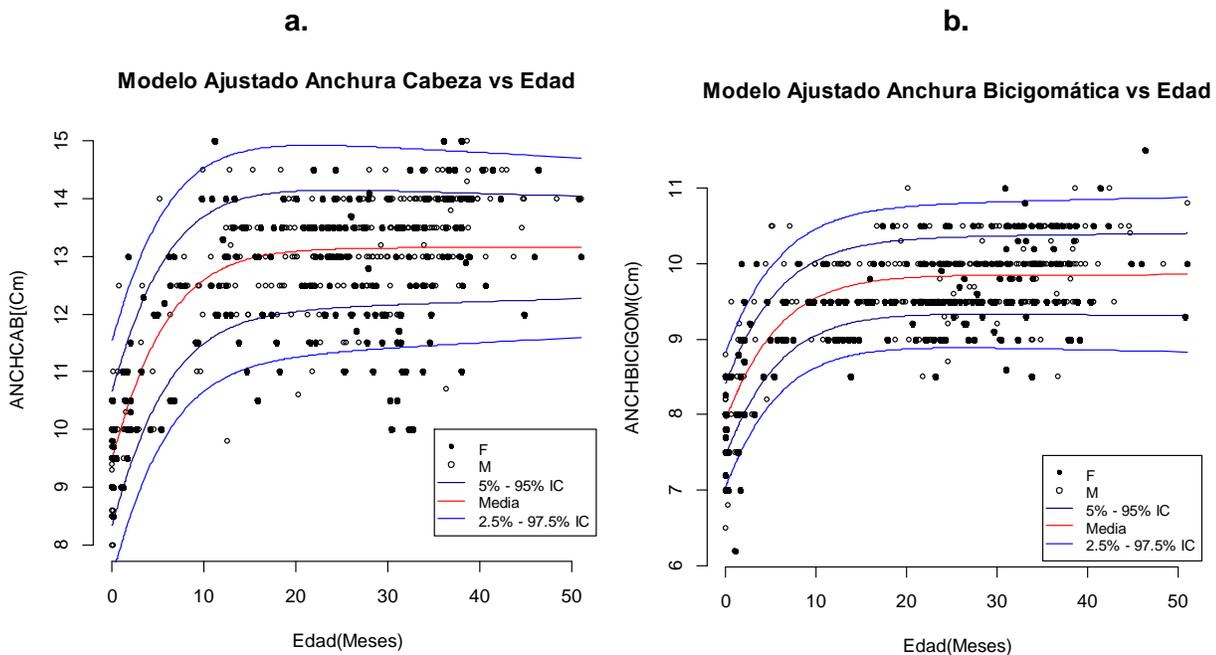
extremo previamente confirmado en los registros y corresponde a un niño con el perímetro cefálico aumentado. Igualmente, se encontró que los intervalos de credibilidad contienen casi la totalidad de la muestra, y que no se presentó mucha dispersión de las observaciones con respecto a la media.

En la tabla 3-15 se observan las estimaciones obtenidas para la variable perímetro cefálico con respecto a la edad.

**Tabla 3-15.** Modelo Perímetro cefálico en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.

	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	48.6249088	0.117683	48.40000	48.86000
b1	0.4218688	0.007013	0.40800	0.43610
b2	-0.1746712	0.009207	-0.19210	-0.15660
c0	-0.7450624	0.143529	-1.01892	-0.45415
c1	0.0005274	0.006014	-0.01056	0.01241

**Figura 3-6.** a) Modelo ajustado de Anchura de la Cabeza en cm vs. Edad. b) Modelo ajustado de Anchura Bicigomática en cm vs. Edad.



Para la Figura 3-6 (a), en cuanto al crecimiento en Anchura de la cabeza, se observó un crecimiento rápido de esta variable hasta poco antes de los 10 meses de edad. Se encontraron niñas y niños con medidas muy similares con respecto a la media, por lo cual fue una variable con un comportamiento de crecimiento muy regular. La distribución de los datos fue constante desde los 12 a los 48 meses de edad y no se observó un DS marcado en esta variable. Así mismo, a pesar de tener datos muy similares entre géneros, se observó en la figura una dispersión de datos considerable, particularmente para el sexo femenino. El modelo logró obtener intervalos de credibilidad muy amplios especialmente desde los 9 hasta

los 30 meses, capturando así gran cantidad de observaciones sin distorsionar la obtención de una curva de crecimiento para esta variable. Posteriormente, después de los 40 meses de edad se observó una reducción de los intervalos de credibilidad.

La Anchura bicigomática, figura (b), se reportó como una variable que adquirió estabilidad más rápidamente que la anchura de la cabeza, de tal manera que el mayor aumento del crecimiento tanto para niños como niñas se observó de los 0 a los 7 meses aproximadamente. A partir de esta edad, se denotó que los aumentos de crecimiento son continuos con respecto a la edad y el comportamiento del mismo fue constante, al igual que los intervalos de credibilidad. No se observaron diferencias relevantes entre sexos.

En la tabla 3-16 se observan las estimaciones obtenidas para las variables anchura de la cabeza y anchura bicigomática. Al observar el comportamiento medio de estas dos variables se denota que a partir de los 20 meses, sus aumentos de crecimiento se hacen prácticamente cero.

**Tabla 3-16. a.** Modelo anchura de la cabeza en cm: Media, desviación estándar y cuantiles. **b.** Modelo anchura bicigomática en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.

a.

b.

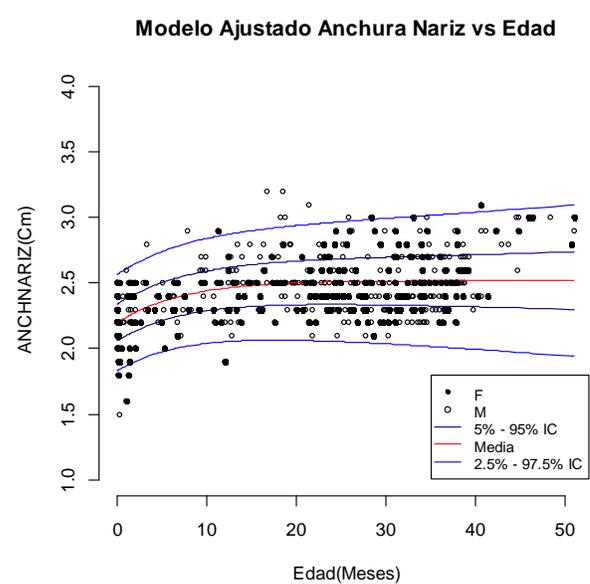
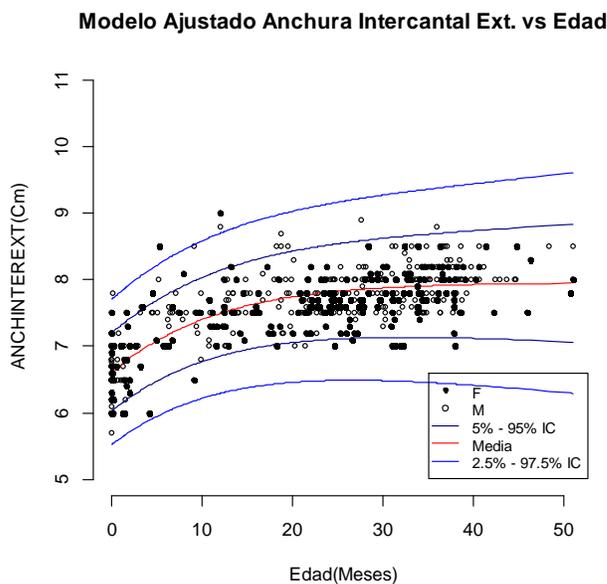
	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	13.15123	0.059445	13.04000	13.27000
b1	0.38413	0.014857	0.35462	0.41399
b2	-0.21645	0.023991	-0.26829	-0.17300
c0	0.37182	0.116563	0.14034	0.59689
c1	-0.01061	0.004627	-0.01973	-0.00185

	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	9.852441	0.036261	9.788000	9.92800
b1	0.240893	0.010683	0.220015	0.26289
b2	-0.201163	0.033921	-0.275892	-0.14191
c0	1.182995	0.115896	0.943283	1.39985
c1	0.005426	0.004513	-0.003614	0.01491

**Figura 3-7. a)** Modelo ajustado de Anchura Intercantal Externa en cm vs. Edad. **b)** Modelo ajustado de Anchura de la Nariz en cm vs. Edad.

a.

b.



Se observó también que el crecimiento de la anchura intercantil externa tiende a ser constante para todos los niños en general, tal como se observa en la Figura 3-7 (a). Se encontró que de los 0 a los 9 meses tanto niños y niñas reflejan un aumento de casi 1,5 cm de ganancia en cuanto a la distancia intercantil externa. A partir de los 10 meses de edad, el aumento en esta medida fue más constante. Sin embargo, las niñas presentaron los menores alcances de crecimiento y los niños presentaron los mayores valores de distancia intercantil externa. No obstante, los intervalos de credibilidad tuvieron gran amplitud debido a que es una medida antropométrica muy variable. El comportamiento de la variable en general fue de aumentos de crecimiento leves.

Para la anchura de la nariz, figura (b), se observó que el crecimiento fue leve tanto para niños como niñas, y que el comportamiento de esta variable fue similar a la distancia intercantil externa, siendo constante incluso desde el nacimiento. No se evidenció una pendiente de crecimiento significativa con respecto a la edad. Se observaron bandas de credibilidad de menor amplitud. A pesar de evidenciar regularidad en los datos obtenidos, se notó una mayor dispersión de ellos a mayor edad. Esto debido a que es una de las estructuras faciales caracterizadas por presentar un crecimiento individual y de variabilidad considerable.

En la tabla 3-17 se observan las estimaciones obtenidas para las variables anchura intercantil externa y anchura de la nariz. Al observar el comportamiento medio de la variable altura de la nariz, se denota que a partir de los 10 meses sus aumentos de crecimiento también se hacen prácticamente cero.

**Tabla 3-17. a.** Modelo anchura intercantil externa en cm: Media, desviación estándar y cuantiles. **b.** Modelo anchura de la nariz en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.

a.

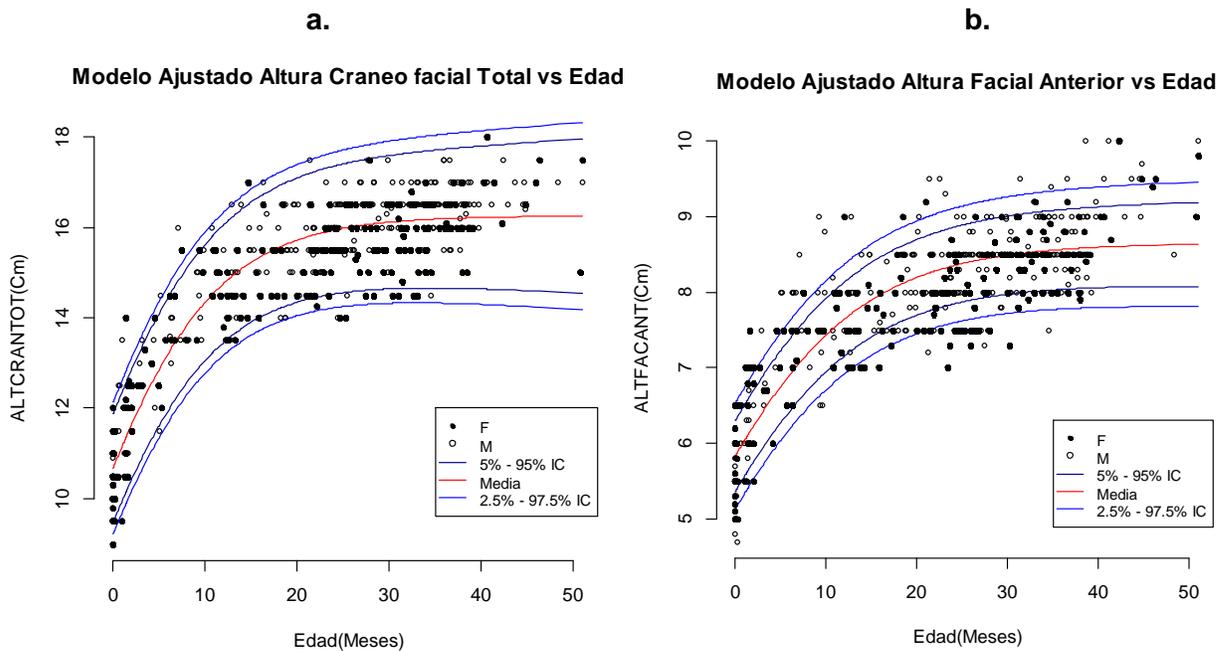
b.

	<i>Mean (<math>\mu</math>)</i>	<i>SD</i>	<i>2.5%</i>	<i>97.5%</i>
b0	7.95885	0.053043	7.872075	8.07800
b1	0.20257	0.009840	0.183408	0.22148
b2	-0.09959	0.016764	-0.135877	-0.07091
c0	1.58722	0.113589	1.362000	1.80800
c1	0.01634	0.004522	0.007723	0.02431

	<i>Mean (<math>\mu</math>)</i>	<i>SD</i>	<i>2.5%</i>	<i>97.5%</i>
b0	2.51895	0.020604	2.48500	2.566000
b1	0.14434	0.012800	0.12101	0.171987
b2	-0.15069	0.048349	-0.25886	-0.076262
c0	3.32801	0.103459	3.10082	3.522175
c1	-0.01119	0.004056	-0.01785	-0.002609

▪ Variables de altura

**Figura 3-8.** a) Modelo ajustado de Altura Craneofacial Total en cm vs Edad. b) Modelo ajustado de Altura Facial Anterior en cm vs Edad.



La Figura 3-8 (a) reporta el comportamiento de la Altura craneofacial total, en el cual se observó una curva de crecimiento marcada y mayores aumentos de crecimiento con respecto a la edad. Se evidenció que la pendiente del crecimiento para ambos sexos se presentó aproximadamente hasta los 20 meses de edad. Sin embargo, los datos de las niñas fueron un poco más dispersos con respecto a la media. Se identificaron algunos datos fuera del intervalo de credibilidad lo que fue asociado con la variabilidad del crecimiento facial.

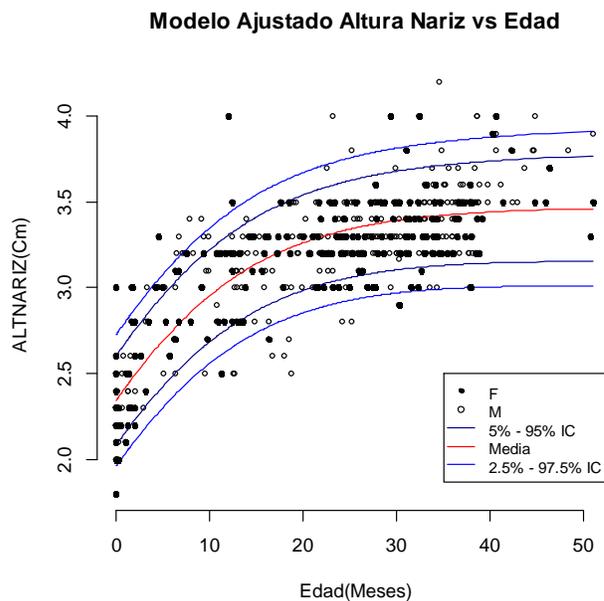
Con respecto a la figura (b) para la altura facial anterior, a pesar de que se evidenciaron datos constantes en esta medida desde aproximadamente los 20 meses de edad, algunos de ellos fueron muy variables en todas las edades tanto para niños como niñas. Por ende, la altura facial anterior presentó mayor dispersión de datos que la Altura craneofacial total, ya que refleja el crecimiento solamente de los tercios medio e inferior, y se evidenció una variabilidad significativa para ambos sexos que puede estar relacionada con el aumento de la proporción media e inferior facial en sentido vertical.

En la tabla 3-18 se observan las estimaciones obtenidas para las variables altura craneofacial total y altura facial anterior.

**Tabla 3-18. a.** Modelo altura craneofacial total en cm: Media, desviación estándar y cuantiles. **b.** Modelo altura facial anterior en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.

a.					b.				
	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%		Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	16.25458	0.066113	16.130000	16.3800	b0	8.648531	0.095673	8.492075	8.86470
b1	0.52234	0.014146	0.495308	0.5497	b1	0.482726	0.015848	0.451107	0.51358
b2	-0.13659	0.008808	-0.154693	-0.1199	b2	-0.108508	0.014089	-0.137400	-0.08068
c0	0.23473	0.128042	-0.010950	0.4909	c0	1.149105	0.136155	0.855200	1.38692
c1	0.01392	0.005136	0.003735	0.0247	c1	0.006525	0.005554	-0.003025	0.01851

**Figura 3-9.** Modelo ajustado de Altura de la Nariz en cm vs Edad.



La altura de la nariz es una variable que no ha sido muy reportada en descripciones de crecimiento craneofacial. No obstante, en la Figura 3-9 se puede observar un patrón de crecimiento positivo con respecto a la edad, y una pendiente de crecimiento hasta los 20 meses aproximadamente. A partir de esta edad, el crecimiento de esta variable fue constante tanto para niños como para niñas. Sin embargo, se denotó una dispersión notable de los datos que se asoció con la variabilidad en el crecimiento de esta estructura y su relación con el desarrollo de las proporciones del tercio medio facial. No se observó DS claro en esta variable.

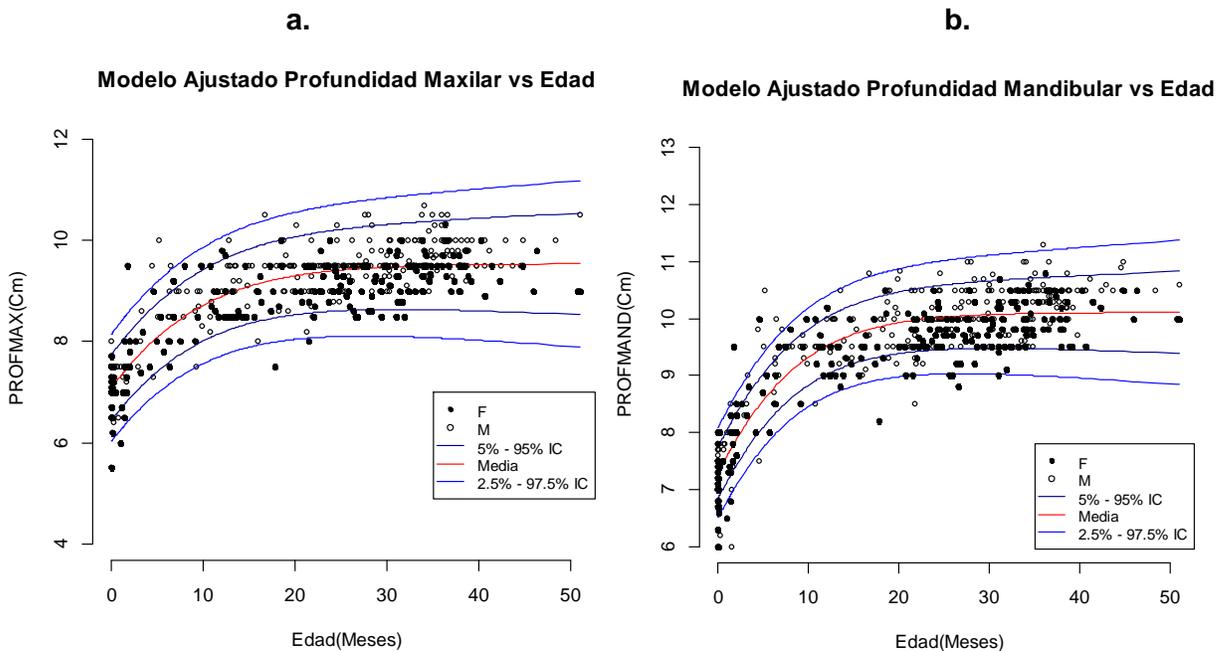
En la tabla 3-19 se observan las estimaciones obtenidas para la variable altura de la nariz.

**Tabla 3-19.** Modelo altura de la nariz en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.

	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	3.470115	0.036229	3.407075	3.54992
b1	0.479792	0.017563	0.446400	0.51599
b2	-0.101163	0.011605	-0.124200	-0.08011
c0	2.807080	0.119822	2.580075	3.03900
c1	0.006617	0.004753	-0.002482	0.01526

▪ **Variables de profundidad**

**Figura 3-10.** a) Modelo ajustado de Profundidad Maxilar en cm vs Edad. b) Modelo ajustado de Profundidad Mandibular en cm vs Edad.



En la Figura 3-10 (a) se muestra el comportamiento del crecimiento de la profundidad del maxilar a medida que aumenta la edad. Se observó que el DS no es muy notorio, a pesar que existen datos de ambos sexos que estuvieron ubicados dentro de los intervalos de credibilidad más externos. Esto alude a la variabilidad en la posición, morfología y específicamente al tamaño (macrognatismo/ micrognatismo) del maxilar superior, demostrando un crecimiento un poco mayor para el sexo masculino y menor para el sexo femenino. Sin embargo, el comportamiento general de la variable destacó una pendiente de crecimiento moderada hasta los 20 meses de edad para ambos sexos.

Con respecto a la profundidad mandibular, figura (b), se presenta una pendiente de crecimiento más notoria particularmente antes de los 15 meses de edad. Se observaron datos fuera de las bandas de credibilidad, que fueron asociadas con el tamaño mandibular o

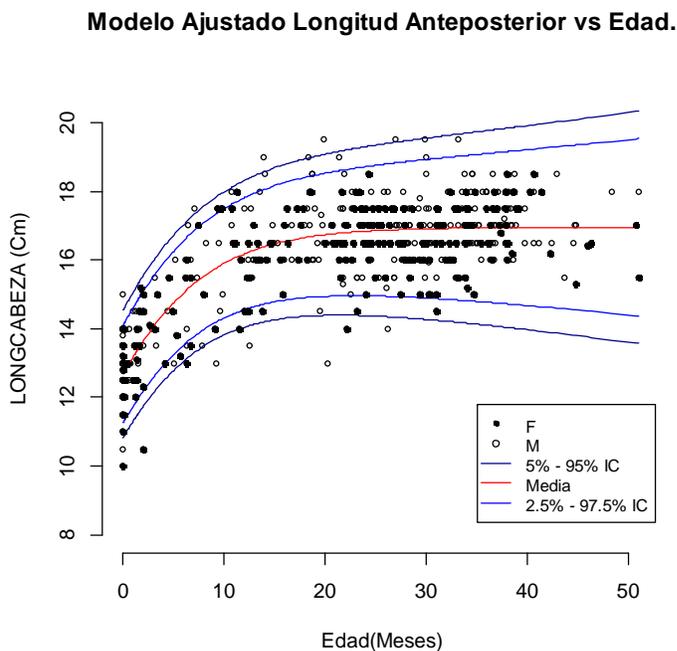
con tendencias al retrognatismo o prognatismo mandibular. No se evidenciaron diferencias significativas entre sexos antes de los 6 meses de edad, pero posteriormente se denotó mayor variabilidad y mayor ganancia de crecimiento con respecto a la media, para el sexo masculino. Para ambas medidas, se observó una tendencia a la ampliación los intervalos de credibilidad a partir de los 40 meses de edad.

En la tabla 3-20 se observan las estimaciones obtenidas para las variables altura craneofacial total y altura facial anterior.

**Tabla 3-20. a.** Modelo profundidad maxilar en cm: Media, desviación estándar y cuantiles. **b.** Modelo profundidad mandibular en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.

a.					b.				
	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%		Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	9.54218	0.038305	9.470075	9.61992	b0	10.10663	0.040087	10.030000	10.19000
b1	0.34489	0.011998	0.321700	0.36878	b1	0.38513	0.013255	0.360330	0.41178
b2	-0.12990	0.011423	-0.152785	-0.10930	b2	-0.15227	0.015339	-0.184778	-0.12500
c0	1.15043	0.124311	0.911407	1.38577	c0	1.06086	0.130430	0.788300	1.31000
c1	0.01746	0.005037	0.008265	0.02726	c1	0.01862	0.005333	0.007684	0.02918

**Figura 3-11.** Modelo ajustado de Longitud Anteroposterior de la Cabeza en cm vs Edad.



En la Figura 3-11 se puede observar que la Longitud anteroposterior de la cabeza reveló una pendiente de crecimiento desde los 0 a los 20 meses, momento en el cual empezaron a ser constantes los aumentos de crecimiento para esta variable tanto en niños como niñas. Quienes lograron mayores dimensiones en longitud anteroposterior de la cabeza aun cuando se presentó mayor variabilidad en las observaciones, fueron individuos del sexo masculino.

También se observó un aumento en la amplitud de los intervalos de credibilidad a partir de los 30 meses de edad.

En la tabla 3-21 se observan las estimaciones obtenidas para la variable longitud anteroposterior de la cabeza con respecto a la edad.

**Tabla 3-21.** Modelo Longitud anteroposterior de la cabeza en cm: Media, desviación estándar y cuantiles.

	<i>Mean (<math>\mu</math>)</i>	<i>SD</i>	<i>2.5%</i>	<i>97.5%</i>
b0	16.94952	0.065701	16.83000	17.09000
b1	0.33654	0.016378	0.30550	0.36915
b2	-0.16375	0.017784	-0.20310	-0.13221
c0	-0.60584	0.119008	-0.82476	-0.35971
c1	0.02229	0.004789	0.01117	0.03108

Los anteriores resultados demostraron que es posible ajustar un modelo bayesiano para el crecimiento de variables antropométricas generales y especialmente craneofaciales sin tener inconvenientes con la variabilidad en la edad de los participantes. La mayoría de los datos se ubicaron dentro de las bandas de credibilidad y los resultados exhortan a que el modelo bayesiano es útil para estudiar datos antropométricos del CCF.

- **Otras Variables estudiadas, no modeladas.**

Para las variables nasales *Longitud* y *Anchura de la columnella*, no se observó ninguna tendencia de crecimiento con respecto a la edad y los valores alcanzados fueron muy similares desde los 1 a los 4 años de edad tanto para niños como para niñas: Longitud Columnella Min.0,4 cm - Máx.0,9 cm y Anchura Columnella Min 0,4 cm- Máx. 1,2 cm.

Con respecto a las variables orbitales *Anchura intercantal interna* y *Anchura palpebral*, se observó un aumento de crecimiento hasta aproximadamente los primeros 10 meses de vida en niños y niñas. A partir de esta edad, el crecimiento fue más constante; el valor mínimo reportado fue 1,8 cm y el máximo 3,2 cm. Por otra parte, para la *Anchura de frente* y *Anchura de cara inferior*, se observó un crecimiento rápido hasta lograr aumentos más constantes a partir de los 14 meses en adelante, sin embargo, no existió una tendencia de crecimiento clara para estas variables, con respecto a la edad.

Así mismo, para variables orales como *Anchura de la boca*, el crecimiento fue mayor hasta los 9 meses de edad (ganancia de 1,5 a 2,0 cm), y se observó que los aumentos de crecimiento a partir de los 27 meses hasta los 50 meses de edad en esta variable, fueron de hasta 0,5 cm. El valor máximo alcanzado fue de 4,0 cm. De forma similar, para la *Longitud* y *Anchura de filtrum*, se encontraron niños y niñas con las mismas medidas en centímetros desde los 0 a los 4 años para estas dos variables; desde 0,7 cm a 1,2 cm para la Longitud y desde 0,30 cm a 0,50 cm para la Anchura del filtrum, lo cual demuestra que son valores muy similares y no existió un comportamiento o tendencia de crecimiento significativa en ellas.

### 3.5 Asociación de variables explicativas con variables antropométricas.

Uno de los objetivos de esta investigación fue encontrar las posibles variables predictoras que mejor explicaran el comportamiento de las variables dependientes. Finalmente, se identificaron 47 variables independientes que influyeron sobre el proceso de crecimiento general y del CCF (ver Tabla 2-5). Para lograr su asociación con las variables antropométricas elegidas (ver Tabla 2-4), se realizó el análisis de regresión Stepwise (“paso a paso”) que obtuvo una clasificación de aquellos factores independientes influyentes en las variables respuesta.

El modelo fue útil para establecer los factores que explicaron el crecimiento de cada variable antropométrica, de manera que permitió no sólo definir la influencia de un grupo de variables independientes asociadas a cada una de ellas, sino especificar su nivel de significancia.

Los modelos finales se obtuvieron mediante el criterio de información de Akaike (AIC), a través de la exclusión de una a una de las 47 variables explicativas seleccionadas.

En este orden de ideas, la elección del conjunto de variables independientes más influyentes o que mejor explicaron el comportamiento de cada medida general y craneofacial dados los datos, se observa en la **Tabla 3-22**. Las dos primeras variables independientes que determinaron la explicación de cada medida antropométrica, fueron la *edad* y el *género*. A continuación les siguieron las variables socioeconómicas, ecogeográficas, antecedentes del niño, factores alimenticios y de habilidades motoras, las cuales se describen **teniendo en cuenta la nomenclatura de variables aclarada dentro del Anexo-H**. Adicionalmente en las figuras 3-12 a 3-16, se observan esquemas de asociación que resumen la influencia de dichos grupos de variables independientes en cada grupo de variables antropométricas (variables generales, variables de anchura, altura y profundidad).

Así mismo, en la Tabla 3-23 se presentan los resultados de la prueba ANOVA, la cual reveló la significancia de las variables independientes influyentes en el comportamiento del crecimiento de cada variable antropométrica. Variables como la “edad” y el “género”, demostraron un buen nivel de significancia y predominaron como variables predictoras del crecimiento general. Sin embargo, para el crecimiento craneofacial, el “género” fue relevante en la variable “perímetro cefálico”. Para las demás variables del CCF predominó la “edad” como factor influyente, además de factores socioeconómicos, ecogeográficos, de bienestar, entre otros. Los niveles de significancia se describen a continuación: ‘\*\*\*’= 0.001, ‘\*\*’= 0.01, ‘\*’= 0.05, ‘.’= 0.1.

**Tabla 3-22.** Tabla de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en cada variable respuesta.

<b>Variables Respuesta o dependientes</b>	<b>Variables Independientes asociadas</b>
<b>Variables Generales</b>	
<i>Peso</i>	GENERO, EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESTRATO, INGRESOS, TGESTACION, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, SUCCION, ESCGATE, CUANTIEM, RECIBIBE, SUCDIGI, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Talla</i>	GENERO, EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESTRATO, INGRESOS, ESCOLRDM, TGESTACION, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, ESCGATE, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<b>Variables Craneofaciales</b>	
<b>De Anchura</b>	
<i>Perímetro Cefálico</i>	GENERO, EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESTRATO, SERPUBLI, INGRESOS, ESCOLRDP, TGESTACION, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, PALAFRAS, ESCGATE, MIXTSOLI, CHUPOENT, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Anchura de la cabeza</i>	EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESTRATO, SERPUBLI, INGRESOS, TGESTACION, PESONAC, PERCEFAC, PALAFRAS, MATERNA, RECIBIBE, MIXTSOLI, SUCDIGI, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Anchura bicigomática</i>	EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESTRATO, INGRESOS, ESCOLRDM, ESCOLRDP, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, SUCCION, MIXTSOLI, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Anchura Intercantal externa</i>	EDAD, EDPDRE, EDMDRE, SERPUBLI, INGRESOS, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, SUCCION, ESCGATE, MATERNA, RECIBIBE, CHUPOENT, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Anchura de la nariz</i>	EDAD, EDPDRE, ESCOLRDM, TGESTACION, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, ERUDENTM, SUCCION, PALAFRAS, ESCGATE, MATEMIXT, CUANTIEM, SUCDIGI, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<b>De Altura</b>	
<i>Altura craneofacial total</i>	GENERO, EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESCOLRDP, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, ERUDENTM, SUCCION, PALAFRAS, RECIBIBE, MIXTSOLI, SUCDIGI, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Altura facial anterior</i>	GENERO, EDAD, EDPDRE, ESTRATO, INGRESOS, TGESTACION, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, SUCCION, PALAFRAS, MATEMIXT, RECIBIBE, CHUPOENT, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Altura de la nariz</i>	GENERO, EDAD, EDPDRE, ESTRATO, SERPUBLI, ESCOLRDM, ESCOLRDP, TGESTACION, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, ERUDENTM, ESCGATE, CUANTIEM, MIXTSOLI, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<b>De Profundidad</b>	
<i>Profundidad Maxilar</i>	EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESTRATO, INGRESOS, ESCOLRDM, ESCOLRDP, TGESTACION, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, SUCCION, MATERNA, CUANTIEM, MIXTSOLI, SUCDIGI, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Profundidad Mandibular</i>	GENERO, EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESTRATO, SERPUBLI, INGRESOS, ESCOLRDM, ESCOLRDP, TGESTACION, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, SUCCION, PALAFRAS, MATEMIXT, MIXTSOLI, SUCDIGI, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.
<i>Longitud Anteroposterior de la cabeza</i>	GENERO, EDAD, EDPDRE, EDMDRE, ESTRATO, INGRESOS, ESCOLRDM, ESCOLRDP, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, ERUDENTM, PALAFRAS, MATERNA, MATEMIXT, CUANTIEM, RECIBIBE, MIXTSOLI, SUCDIGI, NACINCIUD, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.

**Tabla 3-23.** Nivel de significancia de variables independientes para cada variable antropométrica – prueba ANOVA.

Variables Respuesta o dependientes	Variables Independientes asociadas	ANOVA
<b>Variables Generales</b>		
<i>Peso</i>	EDAD	< 2e-16 ***
	INGRESOS	0.00570 **
	SUCCION	0.00241 **
	RECIBIBE	0.02076 *
	EDMDRE	0.01892 *
	GENERO	0.09112.
<i>Talla</i>	EDAD	< 2e-16 ***
	GENERO	0.09112.
	EDMDRE	0.01892 *
<b>Variables Craneofaciales: De anchura</b>		
<i>Perímetro Cefálico</i>	GENERO	0.00693 **
	EDAD	< 2e-16 ***
	INGRESOS	0.00968 **
	PALAFRAS	0.01843 *
	ESCGATE	0.08840.
<i>Anchura de la cabeza</i>	EDAD	7.23e-06 ***
	MIXTSOLI	0.01902 *
	SUCDIGI	0.07806.
<i>Anchura bicigomática</i>	EDAD	0.000297 ***
	SUCCION	0.002046 **
<i>Anchura Intercantal externa</i>	EDAD	9.12e-08 ***
	INGRESOS	0.001141 **
	ESCGATE	0.062309.
	NACIABEMD	0.000321 ***
<i>Anchura de la nariz</i>	EDAD	0.00111 **
	ESCOLRDM	0.03190 *
	ERUDENTM	0.01177 *
	SUCCION	0.06943.
	CUANTIEM	0.03723 *
<b>De Altura</b>		
<i>Altura craneofacial total</i>	EDAD	3.92e-11 ***
	EDMDRE	0.002389 **
	SUCCION	1.34e-05 ***
	SUCDIGI	0.07806.
<i>Altura facial anterior</i>	EDAD	5.98e-12 ***
	NACIPDRD	9.59e-05 ***
	NACIABEPD	0.000432 ***
	SUCCION	0.018044 *
	PALAFRAS	0.088265.
<i>Altura de la nariz</i>	EDAD	5.18e-12 ***
	TGESTACION	0.043567 *
<b>De Profundidad</b>		
<i>Profundidad Maxilar</i>	EDAD	5.34e-09 ***
	ESCOLRDM	0.02374 *
	TGESTACION	0.03316 *
	SUCCION	0.00262 **
	MIXTSOLI	0.00789 **
	NACIPDRD	0.01418 *
<i>Profundidad Mandibular</i>	EDAD	9.59e-07 ***
	SUCCION	6.60e-05 ***
	MIXTSOLI	0.06705.
<i>Longitud Anteroposterior de la cabeza</i>	EDAD	0.00912 **

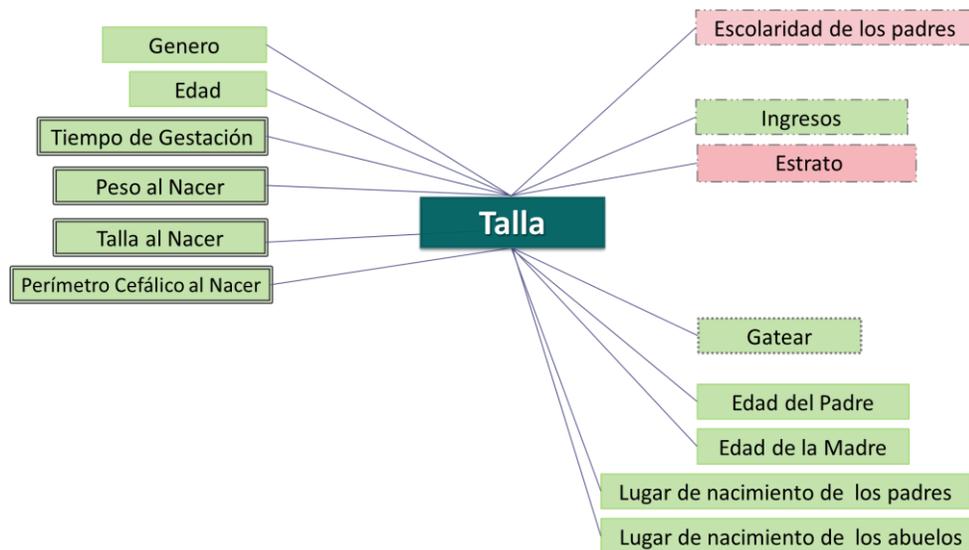
A continuación se observan cinco figuras que resumen gráficamente los resultados de la Tabla 3-22, de manera que se observan los *grupos* de variables independientes más influyentes para cada variable respuesta en recuadros de color verde y rosa: las variables con **color verde**, corresponden a aquellas que **son constantes** en la explicación del crecimiento general y craneofacial; y las variables en **color rosa**, corresponden a variables de influencia **específica** en cada variable respuesta (medidas antropométricas).

Adicionalmente los recuadros de cada figura se presentan con una **convención de borde**:

- El borde grueso (columna izquierda zona media de las figuras), corresponde al grupo de variables de bienestar. El borde de puntos y líneas (columna derecha zona superior) corresponde a variables de tipo socioeconómico. El borde de solo punteado (columna derecha zona media), corresponde a las variables de tipo funcional; y los recuadros sin borde, corresponden a las variables de tipo ecogeográfico, edad y género.

**Figura 3-12.** Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en la variable talla en cm.

En la figura 3-12 se observa la gráfica de variables independientes influyentes sobre la variable talla en cm. Se denotan, por ejemplo, las variables que son constantes en la explicación del crecimiento general (color verde), destacando en primer lugar a la edad y género, seguidas de algunas variables de bienestar y ecogeográficas (ver convenciones de borde); además, la influencia específica de variables de tipo socioeconómico como escolaridad de los padres y estrato socioeconómico en la variable talla en cm (color rosa).

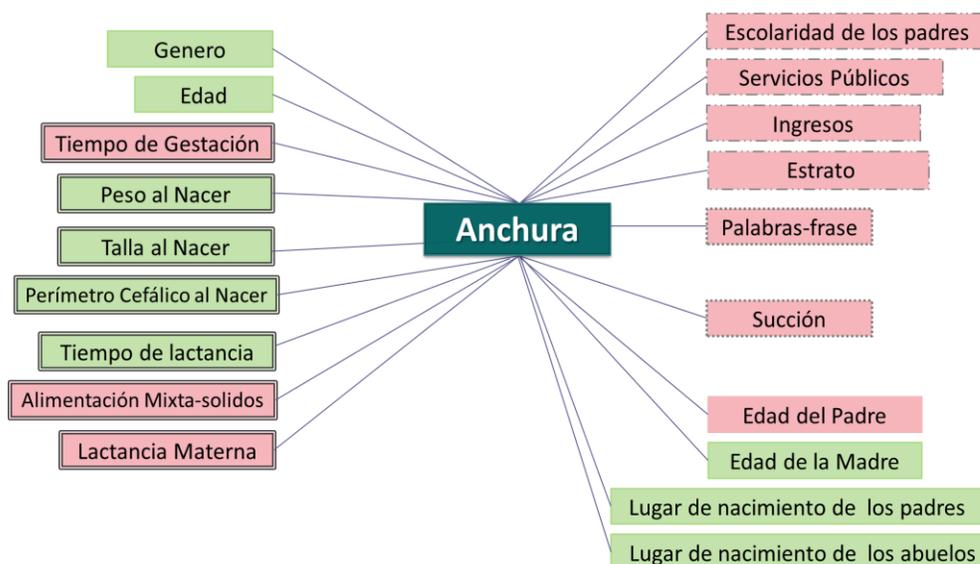


**Figura 3-13.** Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en la variable peso en kg.



En la figura 3-13 se observa la gráfica del grupo de variables independientes influyentes sobre la variable peso en kg. Se denota la influencia específica (color rosa) de variables funcionales como la succión, y de bienestar como el tiempo de duración de la lactancia materna. Además, la influencia constante (color verde) de la mayoría de variables ecogeográficas como lugar de nacimiento de padres, abuelos y edad de los padres, variables de bienestar como el tiempo de gestación y somatometría al nacer, particularmente una variable funcional como lo es gatear (actividad motora), y algunas de tipo socioeconómico como estrato socioeconómico, ingresos, entre otras (ver convenciones de borde).

**Figura 3-14.** Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en las variables de la dimensión de anchura craneofacial.



En la figura 3-14 se observa la gráfica de variables independientes influyentes sobre las variables de la dimensión de anchura craneofacial (*perímetro cefálico, anchura de la cabeza, bicigomática, intercantal externa y de la nariz*). Se denota la influencia específica de un buen número de variables de tipo socioeconómico. Además, particularmente de variables funcionales como la succión e inicio de construcción de palabras y frases (habilidad lingüística); variables de bienestar como el tiempo de gestación e inicio de la alimentación mixta con sólidos, y en especial una variable de tipo ecogeográfico como lo es la edad del padre.

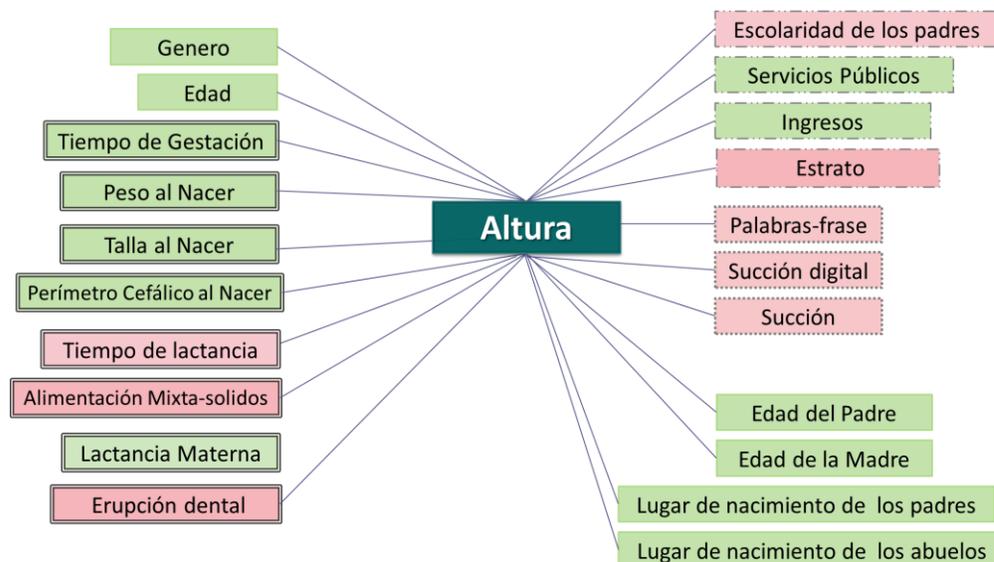
**Figura 3-15.** Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en las variables de la dimensión de profundidad craneofacial.



En la figura 3-15 se observa la gráfica de variables independientes influyentes sobre las variables de la dimensión de profundidad craneofacial (*profundidad del maxilar, de la mandíbula y longitud anteroposterior de la cabeza*).

Se denota la influencia específica de variables socioeconómicas como el acceso a servicios públicos, variables funcionales como hábitos de succión digital y un buen número de variables de bienestar como el tiempo de gestación, inicio de la erupción dental, inicio de alimentación mixta con sólidos, entre otras. Adicionalmente al género y edad, las variables de bienestar como somatometría al nacer y de tipo ecogeográfico como lugar de nacimiento de padres, abuelos y edad de los padres, se mantienen como variables de influencia constante en el crecimiento en profundidad del CCF.

**Figura 3-16.** Esquema de asociación entre el grupo de variables independientes influyentes en las variables de la dimensión de altura craneofacial.



En la figura 3-16 se observa la gráfica de variables independientes influyentes sobre las variables de la dimensión de altura craneofacial (*altura craneofacial total*, *altura facial anterior* y *altura de la nariz*). Se denota nuevamente la escolaridad de los padres como aspecto específico influyente en la explicación del crecimiento craneofacial en altura, así como la mayoría de variables funcionales y de bienestar (ver convenciones de borde). La altura es la dimensión del CCF, donde se presentó mayor número de variables independientes influyentes.

### 3.5.1 Asociación de la variable explicativa “género” con variables antropométricas.

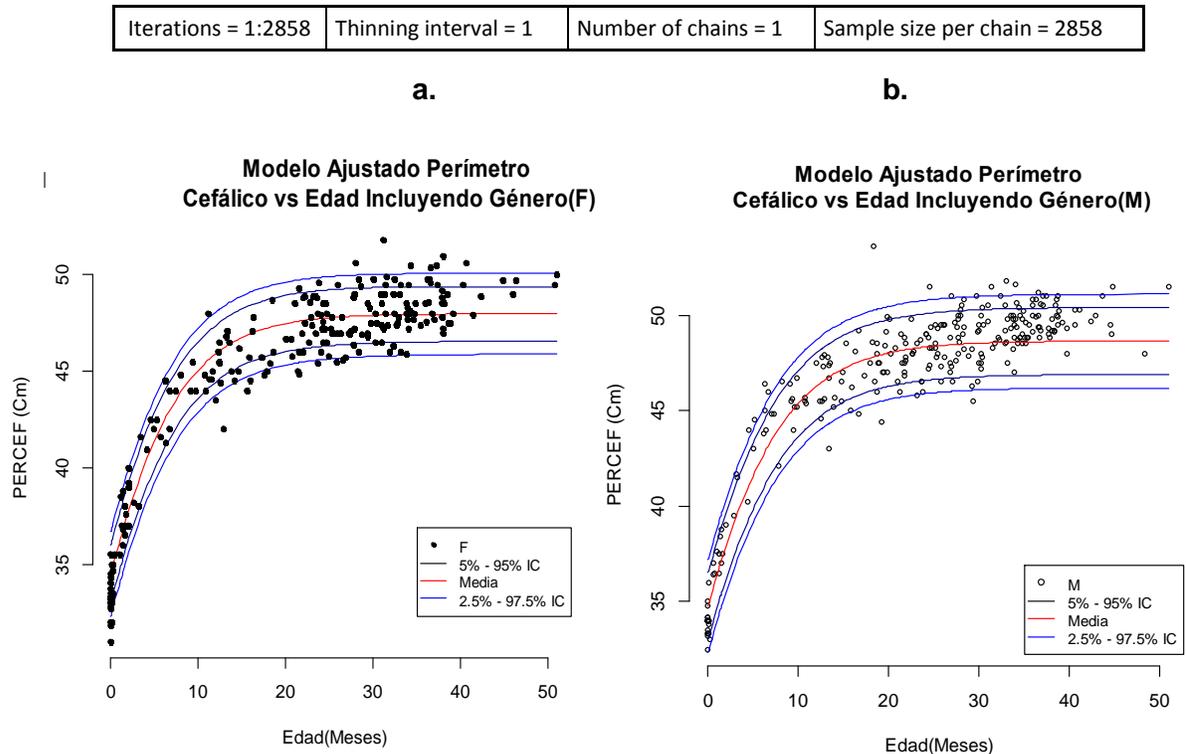
Debido a que el *género* presenta un nivel de significancia relevante en el crecimiento somático infantil (6, 10, 11, 18, 21, 45) y que reveló gran importancia en el proceso de asociación de variables en la presente investigación, no sólo para medidas generales (talla en cm y peso en kg) sino específicamente medidas de altura y profundidad craneofacial (ver Tabla 3-22 y figuras 3-12 a 3-16), se realizó la inclusión de dicha variable explicativa (género) en cuatro modelos de crecimiento: tres de ellos para cada una de las tres dimensiones del CCF y uno para una variable general, a través del uso del modelo descrito en la ecuación 1.8 (ver ecuación (1.8)), donde el valor “0” corresponde a los **niños** y el valor “1” a las **niñas**. (El script del modelo se puede observar en el Anexo - J).

El primer modelo en que se incluyó el “género” fue en la variable *perímetro cefálico* (dimensión de anchura), seguida de la variable *altura craneofacial total* (dimensión de altura), *profundidad maxilar* (dimensión de profundidad) y *peso en kg* (variable general). En las Figuras 3-172 a 3-20, se pueden observar los resultados obtenidos una vez incluida la

variable “género” en cada variable antropométrica mencionada, encontrando que los intervalos de credibilidad para las tres variables craneofaciales mantuvieron una amplitud regular y para el peso en kg, las bandas de credibilidad se ampliaron considerablemente desde los 25 meses de edad en adelante.

Las figuras (a) corresponden al sexo femenino y las figuras (b) al sexo masculino. Adicionalmente, se observan las estimaciones obtenidas para cada modelo.

**Figura 3-17.** Modelo ajustado de *perímetro cefálico* incluyendo la variable explicativa *género*; **a)** género femenino, **b)** género masculino.



En la Figura 3-17, se puede observar que existió un aumento en el crecimiento del perímetro cefálico tanto para el sexo femenino como masculino especialmente en el primer año de vida. De los 12 meses en adelante la variabilidad de los datos incrementó, siendo mayor en las niñas, y el sexo masculino presentó mayor ganancia de crecimiento para esta variable. Los intervalos de credibilidad obtenidos en las gráficas de ambos géneros, fueron estrechos especialmente de los 0 a los 6 meses de edad y adquirieron mayor amplitud cerca de los 10 meses, siendo ligeramente más amplios para el género masculino en edades mayores.

De esta manera, se evidenció que la inclusión de esta variable independiente al modelo del perímetro cefálico, permitió detallar el comportamiento de los datos, denotando un potencial de crecimiento propio para cada sexo.

Así mismo, es notorio que una de las variables que mejor explicó el crecimiento del perímetro cefálico fue el “género”, debido a que al ser incluido en el modelo de crecimiento, se logró mantener una curva sin distorsión alguna de los intervalos de credibilidad para ninguna edad y ningún sexo. Por lo tanto, es una variable que no sólo provee la información dispuesta en

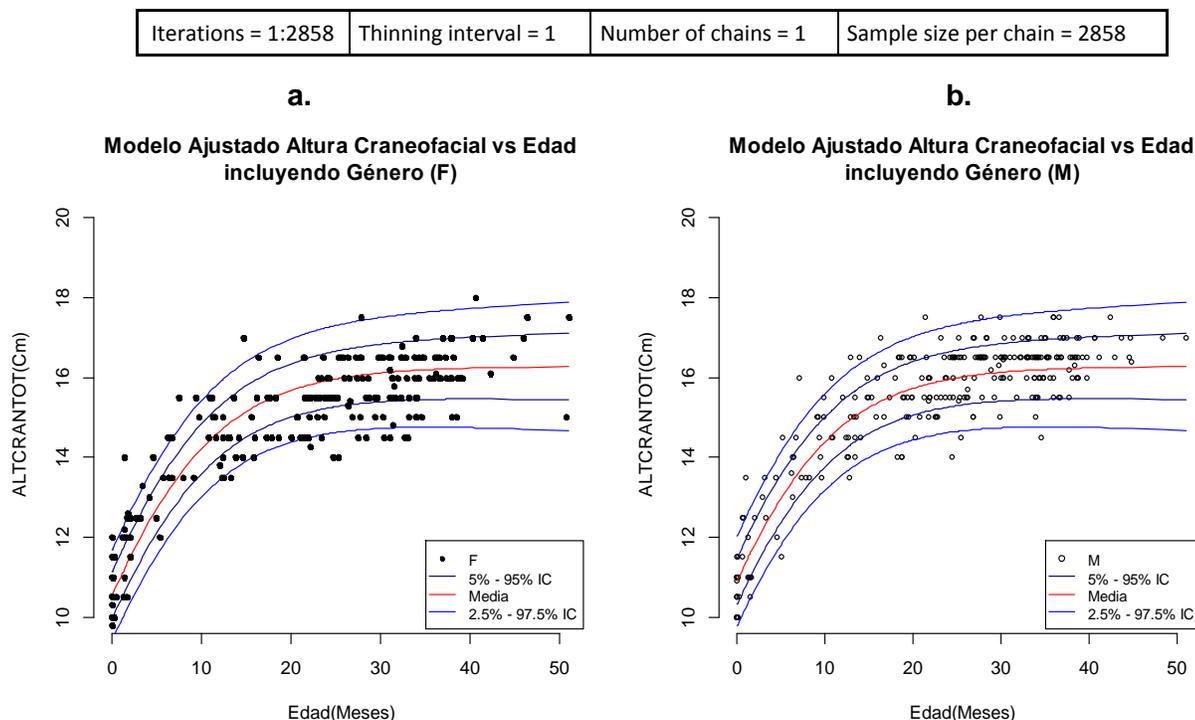
ella para incorporarla satisfactoriamente en un contexto biológico, sino que influye en el crecimiento del perímetro cefálico y logra explicarlo, al demostrar que existe una relación evidente entre el género y el crecimiento. En la tabla 3-24 y de acuerdo a la ecuación (1.8), se describen las estimaciones obtenidas para la media, desviación estándar y cuantiles, de la inclusión del género en la variable *perímetro cefálico*. En ella se observa que el parámetro  $b_3$  es diferente a cero con un nivel de confianza del 95%, lo cual implica que existen diferencias entre el sexo femenino y masculino para esta variable. El crecimiento del género masculino fue el más significativo.

**Tabla 3-24.** Modelo: perímetro cefálico en cm + género: Media, desviación estándar y cuantiles.

	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	48.6479356	0.120075	48.41000	48.88000
b1	0.3984686	0.009948	0.37884	0.41770
b2	-0.1710983	0.009549	-0.19010	-0.15380
b3	0.0936908	0.029881	0.03421	0.15266
c0	-0.7253323	0.145341	-0.99920	-0.40142
c1	0.0005317	0.006150	-0.01250	0.01272

Así mismo, la Figura 3-18 muestra la inclusión de la variable género en el modelo de crecimiento de la variable altura craneofacial total, obteniendo así, un resultado que también demuestra una asociación positiva entre ellas.

**Figura 3-18.** Modelo ajustado de *altura craneofacial total* incluyendo la variable explicativa *género*; **a)** género femenino, **b)** género masculino.



En la figura 3-18 se evidenció una pendiente de crecimiento desde los 0 a los 20 meses de edad de la variable Altura craneofacial total tanto para el sexo femenino como masculino. Se

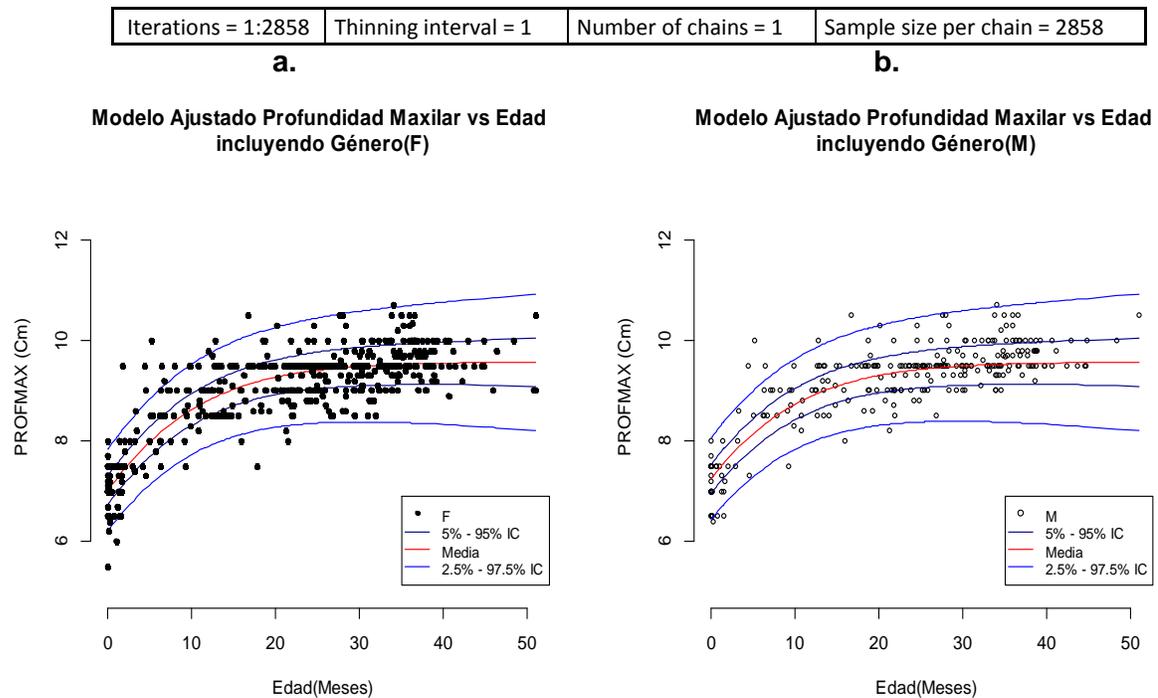
observaron intervalos de credibilidad de mediana amplitud desde edades tempranas. Además se denotó que el comportamiento del crecimiento de esta variable en el sexo femenino adquirió mayor variabilidad que el sexo masculino en edades mayores. En ambas figuras se evidenció un patrón de crecimiento similar, sin embargo, fue más constante para el sexo masculino. Adicionalmente, en la tabla 3-25 se observan los valores de las estimaciones de media, desviación estándar y cuantiles, de la inclusión del género en la variable antropométrica *altura craneofacial total*. Se evidencia que la estimación obtenida para el parámetro b3, indicó que existen diferencias entre géneros, debido a que el coeficiente obtenido fue significativamente diferente de cero con un nivel de confianza del 95%. Esto sugiere que el crecimiento para el sexo masculino en altura craneofacial total, fue mayor.

**Tabla 3-25.** Modelo: altura craneofacial total en cm + género: Media, desviación estándar y cuantiles.

	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	16.27720	0.068272	16.140000	16.41000
b1	0.49175	0.019254	0.454427	0.53006
b2	-0.13242	0.008948	-0.150915	-0.11620
b3	0.09793	0.046236	0.006983	0.19306
c0	0.23822	0.127711	-0.007470	0.50100
c1	0.01418	0.005169	0.003234	0.02425

Por otra parte, en la Figura 3-19 se puede observar el resultado de la inclusión de la variable género en el modelo de crecimiento de la medida profundidad maxilar.

**Figura 3-19.** Modelo ajustado de *profundidad maxilar* incluyendo la variable explicativa *género*; a) género femenino, b) género masculino.



En la figura 3-19 se observa el crecimiento de la variable profundidad maxilar con respecto a la edad para el sexo femenino y masculino. Se observó que los datos de las niñas

presentaron mayor dispersión, sin embargo, las bandas de credibilidad tuvieron una amplitud similar para ambos sexos. Así mismo, que el aumento de crecimiento para el sexo masculino fue más constante y ligeramente mayor que el sexo femenino especialmente de los 0 a 3 meses. En general, se observó que el género permite explicar el crecimiento de esta variable dado que se ajusta a esta curva de crecimiento.

Así mismo, la tabla 3-26 describe las estimaciones para la media, desviación estándar y cuantiles, de la inclusión del género en la medida antropométrica *profundidad maxilar*. Se observa que  $b_3$  fue significativamente diferente a cero, lo cual sugiere que existen diferencias en la profundidad maxilar entre el género femenino y masculino, siendo mayor el crecimiento en el género masculino, debido al resultado obtenido para la estimación del parámetro  $b_3$  bajo un nivel de confianza del 95%.

**Tabla 3-26.** Modelo: profundidad maxilar + género. Media, desviación estándar y cuantiles.

	Mean ( $\mu$ )	SD	2.5%	97.5%
b0	9.57065	0.048467	9.48500	9.67600
b1	0.31835	0.017191	0.28560	0.35246
b2	-0.11988	0.012507	-0.14572	-0.09597
b3	0.13061	0.063284	0.00698	0.25463
c0	1.09870	0.120691	0.86840	1.33315
c1	0.02019	0.004847	0.01060	0.02935

Por último, la Figura 3-20 muestra la inclusión de la variable género en el modelo de crecimiento de la medida general, peso en kg.

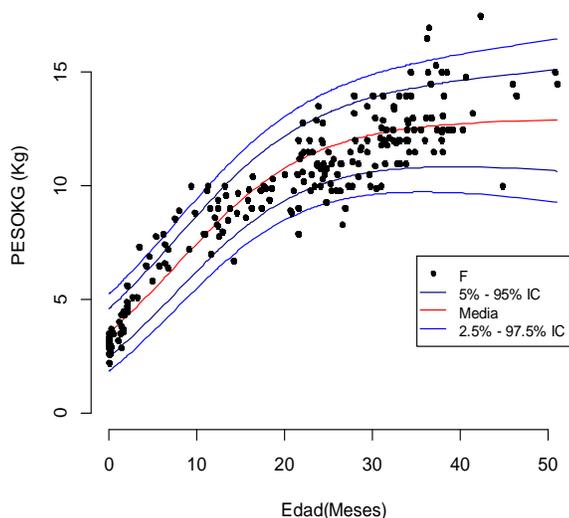
**Figura 3-20.** Modelo ajustado de peso en kg incluyendo la variable explicativa género; **a)** género femenino, **b)** género masculino.

Iterations = 1:2858	Thinning interval = 1	Number of chains = 1	Sample size per chain = 2858
---------------------	-----------------------	----------------------	------------------------------

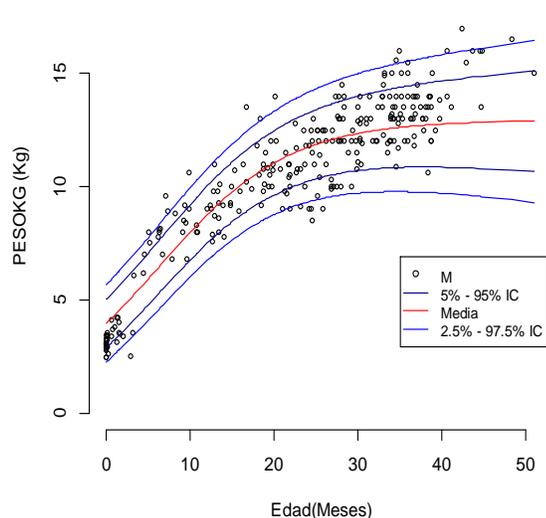
**a.**

**b.**

**Modelo Ajustado Peso vs Edad incluyendo Género (F)**



**Modelo Ajustado Peso vs Edad incluyendo Género (M)**



En la figura 3-20, se observa una pendiente de crecimiento del peso en kg tanto para el sexo masculino como femenino. La dispersión de los datos aumentó a mayor edad, de manera que a partir de los 20 meses incrementó considerablemente la amplitud de los intervalos de credibilidad, reflejando una curva acentuada justo a partir de esta edad. Así mismo, la amplitud de las bandas de credibilidad después de los 40 meses aumentó siendo similar en ambos sexos. Se observó mayor variabilidad en el comportamiento del crecimiento en el género femenino incluso durante el primer año de vida.

Adicionalmente, en la tabla 3-27 se observan los valores de las estimaciones logradas para la media, desviación estándar y cuantiles, de la inclusión del género en la medida antropométrica *peso en kg*. Se denotó que existen diferencias entre géneros dado que b3 fue significativamente diferente de cero con un nivel de confianza del 95%. La ganancia en peso del sexo masculino fue mayor que la del sexo femenino.

**Tabla 3-27.** Modelo: peso en kg + género. Media, desviación estándar y cuantiles.

	<i>Mean (μ)</i>	<i>SD</i>	<i>2.5%</i>	<i>97.5%</i>
b0	12.92533	0.272400	12.41000	13.47575
b1	2.24968	0.094210	2.06343	2.43700
b2	-0.12933	0.009976	-0.14971	-0.11064
b3	0.16633	0.050178	0.07095	0.26776
c0	0.13278	0.178066	-0.22130	0.48307
c1	-0.02855	0.007657	-0.04348	-0.01404

En general, gracias a todos los resultados obtenidos anteriormente se denotaron aquellas variables que adicionalmente al género, aportaron a la explicación integral del crecimiento general y craneofacial. Esto, teniendo en cuenta su aparición constante y permanente como variables explicativas de diversas medidas antropométricas. Dichos hallazgos se pueden resumir en la Tabla 3-28 que se presenta a continuación:

**Tabla 3-28.** Variables independientes que predominan en la explicación del crecimiento general y craneofacial.

<i>Para Variables Generales</i>	<i>Para Variables Craneofaciales</i>
Edad de los padres	Edad de los padres
Tiempo de Gestación	Tiempo de Gestación
Peso al Nacer	Perímetro cefálico al nacer
Talla al nacer	Lugar de nacimiento del niño
Lugar de nacimiento del niño	Lugar de Nacimiento de los padres y abuelos
Lugar de Nacimiento de los abuelos	Estrato socioeconómico
Estrato socioeconómico	Servicios públicos
Nivel de ingresos socioeconómicos	Nivel de ingresos socioeconómicos
Nivel de escolaridad de la Madre	Nivel de escolaridad de ambos Padres
Tiempo (meses) de ingesta de lactancia materna	Alimentación con lactancia Materna
Habilidad motora: gatear	Alimentación Mixta-solida
Habilidad motora oral: succión	Habilidad motora oral: succión
	Habilidad lingüística

## 4. Capítulo 4. Discusión.

Varios estudios de crecimiento somático han demostrado la interacción entre múltiples factores genéticos y medioambientales como aspectos determinantes en el proceso del crecimiento; entre estos factores se destacan el género, edad, condiciones al nacer, lugar de nacimiento, nivel socioeconómico, tipo de alimentación, entre otros (80, 114, 116- 118, 123, 126, 128). No obstante, la obtención de patrones de crecimiento craneofacial infantil, es un campo parcialmente explorado en Colombia (30). Colombia es un país con alrededor de 47.945.043 de habitantes (158), de los cuales aproximadamente 7.776.845 se ubican en Bogotá (159), ciudad capital. Dicha ciudad se caracteriza por ser el núcleo urbano con la mayor recepción de población proveniente de todo el país (160) producida por: dificultades para conseguir empleo, altas demandas en educación, riesgos de desastres naturales, condiciones socioeconómicas difíciles y desplazamiento forzado ocasionado por el conflicto armado (158, 160, 161). La mayor intensidad de flujos migratorios pertenece a habitantes provenientes de los departamentos que limitan con Cundinamarca (158, 161).

Schultz & Cardona (1979), Ibañez & Velez, (2003) citados por Silva & González (162) han reportado que cerca del 50% de la migración desde los años 80's y 90's se ha dirigido hacia Bogotá. Además, que los migrantes en Colombia provienen de regiones cercanas a donde se encuentra la ciudad de "atracción", y generalmente son personas menores de 40 años de edad (161, 162). En la actualidad, estas estadísticas tienen correspondencia con los datos aportados por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). En el presente estudio hubo coincidencia entre estas estadísticas y la caracterización de la muestra. Se destaca que el mayor porcentaje de edad tanto de padres como madres, se ubicó entre el rango de 15 a 25 años para las madres (44,64%) y de 26 a 35 años de edad para los padres (46%), y que el lugar de nacimiento de padres y abuelos se presentó en su mayoría en departamentos cercanos a Bogotá, como Boyacá, Tolima, Meta, Santander, Huila, Caldas y Antioquia (Tabla 3-6).<sup>1</sup>

En general se encontró que quienes presentaron mayor desplazamiento hacia la capital fueron los Padres (Padre y Madre). El lugar de nacimiento de los niños fue Bogotá con un 98,05% y el lugar de procedencia desde otras ciudades fue del 0,78%, lo que sugiere que en los últimos meses el núcleo familiar ya se encontraba ubicado en la ciudad de Bogotá.

En consecuencia, este estudio de tipo transversal, tuvo como objetivo principal construir patrones de crecimiento craneofacial para niños Colombianos residentes en Bogotá de 0

---

<sup>1</sup> Resultado acorde con lo encontrado en la investigación de González (30), puesto que son muestras afines. (Grupo de Investigación en Crecimiento y Desarrollo Craneofacial, Universidad Nacional de Colombia).

a 4 años de edad, realizando un muestreo por conveniencia bajo criterios de inclusión y exclusión (Tabla 2-1), muestra que reflejó condiciones óptimas de salud, bienestar, protección y seguridad alimentaria acordes con protocolos previamente recomendados por la OMS para la conformación de muestras prescriptivas. Es decir, muestras que reflejan un crecimiento óptimo, estableciendo pautas de cómo deben crecer los niños bajo condiciones ideales de salud (2, 11, 14).

Para alcanzar dicho objetivo principal, se procedió a caracterizar la muestra obtenida, iniciando con la descripción de la distribución del lugar de vivienda de la mayoría de los niños. La ubicación del lugar de vivienda en la ciudad de Bogotá, fue en las localidades de Usaquén, Engativá, Fontibón, Puente Aranda y Suba. A pesar de que algunos niños refirieron su lugar de vivienda en localidades como Usme, Tunjuelito, San Cristóbal y Ciudad Bolívar, caracterizadas por ser aquellas con menor inversión social (159, 163), la mayoría de los participantes de la muestra presentaron viviendas propias, en arriendo o de tipo familiar, que cumplieron con estándares de calidad básicos y servicios públicos (acueducto y alcantarillado, agua, energía, gas). Dichas viviendas se ubicaron en las diversas localidades descritas en este estudio, y su distribución se atribuye a razones de cercanía a los jardines infantiles, lugares de trabajo de los padres o elección de zonas escolarizadas. Además, no se reportaron hogares como construcciones informales, posesión sin título u ocupación de hecho que afectaran la vulnerabilidad del entorno de los integrantes del núcleo familiar.

Cabe aclarar, que el porcentaje de hogares con vivienda propia en esta investigación (16,18%), fue menor al de vivienda en arriendo (66,86%). Este hecho resulta interesante ya que según estadísticas departamentales, las localidades donde más se reportó el lugar de vivienda en este estudio, son las que refieren la mayor cantidad de propietarios de viviendas en Bogotá (163). Aunque la tenencia de vivienda propia ha sido estipulada como otro de los determinantes de bienestar de los individuos (126, 127, 158, 163) y que el derecho a una vivienda adecuada contempla derechos no vinculados con la propiedad (164), la clasificación del tipo de vivienda no fue relevante en la elección de la muestra. No obstante, debido a que las condiciones del hogar y de estadía en las instituciones elegidas, sí permitieron encontrar un entorno saludable, las condiciones de elegibilidad tanto de las instituciones como de los participantes de la investigación, afirmaron la obtención de una muestra *prescriptiva* (2, 11), a pesar de que en la muestra hubo predominio de estratos 2 y 3 con un 46% y 36%, respectivamente, y un nivel de ingresos familiar mensual de entre 1 y 2 SMLV.

Por otro lado, se ha considerado que el nivel de escolaridad repercute positivamente en la adquisición de oportunidades laborales y en el establecimiento de una vida digna (24, 30, 128, 165). En la presente investigación, no se realizó un estudio de asociación entre escolaridad-empleo, pero se observó que los mayores porcentajes de escolaridad como secundaria completa, técnico y universitario, estuvieron distribuidos dentro del mayor nivel de ocupación, es decir, “empleados” (53,22% para madres - 74,07% para padres) y “trabajadores independientes” (11,50% para padres). Este hecho permite señalar que la mayoría de padres participantes en este estudio, presentaron no sólo condiciones laborales óptimas, sino niveles de educación medio-alto, lo cual implica mejores oportunidades para la adquisición de mayor bienestar y calidad de vida para sus hijos.

Así mismo, la edad de los padres es un factor relacionado con la obtención del nivel de escolaridad y ocupación. Para las madres, el rango de edad más representativo fue de mujeres entre 15 a 25 años y para los padres entre 26 a 35 años. Igualmente, a pesar de

que para las madres se evidenció un nivel considerable de ocupación en el hogar (32,75%), la ocupación como estudiantes logró un porcentaje de 7,80% (Tabla 3-13), lo que indica que a diferencia de los padres estudiantes (2,73%), la adquisición de un mayor nivel educativo fue mayor para las madres. Esta tendencia puede apoyarse en distintos estudios que versan sobre el interés de las mujeres por elevar su nivel de estudios e ingresar al ámbito de la educación media-superior desde el siglo XX (122, 123), razón por la cual se han involucrado satisfactoriamente al ambiente laboral.

De igual importancia, el nivel de escolaridad de las madres se relaciona con las prácticas de alimentación de los niños, ya que a mayor nivel educativo, mayor tiempo de lactancia materna (121-123, 165). No obstante, según la Encuesta de Demografía y Salud 2005, madres con niveles de educación primaria o sin educación, prolongaron la lactancia hasta los 18,6 meses y de manera exclusiva hasta los 4,1 meses (166-168). La mayoría de las madres en este estudio, tuvieron un nivel de escolaridad universitario, técnico o secundaria completa; por ende, en el 66,47% de los niños, la lactancia materna se prolongó entre los 6 y 12 meses y en el 31,57% hasta los 24 meses. Esto permite inferir que existió una mayor comprensión por parte de las madres, acerca de los beneficios de la alimentación adecuada para sus hijos dependiendo de la edad en que éstos se encontraban.

A nivel general, en todo el territorio nacional, el plan decenal para la promoción y apoyo a la lactancia materna en Colombia (1998-2008) revela que “del 93,4% de niños que alguna vez lactó en 1990, pasó a 94,5% en el año 1995, al 95,5% en el 2000 y al 97,1% en el 2005”, y particularmente Bogotá constituye una de las ciudades con mayor porcentaje de iniciación de la lactancia por departamento (98,2%) (123, 166, 168). En la presente investigación el 98,9% de los niños recibieron lactancia materna exclusiva hasta los 6 meses. Cabe resaltar que no sólo este tipo de alimentación fue influyente sobre las variables antropométricas, sino que el tiempo de duración de la misma, fue otra variable independiente que a través de los análisis de regresión, dio explicación al crecimiento de medidas como peso en kg y talla en cm. Este resultado ratifica los beneficios de tipo nutritivo, inmunológico y particularmente motor funcional oral ocasionados por la prolongación de la lactancia.

Se ha recomendado a partir de los 6 meses de edad, iniciar con el proceso de incorporación de alimentos complementarios a la dieta del niño, con el objetivo de responder a la demanda de nutrientes que la leche materna no puede proveer en su totalidad y ayudar así, en la inmunización contra un gran número de enfermedades comunes en la niñez (167). En nuestra muestra, la alimentación complementaria fue iniciada para el 73,29% de los niños a partir de los 6 meses y para el 26,70% desde los 7 hasta los 13 meses de edad, coincidiendo con los reportes encontrados en el ENSIN-2010 (123), Encuesta Nacional de Demografía 2005 (168), Encuesta Distrital de Demografía y salud Bogotá 2011 (163), Instituto Colombiano de Bienestar familiar, y con los protocolos Nacionales (Instituto Nacional de Salud) e internacionales (OMS), tanto en características de los alimentos, tipo de dieta y frecuencia de ingesta.

Igualmente, aspectos como la fecha del inicio de la erupción dental también constituyó un registro estimado. No obstante, se reportó una edad media de 8 meses, lo cual implica que la mayoría de los niños se encuentran dentro del promedio del tiempo de erupción con respecto a lo reportado en la literatura. Adicionalmente, los dientes que presentaron mayor prevalencia de caries fueron los centrales superiores, primeros y segundos molares deciduos, lo que sugiere que la presencia de caries activa se manifestó en su mayoría en niños mayores de 2 años.

Debido a que el presente estudio aborda el problema de la construcción de patrones de crecimiento craneofacial para niños de 0 a 4 años residentes en Bogotá, una vez se realizó la caracterización de la muestra, se procedió a la exploración de un modelo estadístico (*análisis bayesiano*) con dos objetivos específicos: el primero, construir curvas de crecimiento para variables generales de profundidad, altura y anchura craneofacial; y el segundo, determinar factores que contribuyen a la explicación del crecimiento craneofacial a través de la asociación de variables explicativas.

#### **4.1 El modelo Bayesiano en la construcción de curvas de crecimiento para variables de profundidad, altura y anchura, craneofacial.**

La exploración de perfiles de crecimiento para variables de profundidad, altura y anchura craneofacial (10, 18, 30, 71, 169), se considera un aspecto relevante en el proceso de obtención de patrones de crecimiento. Para ello, el modelo bayesiano propuesto en la presente investigación (ecuación 1.6 y 1.7), demostró gran utilidad al describir satisfactoriamente el comportamiento del crecimiento del CCF, ya que logró modelar cada una de las variables seleccionadas con relación a la edad en meses y permitió obtener dichos resultados sin necesidad de conformar grupos etáreos. La utilidad de este modelo resalta frente a otros métodos como los modelos longitudinales mixtos (133, 139) utilizados en el “estudio previo” tomado como base para la presente investigación (30), los cuales, a pesar de ofrecer grandes ventajas como el modelamiento de los residuales e identificación de la variabilidad interindividual, no permiten obtener un buen ajuste cuando se realiza un modelado de un grupo completo de individuos (30), por lo que requieren de la conformación de grupos etáreos.

Sin embargo, debido a que algunos cambios morfológicos, anatómicos y funcionales han sido descritos por medio de escalas del desarrollo infantil (19, 91, 104, 170) o picos de crecimiento somático (92, 171, 172), la obtención de bloques de edad se asocia significativamente con estos conceptos, razón por la cual la conformación de grupos etáreos brinda resultados bien sustentados. No obstante, el modelo bayesiano, permitió hacer estimaciones que contienen implícitamente tal información biológica, debido a que trabaja simultáneamente con datos de todas las edades, lo que implica que contiene por defecto un comportamiento innato del crecimiento, demostrando así, la capacidad del mismo para modelar este tipo de datos y entender su variabilidad.

El modelo LMS, derivado de una distribución Box-Cox-power-exponential y simplificado para el cálculo de percentiles y puntuaciones  $z$  de los patrones de crecimiento de la OMS (2, 11), a pesar de que ajusta los datos asimétricos adecuadamente, utiliza una distribución que se ve afectada por la presencia de datos extremos, por lo cual se usan aplicaciones restringidas del método, o en su defecto, se limita la distribución a un intervalo exclusivo (173). En la formulación bayesiana propuesta en este estudio, se utilizó inicialmente una distribución a priori no informativa, por medio de un análisis robusto que reflejó un proceso de manera computacional. Esto permitió establecer un mecanismo apropiado de estimación de parámetros. Además, se ajustó a los datos existentes sin verse afectada por la presencia de datos extremos.

Así, los datos identificados como extremos, una vez reconocidos como errores de medición, evidencia de nueva información no reportada anteriormente que implicaba

incumplimiento de criterios de selección, inconvenientes con los datos de registro, e inconsistencias en las bases de datos, correspondieron además, a aquellos niños que a pesar de no reportar ningún antecedente médico o deficiencias de salud y nutrición, se caracterizaron por ser más pequeños o grandes para la edad, comportamiento relacionado con condiciones de obesidad (174), bajo peso para la edad (121, 123) y heredabilidad preestablecida genéticamente (6, 45, 92).

Ahora bien, modelos como el longitudinal mixto son concisos en la identificación de datos atípicos y de la variabilidad individual (30, 133). Se adecúan satisfactoriamente en el campo de datos longitudinales, los cuales son muy característicos en estudios de crecimiento y en el campo diagnóstico (1, 11, 16, 98, 100, 101, 133), especialmente cuando los intervalos de tiempo no son iguales para todos los individuos (30, 169). No obstante, este estudio de tipo transversal logró explorar datos de medidas antropométricas de diferentes niños, obteniendo información sobre el efecto del tiempo en el crecimiento general y craneofacial. La presente investigación de diseño transversal resultó útil, dado que indujo la explicación de la variabilidad del crecimiento en función del desarrollo o proceso de maduración natural de los individuos con relación a la edad.

Entre las dificultades de la metodología utilizada, se puede señalar la especificación del modelo, ya que requirió de varios cambios para lograr la formulación correcta, resultando en un número suficiente de iteraciones, las cuales reflejaron una complejidad considerable para obtener el resultado deseado.

Igualmente, ya que el método requirió de funciones iniciales o generación de una distribución a priori, la estimación fue parsimoniosa en comparación con otras metodologías. Sin embargo, el modelo propuesto permitió dilucidar las principales diferencias entre género masculino y femenino, reflejando las pendientes de crecimiento para ambos sexos tanto en variables generales como craneofaciales (de altura, anchura y profundidad), encontrando que fueron significativas entre los 0 y los 12 meses de edad. Esto concuerda no sólo con los principales fundamentos teóricos que aclaran que la velocidad de crecimiento es mayor durante el primer año de vida (4, 6, 23, 26, 45, 47), sino que coincide con estudios previos de crecimiento craneofacial infantil (6, 10, 30, 45, 68, 91, 98).

Dicho resultado, permitió establecer una caracterización de DS para cada una de las variables modeladas en este estudio, tal como se observó en las curvas obtenidas, y además, coincidió con lo sugerido en la literatura (11, 21, 65, 67, 71, 93, 105). Por ende, se asume que cada género presenta un potencial genético propio. Además, no existió inconveniente con el tamaño de muestra, a pesar de que es conocido que la sensibilidad de los resultados a la distribución a priori disminuye conforme las muestras son de mayor tamaño (131).

Llegado a este punto, una vez establecidas las dificultades y ventajas del modelo bayesiano utilizado, al analizar cada una de las variables antropométricas elegidas, en general se observó mayor dispersión de los datos a partir de los 12 meses en adelante, hecho que se atribuye a la influencia de factores funcionales, socioeconómicos, ecogeográficos y de bienestar estudiados en esta investigación (Tabla 2-5); este hecho está respaldado por estudios previos (24, 30, 80, 103, 112, 114, 118, 125, 124, 126, 128). La influencia de dichos factores independientes aumenta a medida que incrementa la edad (30). Por ende, el crecimiento en los primeros 12 meses de vida tiende a ser más uniforme, lo cual coincide con lo observado en el presente estudio.

Respecto a las curvas obtenidas para variables generales, mostraron un incremento innato del crecimiento con respecto a la edad, siendo la talla en cm, la que presentó mayores aumentos que el peso en kg. Así mismo, los intervalos de credibilidad obtenidos para la talla, presentaron menor amplitud que los del peso, lo que sugiere que tuvo un comportamiento del crecimiento de menor variabilidad. En adición, los datos del género masculino se ubicaron dentro del intervalo superior a la media y los del género femenino fueron más dispersos, lo que sugiere que el crecimiento general presentó mayor ganancia en los niños y presentó mayor variabilidad en las niñas. Este hallazgo también documentado por las investigaciones que aclaran que los mayores incrementos del crecimiento general se observan en el sexo masculino (6, 11, 23, 66, 67, 98).

En cuanto a las variables craneofaciales, la más conocida por su relevancia es el perímetro cefálico. Esto debido a que su crecimiento es rápido, las diferencias entre géneros son mayores en la primera infancia (10, 68) y constituye un indicador de pronóstico en contraste con otras medidas del CCF (11, 13, 25, 76). En la presente investigación se observó una mayor pendiente de crecimiento del perímetro cefálico para el intervalo de los 0 a los 12 meses de edad, tal como se reporta en estudios anteriores afines (30, 169). Aunque los datos de los niños se situaron superiores a la media con respecto a las niñas, no se observó un DS claro en esta medida. Así mismo, los datos recopilados para esta variable tuvieron un comportamiento de manera muy similar en comparación con estudios de la OMS (13), NCHS (81) y curvas Colombianas de crecimiento (16), lo que sugiere que los datos de la muestra estuvieron acordes con referentes de crecimiento nacional e internacional. Sin embargo, se presentó un dato extremo correspondiente al género masculino, el cual fue analizado en cuanto a sus registros, antecedentes y demás criterios de selección, siendo incluido en la muestra. El aumento de su dimensión cefálica se atribuyó a un patrón de heredabilidad previamente adquirido.

Las demás variables de anchura como: anchura de la cabeza, bicigomática, intercantal externa y de la nariz, revelaron curvas con pendientes de crecimiento leves, sin embargo, en edades entre los 0 y los 15 meses presentaron mayores aumentos de crecimiento. Además, reportaron las bandas de credibilidad más amplias entre todas las medidas estudiadas, lo que sugiere que se caracterizaron por presentar un crecimiento individual y muy variable, especialmente en el campo de estructuras faciales como lo son la anchura intercantal externa y de la nariz, tal y como lo sugieren algunos autores (18, 44, 85, 88, 95, 96). Particularmente, la anchura de la cabeza fue la medida con el intervalo de credibilidad más amplio, lo que se atribuye a la variabilidad en el tipo cefálico tanto de niños como niñas (braquicéfalo- dollicocéfalo) (10, 28, 44, 45, 64, 71) y a la influencia de las condiciones del entorno, tipo de población, etnia, entre otros.

Se observó también, que las variables de altura como: altura craneofacial total, altura facial anterior y de la nariz, presentaron mayores pendientes de crecimiento, de manera que las curvas obtenidas revelaron que el crecimiento en altura presenta mayores alcances que en anchura, especialmente en los primeros meses de vida. Hecho que puede relacionarse no sólo con estudios que indican que se pueden esperar mayores aumentos de crecimiento craneofacial vertical, que para las dimensiones anteroposteriores, las cuales a su vez muestran un mayor incremento que las dimensiones transversales (78, 79), sino también con el aumento en la función motora oral, muscular y postural, tal como se reporta en la literatura (18, 64, 66, 86, 89). La medida que presentó mayor dispersión de los datos, fue la altura facial anterior, lo cual

alude a los aumentos de crecimiento facial en sentido vertical, especialmente en el tercio medio y tercio inferior.

En contraste, las pendientes de crecimiento para las variables de profundidad como: la profundidad maxilar, mandibular y longitud de la cabeza, fueron moderadas. Sin embargo, los intervalos de credibilidad para estas variables demostraron una mayor amplitud a partir de los 40 meses en adelante, lo que sugiere que son medidas que adquieren un comportamiento más variable a mayor edad. Esto puede estar asociado a la presencia de tendencias al macrognatismo, micrognatismo, retrognatismo o prognatismo maxilar.

En resumen, se puede indicar que los resultados observados fueron acordes con hallazgos que afirman que el crecimiento ocurre en diferentes dimensiones (10, 18, 19, 30, 43, 66, 67, 71, 95, 169). Los resultados también reflejaron que los menores alcances de crecimiento se presentaron en el género femenino, lo cual coincide con reportes que demuestran que los niños son ligeramente más grandes que las niñas durante la infancia (18, 66, 67) y que el DS revela un promedio de crecimiento mayor en varones (69, 77). Los hallazgos del presente estudio, son evidencia importante a favor de la idea de que el modelo bayesiano permite describir y evaluar la variabilidad del crecimiento, para establecer criterios diagnósticos y de riesgo para el CCF (29, 32, 38, 154, 150).

## **4.2 Determinación de factores que contribuyen a la explicación del crecimiento del CCF a través de la asociación de variables dependientes e independientes.**

Una vez efectuados los análisis exploratorios necesarios (Anexo-G), realizando una selección específica de variables independientes, con el fin de obtener una clasificación de los factores predictores más influyentes en el crecimiento, se ejecutó el análisis de regresión stepwise. Dicho análisis resultó útil no sólo en la elección de las variables independientes, sino en el proceso de inclusión de las mismas como factores intervinientes en el crecimiento de medidas antropométricas (Tabla 3-14). Igualmente, a partir del análisis de varianza (ANOVA), se logró establecer el nivel de significancia del grupo de variables explicativas encontradas como hipótesis tras la estimación stepwise, lo cual fue relevante para el desarrollo e interpretación del segundo objetivo propuesto.

Los modelos finales, se obtuvieron mediante la comparación del criterio AIC a través de la exclusión de una a una de las variables independientes, hasta lograr el menor AIC dado el conjunto de datos seleccionados, llegando así al mejor modelo explicativo para cada variable respuesta. Así mismo, el modelo utilizado previamente para la obtención de curvas de crecimiento, fue modificado al incluir una variable independiente en la media (ver ecuación (1.8)), en este caso el “género”, siendo útil para describir la influencia de esta variable explicativa en el crecimiento. Debido a que el género presentó un nivel de significancia relevante en la estimación stepwise (Tabla 3-22, Tabla 3-23), al ser incluido en el modelo, logró revelar la importancia que tiene en la explicación del crecimiento general y craneofacial. Este hallazgo coincide con lo reportado en numerosos estudios que afirman que el sexo de un individuo es un factor que caracteriza fuertemente su crecimiento (6, 10, 11, 16, 18, 21, 23, 30, 45, 49, 66-69, 77, 91). Así mismo, al lograr ajustar completamente la variable “género” para cada variable antropométrica elegida, se

logró conocer el comportamiento del crecimiento tanto del sexo femenino como masculino, denotando un potencial de crecimiento distinto para cada uno de ellos.

A pesar de que el modelo fue útil para establecer los factores que explicaron el crecimiento de cada medida antropométrica, permitiendo definir su influencia y especificando los niveles de significancia de tales asociaciones, la determinación de las variables más influyentes en el crecimiento a través de la estimación stepwise fue compleja. Esta situación se debió a que el método seleccionó inicialmente bastantes variables independientes, aún cuando el procedimiento implica que las variables que se introducen, cumplen con los criterios de entrada, y una vez introducidas, en cada paso se valora si cumplen criterios de salida, además de la bondad del ajuste al modelo de regresión. El proceso concluye cuando ninguna variable queda fuera de la ecuación que satisface el criterio de selección, garantizando la significancia de las variables seleccionadas (175).

Dentro del gran número de variables resultantes, algunas estuvieron bastante relacionadas con el crecimiento, coincidiendo con reportes de literatura al respecto. Sin embargo, otras variables no presentaron relevancia alguna en este proceso. Estas últimas variables, no fueron significativas debido a que correspondían a otros datos relacionados con aspectos estudiados en la muestra. Por esta razón, fue necesaria la intervención del conocimiento previo de los investigadores en torno a la significancia de dichas variables en el proceso del crecimiento. Este último aspecto constituyó una debilidad del proceso de estimación. Este inconveniente se atribuye a la gran cantidad de variables que se consideraron inicialmente en esta investigación. Inconveniente tal que fue analizado en el estudio de González (30), donde modelos como los árboles de regresión, si bien presentaron dificultades analizando las variables explicativas de menor sesgo, lograron clasificarlas en categorías jerárquicas. Estas categorías favorecieron la simplicidad en la interpretación de los resultados, hecho que se considera una ventaja sobre el método usado en este estudio.

La interpretación de los resultados logrados (Tabla 3-22, Figuras 3-12 a 3-16) permite resaltar la importancia de diversos factores intervinientes en el crecimiento. Así, se destaca inicialmente uno de los factores sociales que modulan e intervienen en los procesos de crecimiento de un individuo, especialmente a temprana edad: el lugar de nacimiento de padres y abuelos (30, 115, 116). Este factor fue identificado como un aspecto relevante en la explicación de todas las variables de crecimiento general y craneofacial de los niños participantes en este estudio. Este hallazgo ratifica que además de la existencia de un patrón de heredabilidad caracterizado por influencias genéticas, muy probablemente el hecho de compartir cultura, hábitos alimenticios, costumbres, clima, altitud (80), entre otras condiciones, influye en el crecimiento infantil.

Por otra parte, un grupo de variables que predominó y estuvo asociado con las medidas antropométricas estudiadas, fue el estrato socioeconómico, nivel de ingresos y acceso a servicios públicos (Tabla 3-22). Estas variables presentaron mayor influencia sobre las medidas generales (talla y peso); hecho que coincidió con reportes en los cuales se han relacionado estas variables antes mencionadas con el desarrollo óptimo de poblaciones, especialmente de tipo infantil (77, 114, 127). Así mismo, cabe resaltar que para el CCF, se observó mayor influencia de dicho grupo de variables sobre las dimensiones de anchura. Sin embargo, esta investigación no tuvo en cuenta condiciones de disponibilidad de alimentos en el hogar o características del núcleo familiar, que han sido relevantes en algunos estudios de crecimiento infantil (126,127).

Otro aspecto influyente en la explicación del crecimiento fue la edad de los padres, aún cuando se ha asociado con mayor frecuencia la edad de la madre como factor determinante en el crecimiento del niño (126). Los resultados en esta investigación, arrojaron que la edad de los padres fue un aspecto relevante tanto en medidas generales como craneofaciales, siendo la edad del padre la variable que particularmente predominó en el peso, talla y variables de altura y profundidad craneofacial. Para las variables de anchura del CCF, tuvo mayor predominio la edad de la madre, lo que sugiere que la edad de ambos progenitores repercute en el desarrollo integral del menor.

Se evidenció también, que variables como el peso y talla al nacer, acordes con los datos reportados en estudios internacionales (2, 11, 12, 14), referencia nacional actual (16) y estudios previos (6, 30, 23, 71), mostraron en el presente estudio una influencia evidente sobre las variables de peso en kg, talla en cm y perímetro cefálico. Así mismo, demostraron influencia sobre todas las demás medidas del CCF, siendo el peso más relevante que la talla al nacer, en la explicación del crecimiento de las medidas antropométricas. El perímetro cefálico al nacer, a pesar de no revelar un nivel de significancia alto en los resultados de la prueba ANOVA para variables independientes (Tabla 3-23), demostró tener una asociación significativa con todas las medidas antropométricas, generales y craneofaciales (Tabla 3-22). Este hecho ratifica que el perímetro cefálico no solo constituye un predictor de neurodesarrollo, sino que es un indicador de salud infantil que revela el crecimiento integral de la región cefálica, la cara y estructuras internas, así como lo reportan estudios previos (13, 25, 76).

Igualmente el tiempo de gestación, que en este estudio constituyó un criterio de selección estipulado entre las 37 a 40 semanas, fue una variable que demostró un grado de asociación relevante con las medidas de peso en kg y talla en cm. Esta asociación sugiere que posiblemente los niños alcanzaron su potencial máximo de crecimiento intrauterino, debido a que el crecimiento prenatal refleja condiciones de bienestar y es un determinante del comportamiento del crecimiento posnatal especialmente en los primeros años de vida (44, 45, 48, 51-53). Para el caso del CCF, el tiempo de gestación tuvo menor influencia. Sin embargo, fue relevante en variables como perímetro cefálico, anchura de la cabeza, anchura y altura de la nariz, altura facial anterior y profundidad de los maxilares.

Otras variables explicativas que reflejaron un nivel de influencia considerable tanto en medidas generales como del CCF, fueron la lactancia materna y su tiempo de duración (Figura 3-1). Se encontró que este tipo de alimentación influyó en variables de anchura y profundidad craneofacial, y el tiempo de duración de la misma, fue un aspecto relevante en la explicación del crecimiento de las variables anchura, altura de la nariz y profundidad maxilar. Esto se relaciona directamente con la función de succión, la cual se beneficia de características como la relación naso-labial del lactante, la extensión lateral de las narinas para permitir el proceso de respiración-deglución y la capacidad de movimiento multidireccional mandibular (176). Esto último, favorece la adquisición de rasgos morfológicos de estructuras como los maxilares y la nariz. De la misma manera, la variable succión en el presente estudio, relacionada con la alimentación con lactancia materna y la coordinación succión-deglución-respiración, reportó influencia en el crecimiento de la medida peso en kg y de variables tanto de altura, anchura como de profundidad craneofacial (profundidad maxilar y mandibular, anchura bicigomática, intercantal externa, de la nariz y altura facial anterior).

Sin embargo, la alimentación con biberón, demostró asociación con las variables peso en kg, altura craneofacial total y anchura y longitud anteroposterior de la cabeza. Dicho hallazgo puede estar explicado por las ventajas que ofrece el tipo de alimento brindado para contribuir al desarrollo global craneofacial, más no al efecto del biberón sobre las estructuras específicas del CCF, pues la succión del seno materno, requiere de una coordinación más eficaz y rítmica que produce mejores estímulos para el crecimiento (176). Adicionalmente, hábitos como el uso de chupo de entretención y succión digital, aunque reportaron un porcentaje de frecuencia muy bajo en esta investigación (1,56% y 3,70% respectivamente), se asociaron con las variables altura facial anterior y anchura intercantal externa para el caso del chupo de entretención; y con el peso en kg, anchura de la cabeza, anchura de la nariz, altura craneofacial total y profundidad mandibular para el caso de la succión digital.

En síntesis, reconocer el momento en el cual un niño adquiere la habilidad de realizar funciones motoras orales como succión, deglución y masticación (89, 122, 167, 176) se relaciona con la determinación del tipo de alimentación (177). Variables como la alimentación materna-mixta, intervinieron en el crecimiento de las medidas anchura de la nariz, altura facial anterior, profundidad maxilar y longitud anteroposterior de la cabeza, lo que alude al proceso de introducción de alimentos semisólidos e inicio de la alimentación complementaria, que para el caso de esta investigación fue desde los 7 a los 13 meses de edad. Así mismo, la alimentación mixta con sólidos no intervino en las medidas generales, pero sí en todas las variables de tipo craneofacial, exceptuando la anchura intercantal externa, anchura de la nariz y altura facial anterior. Este aspecto ratifica la dependencia entre estructura y función lograda por la acción biomecánica del sistema estomatognático al momento de ingerir el alimento y a la inducción de estímulos de cambio en estas estructuras funcionales (86, 89, 122).

En adición, las habilidades motoras generales representadas en una variable relacionada con la acción de gatear, fueron influyentes en la explicación del crecimiento del peso en kg y talla en cm. Así mismo, aspectos como construir palabras y frases cortas propios de la adquisición de habilidades finas adaptativas, se asociaron con todas las variables de tipo craneofacial, exceptuando la anchura bicigomática, anchura intercantal externa y altura de la nariz, demostrando una evidencia hasta ahora no muy reportada de la influencia de la habilidad lingüística en el proceso del crecimiento de estructuras del CCF.

En general, la edad en la que se estabilizaron las pendientes de crecimiento en cada dimensión del CCF, estuvo relacionada con el número de variables influyentes para cada una de estas dimensiones (anchura, altura y profundidad), encontrando que la dimensión de *anchura* fue la primera en lograr un crecimiento más constante a partir de los 10 meses de edad y fue la dimensión con menor número de variables influyentes en el crecimiento. Por el contrario, la dimensión de *altura*, presentó una pendiente de crecimiento más tardía, cerca de los 20 meses de edad, y evidenció un número mayor de variables independientes influyentes, lo que se relaciona con lo enfatizado por González (2013) (30), al describir que el número de variables independientes en el crecimiento del CCF, crece a medida que aumenta la edad.

Por lo anterior, la presente investigación logró obtener resultados relevantes sobre la influencia de factores independientes, en el crecimiento de las variables antropométricas estudiadas. Algunos de estos factores independientes tuvieron una aparición constante y

permanente en la explicación del crecimiento (Tabla 3-28), hecho útil para la interpretación de los resultados obtenidos.

La variable “edad”, aspecto fundamental que predominó como variable explicativa y predictora del crecimiento de niños y niñas de 0 a 4 años, ratificó que afecta al crecimiento de manera positiva. Esto se evidenció especialmente para las variables: talla en cm, perímetro cefálico, anchura intercantal externa, altura facial anterior, altura de la nariz y profundidad maxilar, gracias a la estimación de parámetros en el proceso de obtención de curvas de crecimiento. En cuanto a la variable “género”, una vez obtenidas las estimaciones para la media, desviación estándar y cuantiles de la inclusión de esta variable en cada modelo elegido, se evidenció que el crecimiento del género masculino fue mayor con respecto al género femenino, lo que sugiere que en el presente estudio los niños presentaron mayores alcances de crecimiento que las niñas. Hallazgo que coincide con estudios previos (10, 11, 18, 30, 68).

Las curvas de crecimiento obtenidas, constituyen una referencia para nuestra población y con ellas se pueden establecer aportes a la investigación en el campo diagnóstico y criterios de riesgo de alteraciones de crecimiento craneofacial para niños especialmente entre los 0 y 4 años. También realizan un aporte a la investigación del crecimiento del CCF en niños en etapa de la primera infancia. Así mismo, los resultados obtenidos reflejan la capacidad del modelo bayesiano en la construcción de curvas de crecimiento infantil, por lo cual es fundamental continuar con el uso de estos modelos en estudios de crecimiento, de manera que se ratifique su uso y aplicabilidad para lograr nuevos aportes e investigaciones futuras.

No obstante, realizar estudios comparativos con datos longitudinales constituye una alternativa útil para continuar con el estudio del comportamiento del crecimiento del CCF.

## **5. Conclusiones y recomendaciones.**

### **5.1 Conclusiones.**

En la presente investigación se obtuvieron hallazgos que permiten concluir lo siguiente:

- El patrón de crecimiento craneofacial, está fuertemente asociado con factores genéticos, funcionales, de bienestar, socioeconómicos y ecogeográficos.
- Para realizar la exploración de perfiles de crecimiento del CCF es necesario el uso de métodos robustos y modelos que permitan analizar el comportamiento auténtico del crecimiento; contexto en el cual, el modelo bayesiano constituye una buena herramienta.
- La edad y el sexo fueron las variables predictoras más influyentes en la explicación del crecimiento general y craneofacial para niños entre 0 a 4 años, revelando que el periodo de mayor ganancia de crecimiento se presenta de los 0 a los 12 meses de edad.
- El crecimiento craneofacial ocurre en diferentes dimensiones: altura, anchura y profundidad, de las cuales la altura logró los mayores alcances, seguidos de la profundidad y anchura.
- El modelo bayesiano a través del uso de una distribución apriori no informativa, reveló la importancia del estudiar el comportamiento innato del crecimiento, como punto de partida para los estudios de crecimiento del CCF.
- Los aumentos de crecimiento del CCF fueron mayores en el sexo masculino.

### **5.2 Aplicaciones Clínicas.**

Por medio de la presente investigación, se afirma el uso de la antropometría como una herramienta útil para la elaboración de curvas de crecimiento craneofacial, las cuales sirven como instrumento diagnóstico para reconocer el crecimiento normal o patológico de un niño y sus posibles alteraciones.

Como dichas curvas de crecimiento aportan al diagnóstico no sólo a nivel individual sino a poblacional, es conveniente el uso de las mismas dentro del protocolo de valoración integral del niño y sus controles de crecimiento. Estas curvas también pueden ser utilizadas por el departamento de pediatría o el servicio de crecimiento y desarrollo de

hospitales o universidades. En otras palabras, es posible proponer que la medición antropométrica craneofacial sea parte del diagnóstico completo en una consulta de crecimiento y desarrollo, contribuyendo así a la obtención de indicadores de salud, y bienestar infantil.

Es necesario también considerar los antecedentes del niño tales como: los aspectos socioeconómicos, de bienestar y ecogeográficos del núcleo familiar, para identificar aquellos factores explicativos que puedan intervenir en el crecimiento o en la presencia de alteraciones y malformaciones craneofaciales.

De igual importancia, los datos de las mediciones antropométricas, pueden ofrecer una referencia de crecimiento general y craneofacial para la ciudad de Bogotá.

Además, las mediciones craneofaciales encontradas pueden utilizarse como datos de referencia no sólo en un contexto quirúrgico, en procesos reconstructivos de niños con malformaciones craneofaciales, sino como referencias para la elaboración de diagnósticos diferenciales entre niños sanos y niños con algún síndrome o enfermedad con presencia de signos en el complejo craneofacial.

### **5.3 Recomendaciones.**

Los resultados obtenidos, demuestran la capacidad del modelo bayesiano como herramienta para la construcción de curvas de crecimiento craneofacial infantil, y realizan contribuciones valiosas al conocimiento hasta ahora adquirido acerca del comportamiento del crecimiento del CCF; por lo tanto, se plantean las siguientes recomendaciones:

Trabajar con modelos mixtos lineales y no lineales con miras a capturar mayor variabilidad de los datos; así mismo, proponer la metodología usada incorporando interceptos aleatorios en los modelos, considerando la asociación entre las observaciones realizadas sobre un mismo individuo, además del uso de un enfoque multivariado para la selección de variables a estudiar.

Igualmente, continuar con la ampliación de la muestra hasta los 5 años de edad para seguir en la construcción de curvas de crecimiento craneofacial en la etapa de la primera infancia.

Utilizar los hallazgos encontrados como referencia para el diagnóstico de crecimiento y desarrollo.

Realizar un estudio comparativo con los modelos utilizados en el presente trabajo y modelos anteriores; además realizar investigación acerca de la relación entre el crecimiento general y craneofacial teniendo en cuenta las variables con resultados de crecimiento significativo y relevante.



LADO B.

REGISTRO N°

**5.1 ANTECEDENTES MÉDICOS O PATOLÓGICOS DEL NIÑO(A)**  SI  No

Observaciones \_\_\_\_\_

<b>5. ANTECEDENTES MÉDICOS</b>	<b>5.1 ANTECEDENTES PRENATALES DE LA MADRE</b>		<b>5.3 ANTECEDENTES PERINATALES</b>			
	<b>Características Maternas</b>	SI	NO	<b>Parto</b>	Normal	<input type="checkbox"/>
	Control prenatal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Tiempo de gestación</b>	Entre 25-30	<input type="checkbox"/>
	Amenaza de aborto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Entre 30-34	<input type="checkbox"/>
	Enfermedades	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Lugar</b>	Entre 37-40	<input type="checkbox"/>
	Consumo de drogas /medicamentos / hábitos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		> de 40	<input type="checkbox"/>
	Trauma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<b>Condición al nacer</b>	En casa	<input type="checkbox"/>
	Embarazo deseado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Hospital	<input type="checkbox"/>
	Observaciones _____			<b>Somatometría al nacer</b>	Otro	<input type="checkbox"/>
					Fórceps, espátula	<input type="checkbox"/>
				Sin trauma	<input type="checkbox"/>	
				Con trauma	<input type="checkbox"/>	
				Otro	<input type="checkbox"/>	
				Peso	<input type="checkbox"/>	
				Talla	<input type="checkbox"/>	
				Perímetro cefálico	<input type="checkbox"/>	
				Observaciones _____		

**6.1 ANTROPOMETRÍA**

6. EXAMEN EXTRAORAL	Variable	Medición	Observaciones
	Peso	kg	
Talla	Cm		
IMC = Peso Kg/talla m2			
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		
Índice cefálico	Cm		
Índice facial	Cm		

LADO C.

REGISTRO Nº

LABIO SUPERIOR	<b>6.2 VALORACIÓN ESTOMATOLÓGICA EXTRAORAL</b>				<b>6.3 VALORACIÓN ESTOMATOLÓGICA INTRAORAL</b>				
	Simetría facial	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	Orofaringe	Normal <input type="checkbox"/>	Alterado <input type="checkbox"/>			
	Posición	Normal <input type="checkbox"/>	Protusivo <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"/>	Hendidura <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"/>
		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"/>	Rodetes				
Posición	Normal <input type="checkbox"/>	Protusivo <input type="checkbox"/>		Encías	Normal <input type="checkbox"/>	Alterada <input type="checkbox"/>			
	Retrusivo <input type="checkbox"/>	Evertido <input type="checkbox"/>		Mucosas	Normal <input type="checkbox"/>	Alterada <input type="checkbox"/>			
Tonicidad	Normal <input type="checkbox"/>	Hipertónico <input type="checkbox"/>	Hipotónico <input type="checkbox"/>	Piso de boca	Normal <input type="checkbox"/>	Alterada <input type="checkbox"/>			
Tamaño	Normal <input type="checkbox"/>	Grueso <input type="checkbox"/>	Delgado <input type="checkbox"/>	LENGUA	Normal <input type="checkbox"/>	Alterada <input type="checkbox"/>			
	Largo <input type="checkbox"/>	Corto <input type="checkbox"/>			Forma <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Movilidad	SI <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>			Color <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Alteración	Hendidura <input type="checkbox"/>	Cicatriz <input type="checkbox"/>		Posición <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
					Textura <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
					Tamaño <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
				Movilidad <input type="checkbox"/>	<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	Sano	Tipo de alteración dental						OBSERVACIONES	Diente	Sano	Tipo de alteración dental						OBSERVACIONES
			7.1 Caries	7.2 Trauma	7.3 Defecto estructural	7.4 Fusión dental	7.5 Anomalia de número	7.6 Obturación				7.1 Caries	7.2 Trauma	7.3 Defecto estructural	7.4 Fusión dental	7.5 Anomalia de número	7.6 Obturación	
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 \_\_\_\_\_

LADO D.

REGISTRO N°

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

9.3 DEGLUCIÓN	Normal <input type="checkbox"/> Alterada <input type="checkbox"/> Babeo SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Atragantamiento SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Explique _____ Reflujo nasal SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Movimientos corporales asociados SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Movimiento de váscula laríngea 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 maseteros SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Movimientos mandibulares SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Observaciones _____	9.6 ALIMENTACIÓN	Tipo de alimentación Lactancia exclusiva Libre demanda C/a 2 horas C/a 4 horas C/a 6 horas Materna <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <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"/> Alimentación Mixta N° de veces al día 3 veces / día 5 veces / día > 5 veces / día Materna y mixta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Artificial y mixta <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mixta con sólidos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Mixta con semisólidos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Alterná líquido con sólidos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Antecedentes: Cuanto tiempo duró la lactancia materna _____ biberón _____ (meses) A que edad inició la alimentación complementaria _____ (meses)
	9.4 RESPIRACIÓN		Descripción alimentación actual Número de porciones al día Descripción tipo de alimento diario Frutas Carbohidratos Verduras Proteínas Legumbres Lácteos Otro Desayuno Merienda Almuerzo Onces Cena
9.5 MASTICACIÓN	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 _____	9.7 HÁBITOS	Tipo de Hábito Frecuencia al día < de 1 hora entre 1 y 3 horas > de 3 horas Succión digital SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Succión de tela o juguetes SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Otro ¿Cual? _____ Chupo de entretención SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> Solo para dormirse <input type="checkbox"/> Mientras duerme <input type="checkbox"/>

## Anexo B: Cartilla Informativa.

LADO A.

Fue presentada en forma de folleto informativo.

### META:

La presente investigación tiene como finalidad, 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 4 años que asisten a la clínica del Bebé Fundación HOMI Hospital Pediátrico de la Misericordia y otras instituciones durante un período de un año, con el propósito de obtener resultados que ayuden a detectar irregularidades en el desarrollo del niño desde edades tempranas.



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

FACULTAD DE ODONTOLOGIA



El Primer Hospital Pediátrico del País

OTRAS INSTITUCIONES

CARTILLA INFORMATIVA PARA  
PADRES Y/O ACUDIENTES DE  
MENORES PARTICIPANTES EN EL  
TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:  
“ANTROPOMETRIA CRANEFACIAL EN  
NIÑOS DE 0 A 4 AÑOS—UNA  
PERSPECTIVA BAYESIANA.”

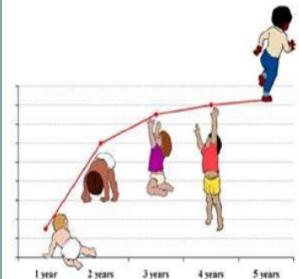
Facultad de Odontología  
Universidad Nacional de Colombia  
Maestría en Odontología  
Fundación HOMI y otras Instituciones

Informes :  
3165000 ext 16015  
3811970 ext 5055

Correo: ynlopezr@unal.edu.co

CARTILLA INFORMATIVA  
PARA PADRES Y/O  
ACUDIENTES DE MENORES  
PARTICIPANTES EN EL  
TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN:

“ANTROPOMETRIA  
CRANEFACIAL EN  
NIÑOS DE 0 A 4 AÑOS—  
UNA PERSPECTIVA  
BAYESIANA.”



*Tesis de Maestría*  
*Maestría en Odontología*  
*Facultad de Odontología*  
*Universidad Nacional de*  
*Colombia.*

*Investigadora Principal:*  
*Natalia López Rodríguez*  
*Estudiante / Maestría en Odontología*  
*Facultad de Odontología UN.*

**OBJETIVO:**

La Universidad Nacional, con apoyo de la Fundación HOMI y otras Instituciones, invita a participar en la presente investigación que tiene como objetivo:

- Conocer el comportamiento del crecimiento y desarrollo craneofacial en niños de 0 a 4 años, para aportar en el diagnóstico e intervención preventiva del niño en edades tempranas del desarrollo.

**PROCEDIMIENTOS A REALIZAR :**

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, DATOS GENERALES Y PERSONALES EN UN FORMATO DE RECOLECCIÓN DE DATOS QUE SE DILIGENCIARÁ EN LA PRIMERA ENTREVISTA.

3. VALORACIÓN CLÍNICA

SE CONTARÁ CON UN ESPACIO HABILITADO, QUE TIENE TODAS LAS MEDIDAS DE BIOSSEGURIDAD (HIGIENE).



EN EL CASO DE LA FUNDACIÓN HOMI SE DISPONDRÁ DE LA CLÍNICA ODONTOLÓGICA DEL BEBE CONS.107.

3.1 PROCEDIMIENTOS CLINICOS

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 SUCCION, DEGLUCIÓN Y MASTICACIÓN. TOMA DE MEDIDAS COMO TALLA, PESO Y PERÍMETRO CEFÁLICO. POR SER PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN CLÍNICA ESTA VALORACIÓN SERÁ DE RIESGO MÍNIMO PARA LA SALUD DE SU HIJO (A).



3.2 EXAMEN EXTRAORAL – ESTRUCTURAS DE LA CABEZA Y DE LA CARA.

PARA LA TOMA DE LAS MEDIDAS SE UTILIZARA UNA CINTA MÉTRICA PATRÓN.

3.3 PARA EL EXAMEN DE LA BOCA.

SE USARÁ LA VISIÓN DIRECTA Y UNA LINTERNA PARA ILUMINACION. SOLO SE UTILIZARÁ ESPEJO DE BOCA EN NIÑOS MAYORES DE UN AÑO O CUANDO LA VISIÓN DIRECTA NO PERMITEA HACER UNA ADECUADA VALORACIÓN INTRAORAL.

CADA PACIENTE TENDRÁ 4 CITAS AL AÑO, UNA CADA TRES MESES Y EN CADA CITA SE REGISTRARÁN DE NUEVO LAS MEDIDAS Y SE ANOTARAN LOS HALLAZGOS.

4. ADEMÁS SE REALIZARÁN ACTIVIDADES COMO:

EDUCACIÓN EN SALUD ORAL, CONSEJERÍA PREVENTIVA SOBRE 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 APROXIMADAMENTE. MEDIA HORA .

Profesionales integrantes del proyecto.  
Natalia López Rodríguez  
Estudiante/Maestria en Odontología  
Facultad de Odontología UN

Clementina Infante Contreras.  
Coordinadora de la Maestria en Odontología  
Directora del trabajo de Investigación,  
Docente Titular Facultad de Odontología UN, Ortodoncista.

Berta Benavides Pinto  
Fonoaudióloga



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

Fundación HOMI Hospital de la Misericordia  
3811970 EXT 505

## Anexo C: Consentimiento Informado.



### FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

#### CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA TOMA DE MEDIDAS ANTROPOMETRICAS CRANEOFACIALES, PESO Y TALLA

Yo \_\_\_\_\_, identificado(a) como aparece al pie de mi firma, en pleno uso de mis facultades mentales, libre y conscientemente declaro que:

1. En mi condición de padre/madre legítimo(a) o representante legal del menor \_\_\_\_\_ atendiendo a la invitación que se hace por parte de la Universidad Nacional de Colombia para el desarrollo investigativo, en el área de odontología, autorizo a la estudiante de Maestría en Odontología, YULI NATALIA LÓPEZ RODRIGUEZ de la Universidad Nacional de Colombia, bajo la dirección de la Dra. CLEMENTINA INFANTE CONTRERAS, y la co-dirección del Dr. EDILBERTO CEPEDA QUÉRVO, para que realice las pruebas de "TOMA DE MEDIDAS ANTROPOMETRICAS CRANEOFACIALES, PESO, TALLA, EVALUACIÓN DE FUNCIONES DE SUCCIÓN, MASTICACIÓN, DEGLUCIÓN Y EXAMEN INTRAORAL" al menor antes indicado.
2. Manifiesto que se me ha informado que según la resolución N° 008430 de 1993, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, la obtención de "TOMA DE MEDIDAS ANTROPOMETRICAS CRANEOFACIALES, PESO, TALLA, EVALUACIÓN DE FUNCIONES DE SUCCIÓN, MASTICACIÓN, DEGLUCIÓN Y EXAMEN INTRAORAL" tienen un criterio de Investigación de "Riesgo Mínimo."
3. He sido informado que para la realización del examen intraoral, se utilizará visión directa, interna para iluminación y sólo se utilizará espejo de boca para niños mayores a un (1) año.
4. Igualmente he sido informado(a) que el estudio se hará con el fin de desarrollar la investigación pertinente al proyecto "ANTROPOMETRIA CRANEOFACIAL EN NIÑOS DE 0 A 4 AÑOS. PERSPECTIVA BAYESIANA", de la Maestría en Odontología, que ha sido explicado previamente en una cartilla informativa. En este estudio se me garantiza la confidencialidad y privacidad de la información. En cuanto a los beneficios para el menor, la investigación se reconoce como intervención o procedimiento "sin posibilidad de beneficio directo", ni retribución económica, pero se tendrán en cuenta los datos del menor participante como criterio informativo de acuerdo a los resultados de la investigación.
5. Autorizo el acceso a la carpeta de datos personales del menor antes mencionado ubicada en los archivos de la institución JARDÍN INFANTIL GRANDES SUEÑOS.
6. He sido informado que en el transcurso de la investigación puedo renunciar discrecionalmente a la misma.
7. La información obtenida será únicamente utilizada para fines de estudios científicos y hará parte de la base de datos de la Universidad Nacional de Colombia.

Fecha: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ .

Firma del Padre/Madre o Representante Legal:

Testigo:

C.C N° \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

C.C N° \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Responsable:

YULI NATALIA LOPEZ RODRIGUEZ

Numero de contacto: 3123456552 / e-mail: ynlopezr@unal.edu.co



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
 FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
 MAESTRIA EN ODONTOLOGÍA

LADO B.

Proyecto Antropometría Craneofacial en niños de 0 a 4 años. Una perspectiva bayesiana

9. Marque con una X la opción de respuesta; es posible seleccionar más de una opción, explique si lo cree necesario. (Vivienda: P= propia / A= arriendo) (Serv. Públicos E= energía A= acueducto y alcantarillado / G= gas / T= Teléfono)

3. SOCIOECONÓMICOS	Descripción del hogar Vínculo pareja: Casados [ ] Unión libre [ ] Separados [ ] Madre soltera [ ] Viudato [ ] Con quién vive el niño (a): Papá [ ] Mamá [ ] Hermanos [ ] Abuelos [ ] Tíos [ ] Otros [ ] EXPLIQUE: _____
	Quién cuida al niño: Mamá [ ] Papá [ ] Abuela [ ] Niñera [ ] Otra [ ] EXPLIQUE: _____
	Seguridad social: Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> ¿Cuál? _____ Estrato _____ Tipo de Vivienda P <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> Otra _____ Servicios públicos E <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> G <input type="checkbox"/> T <input type="checkbox"/> Ingresos Mensuales promedio de quién mantiene el hogar: < a un salario mínimo <input type="checkbox"/> Un salario mínimo <input type="checkbox"/> entre 2 y 3 salarios mínimos <input type="checkbox"/>

10. Señale y describa si el niño(a) tiene algún antecedente médico. También los antecedentes prenatales de la madre y antecedentes perinatales (relacionados con el momento del nacimiento).

5.1 ANTECEDENTES MÉDICOS O PATOLÓGICOS DEL NIÑO(A)		Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>			
Observaciones: _____					
5. Antecedentes Médicos	5.2 ANTECEDENTES PRENATALES DE LA MADRE		5.3 ANTECEDENTES PERINATALES		
	Características maternas	SÍ <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Parto	Normal <input type="checkbox"/>	Alterado <input type="checkbox"/>
	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: _____			

11. Antecedentes de alimentación

El niño(a) tomó o toma leche materna?

Sí \_\_\_ No \_\_\_ Hasta qué edad? \_\_\_\_\_ todavía toma? Sí \_\_\_ No \_\_\_ Cuántas veces al día? \_\_\_\_\_

El niño(a) tomó o toma biberón?

Sí \_\_\_ No \_\_\_ Hasta qué edad? \_\_\_\_\_ todavía toma? Sí \_\_\_ No \_\_\_ Cuántas veces al día? \_\_\_\_\_

12. A qué edad inició la alimentación complementaria? \_\_\_\_\_

13. El niño presenta algún hábito como chupar dedo, uso de chupo de entretención u otro?

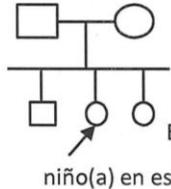
Sí \_\_\_ No \_\_\_ En caso afirmativo, Explique cuál \_\_\_\_\_

Agradezco su colaboración. Cordialmente,  
 Yuli Natalia López Rodríguez

## Anexo E: Instructivo toma de medidas antropométricas.

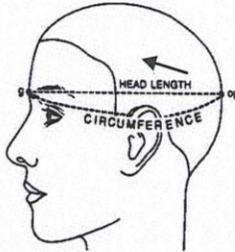
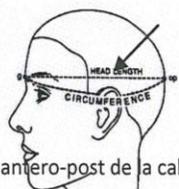
Universidad Nacional de Colombia  
 Facultad de Odontología Maestría en Odontología  
 Proyecto de Investigación "Antropometría craneofacial en niños de 0 a 4 años- una perspectiva bayesiana"  
 Instructivo de Registro de Variables y medidas antropométricas  
 Adaptado de: Proyecto previo – línea de investigación en biometría craneofacial (28)  
 2014

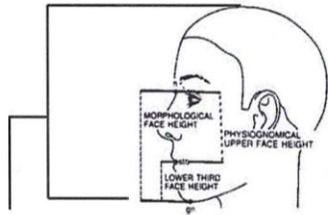
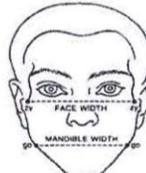
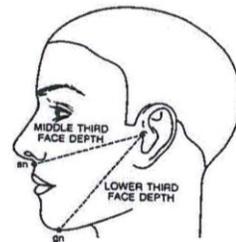
<i>Categoría</i>	<i>Variable</i>	<i>Descripción</i>
Registro	N° de 4 dígitos y letra A-B-C	Consecutivo de cuatro dígitos seguido por una letra A
Fecha	Fecha día/mes/año	Corresponde a la fecha de examen
Código	Código de la Institución donde es atendido el niño(a).	01: Fundación HOMI      02: Jardines SIS 03: Unisalud              04: Jardín Un 06: Hospital de Engativá
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.

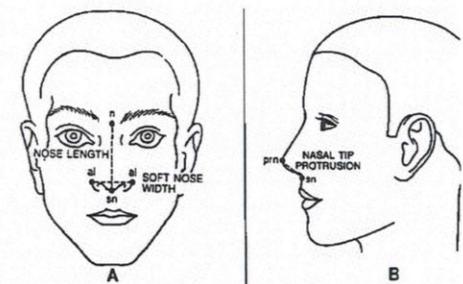
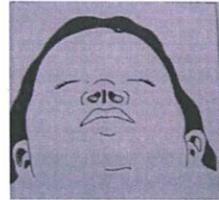
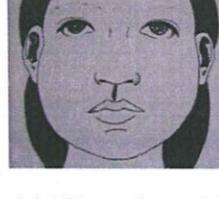
<p>DIAGRAMA NUCLEO FAMILIAR</p> <p>Edad de los Padres</p>  <p>Edad de los hijos</p> <p>niño(a) en estudio</p>	<p>Familia nuclear: se refiere a la familia en primer grado de consanguinidad. Mamá, Papá, hermanos. Registrar en el diagrama la edad de los Padres.</p> <p>La Edad de Padre se registra dentro del cuadrado (representa masculino) <input type="checkbox"/></p> <p>La edad de la Madre se registra dentro del círculo (femenino) <input type="circle"/></p> <p>Familia monoparenteral: Cuando los padres están separados.</p> <p><input type="checkbox"/> // <input type="circle"/> Representación esquemática. Se traza una doble línea diagonal sobre la línea conectora horizontal entre padre y madre cuando están separados. Aclarar con quién convive el niño.</p> <p>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.</p> <p>Casados [ ] Unión libre [ ] Separados [ ] Madre soltera [ ] Viuda(o) [ ]</p>
<p>Con quién vive el niño</p>	<p>Seleccionar una de las siguientes opciones:</p> <p>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>Seguridad Social <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No</p> <p>¿Cuál? _____</p>	<p>Marcar en el cuadro si tiene o no seguridad social y a cuál entidad (EPS, SISBEN) pertenece el niño.</p> <p>El Sistema de Seguridad social Integral vigente en Colombia, fue instituido por la Ley 100 de 1993 y reúne un conjunto de entidades, normas y procedimientos a los cuales podrán tener acceso las personas.</p>
<p>Estrato: Son seis estratos</p> <p>Estrato 1 (bajo-bajo) Estrato 2(bajo)</p> <p>Estrato 3(medio-bajo) Estrato 4(medio)</p> <p>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.</p> <p>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>Servicios públicos:</p>	<p>Sí cuenta con servicios públicos</p> <p>(A)Acueducto, (E) Energía, (Gas), T(Teléfono)</p>

	Ingresos mensuales promedio de quién mantiene el hogar	< a un salario mínimo <input type="checkbox"/> Un salario mínimo <input type="checkbox"/> entre 2 y 3 salarios mínimos <input type="checkbox"/> 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 periodos que no pueden superar al mes por un valor proporcional al periodo trabajado sobre el total de la asignación salarial mensual. Para el 2014, el SMMLV es de \$616.027 pesos Colombianos.
	Tipo de ocupación Padre o Madre	Hogar, estudiante, Independiente, empleado Informal ( ej. vendedor ambulante)
	Nivel educativo Padre/Madre o acudiente	Se debe seleccionar una de las opciones entre la siguiente clasificación: Universitaria, Técnico superior, Secundaria completa, Secundaria incompleta, Primaria, completa, Primaria incompleta
	5. ANTECEDENTES MEDICOS MÉDICOS O PATOLOGICOS DEL NIÑO(A) Observaciones _____  5.1 ANTECEDENTES PRENATALES  5.2 ANTECEDENTES PERINATALES	PRENATALES: relacionado con los antecedentes durante la gestación, alteraciones sistémicas, consumo de medicamentos, controles prenatales, hábitos como el cigarrillo, alcohol, farmacodependencia PERINATALES Y POSNATALES: antecedentes relacionados con el parto.
	Peso: medida en Kg	Se usa la balanza 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. <b>Recomendaciones generales para pesar al niño o niña</b> Tanto para el peso como para la talla, es necesario que el ambiente tenga una temperatura agradable. • Colocar la balanza en una superficie plana y rígida. • Antes de pesar al niño o niña, colocar la balanza en '0' • 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 • El niño o niña menor de dos años debe ser pesado en balanza de bandeja • El niño o niña mayor de dos años debe ser pesado de pie • Registrar el peso del niño o niña redondeando al 0.1 kg más próximo.

	<p>Talla: medida en cm</p>	<p>En niños menores de un año se utiliza el infantómetro de corredera o escuadra fija.</p> <p>Para niños mayores de 2 años se utiliza el tallímetro vertical. <u>Recomendaciones generales para medir la longitud en niños y niñas menores de dos años de edad:</u></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> <li>• 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</li> <li>• Este es el momento de mover el tope móvil hasta que tome contacto con la cabeza del niño o niña</li> <li>• Leer la medición en centímetros y milímetros,</li> </ul>
--	----------------------------	---

		registrando el último milímetro que se ve
	 <p>Perímetro cefálico 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 (opistión), 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>
	IMC: Índice de masa corporal	se calcula dividiendo los kilogramos de peso por el cuadrado de la estatura en metros.
	Implantación de las orejas	Se mide trazando una línea imaginaria con el borde lateral de la oreja T/EX. Por debajo de esta línea implantación baja.
	 <p>Longitud antero-post de la cabeza cm</p>	<p>Se mide com una 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>Anchura de la cabeza eur-auricular (cm) Anchura de la frente ft-ft (cm)</p>	<p>Anchura de la cabeza:punto más lateral de la cabeza eur-auricular (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 setoma la medida con cinta flexible sin tocar al niño, solo viendo la proyección, lo más cerca posible, se mide 3 veces.</p>

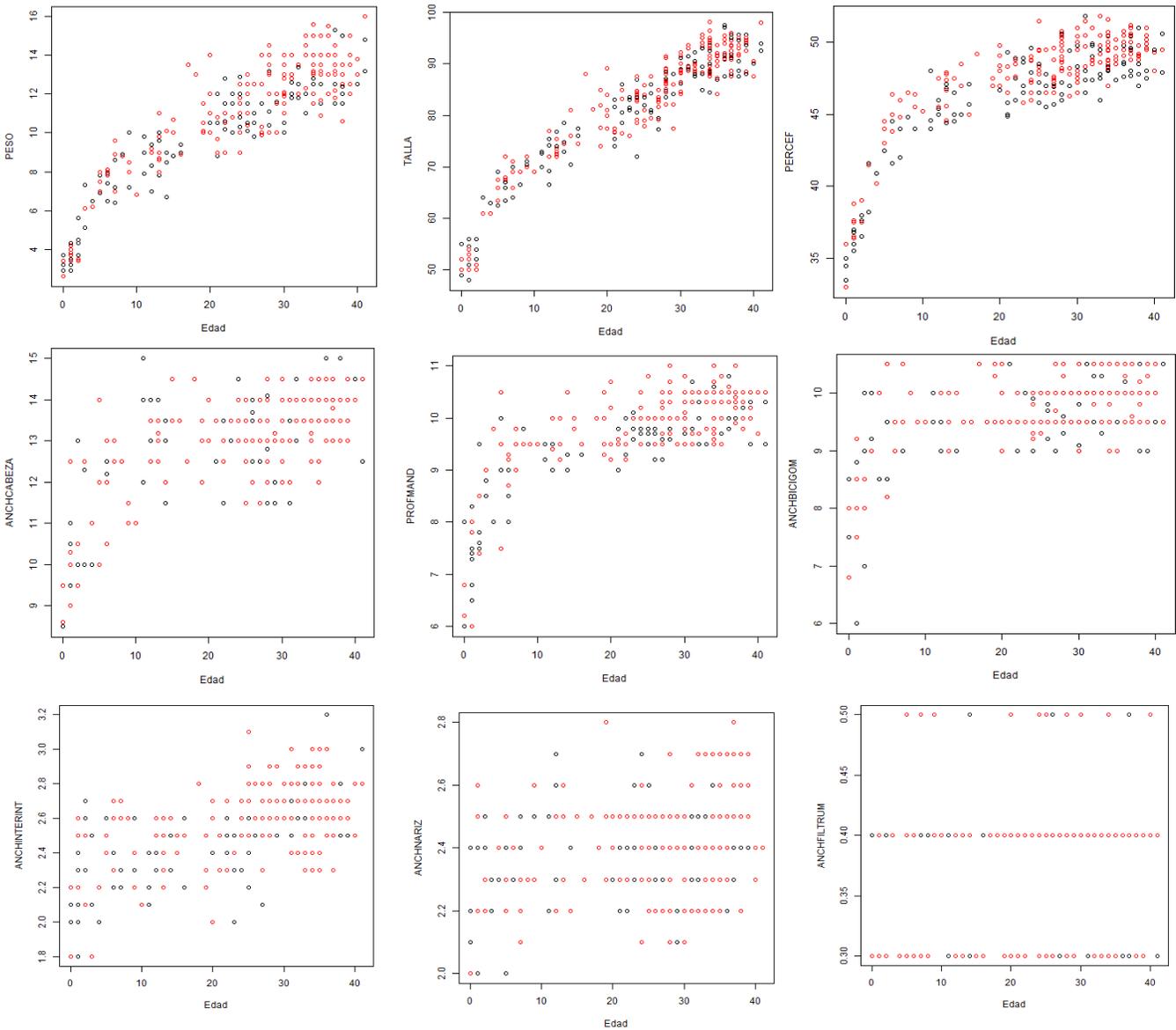
	 <p>Altura craneofacial total v-gn (cm) Altura facial anterior (n-gn) (cm)</p>	<p>Distancia tomada com cinta métrica flexible</p> <p>Altura craneofacial total: es la distancia existente entre el vertex y el mentón (cm) en el plano vertical</p> <p>Altura facial anterior: es la distancia existente entre (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 Zigi6n-Zigi6n. (Zg-Zg).(cm)</p> <p>Anchura de la cara inferior(mandibular) (go-go) (cm) : es la distancia entre el punto go-go correspondiente al 6ngulo de la mand6bula</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 gnati6n o ment6n.</p> <p>Tragus: Punto localizado justamente sobre el tragus de la oreja.</p> <p>Gnati6n. Es la parte m6s anterior e inferior del contorno mandibular en tejidos blandos</p> <p>Sn: Punto medio y anterior de la base de la columella.</p>
	<p>Anchura intercantal externa</p>  <p>Anchura intercantal externa (ex-ex) (cm) Anchura intercantal interna (in-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>Anchura palpebral (ex -in) (cm)</p>	
	 <p>Altura de la nariz (n-sn) (pn-sn) Anchura nasal (al-al)</p> <p>Protrusión nasal</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.</p> <p>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>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>Anchura de la columella (cm)</p>	<p>Distancia entre ambos bordes de la columella. Se debe medir con un minicalibre Vernier o con una regla plástica. En algunos defectos de la región nasal puede existir alteraciones importantes en la forma de la columella y en otros casos puede observarse agenesia de ésta.</p>
	 <p>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 puede dañar la medición de este parámetro. Se utiliza habitualmente el minicalibre tipo Vernier.</p>
	 <p>Anchura filtrum ( cph-cph )(mm)</p>	<p>Anchura entre los dos pilares cph-cph</p>

	 <p data-bbox="509 537 789 621">Anchura de la boca o distancia intercomisural (Que-Que) (cm)</p>	<p data-bbox="889 411 1390 495">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</p>
	<p data-bbox="444 653 558 674">Índice facial</p>	<p data-bbox="878 653 1360 737">Relación altura mediofacial /distancia bicigomática: Relaciona la altura facial total (N-Mn) en cm, con la anchura bicigomática</p>
<p data-bbox="289 884 375 905">Dentales</p>	<p data-bbox="444 884 594 905">Erupción dental</p>	<p data-bbox="878 884 1382 936">Secuencia en la erupción dental, se reporta los dientes presentes.</p>

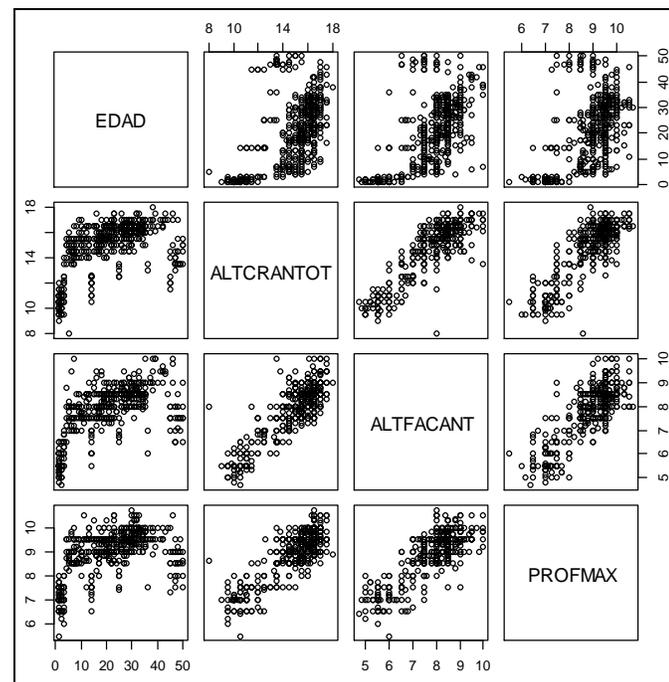
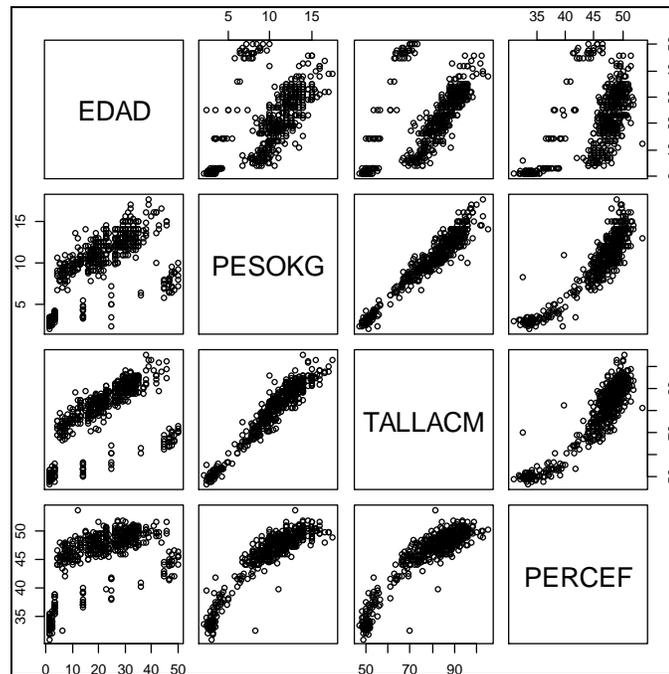
## Anexo F: Gráficos de dispersión.

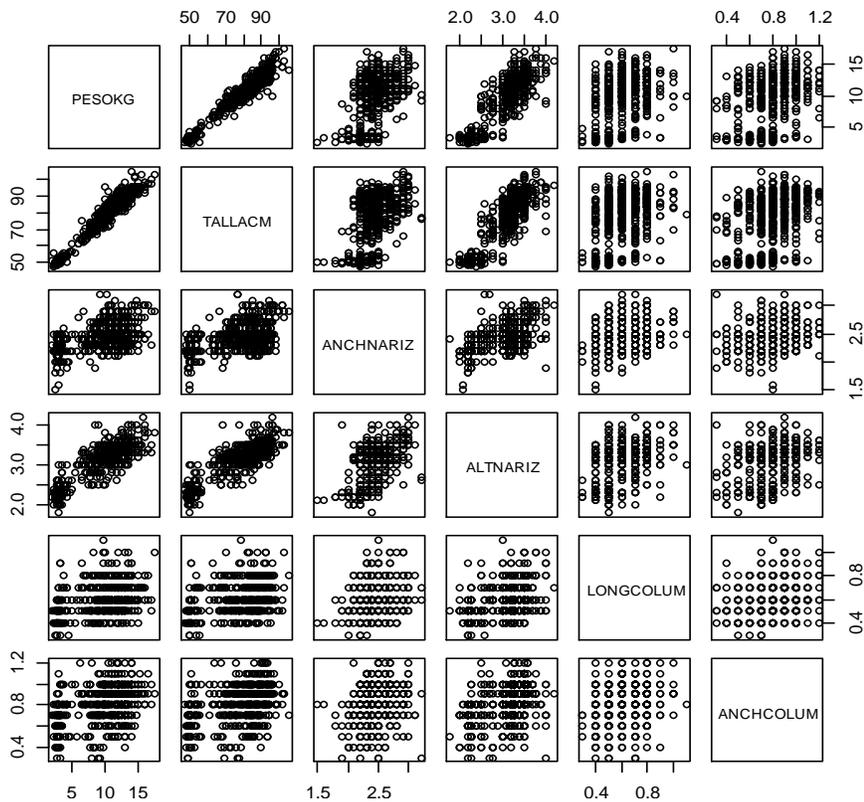
Gráficos de dispersión de variables respuesta (eje y) con relación a la edad (eje x). Fueron obtenidos para las 22 medidas antropométricas. Sin embargo, se toman como ejemplo 9 medidas, observando a continuación las tendencias de crecimiento preliminares de cada variable con respecto a la edad, siendo muy asociadas en la primera fila y de menor asociación en la última fila.



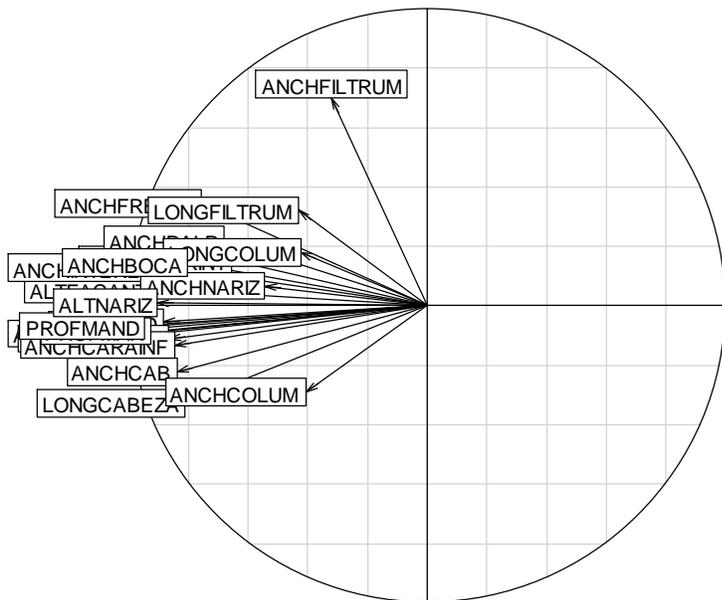
## Anexo G: Análisis exploratorios.

A continuación, se observa un ejemplo de los análisis exploratorios realizados: 1. Matrices de correlación:





2. Análisis de componentes principales (ACP).



VAR	INERTIA	CUM	RATIO
1	14.341093	14.34109	0.6235258
2	1.17302378	15.51412	0.6745268
3	1.07257841	16.5867	0.7211607
4	0.88915674	17.47585	0.7598196
5	0.74353938	18.21939	0.7921474
6	0.72042942	18.93982	0.8234705
7	0.6621567	19.60198	0.8522599
8	0.54579567	20.14777	0.8759901

## Anexo H: Nomenclatura de Variables.

	NOMBRE ABREVIADO O NOMENCLATURA	DEFINICIÓN DE LA VARIABLE Y CODIFICACIÓN.
1	REGISTRO N°	Número asignado al participante.
2	FECHA	Fecha de la toma de medidas (ABCD)
3	IDENTIFICACION	NUIP o Registro civil
4	CODINSTU Código Instituc.	01: Homi; 02:Jardines secretaria de Integración social; 03:UNISALUD; 04:Jardin UN; 05:Particulares; 06 Hospital Engativá
5	GENERO	1 Femenino; 2 Masculino
6	FNACIMINI	Fecha de Nacimiento dd/mm/aa
7	DIAS	Edad del niño en días (cálculo automático)
8	EDAD	Edad del niño en meses (cálculo automático)
9	NACINCIUD	Ciudad nacimiento del niño(a)
10	NACINDEPA	Departamento de Nacimiento del niño (a)
11	PROCENCIU	Ciudad procedencia del niño (a)
12	PROCENDEP	Departamento procedencia del niño (a)
13	DIRECCION	Dirección residencia
14	BARRIO	Barrio residencia
15	LOCALIDAD	Alcaldía menor a que corresponda o municipio
16	EDPDRE	Edad padre
17	EDMDRE	Edad madre
18	H1	Edad en años de hermanos
19	H2	Edad en años de segundo hermano
20	VINPARE	Vinculo de pareja de los padres: casados:1;union libre:2;separados:3;madre soltera:4;viuda(o):5
21	CONQVIVE EL NIÑO (Con quien vive el niño)	papá:1,mamá:2;hermanos:3;abuelos.4;tios:5;otro:6;papá,mamá:7;papá,hermanos:8;papá,abuelos:9;papá,tios:10;mamá,hermanos:11;mamá,abuelos:12;mamá,tios:13; hermanos,abuelos:14;hermanos,tios:15;abuelos,tios:16;papá;mamá;hermanos:17;papá,mamá,abuelos:18;papá,mamá,tios:19;mamá,hermanos,abuelos:20;mamá,hermanos,tios:21; papá,hermanos,abuelos:22;papá,hermanos,tios:23;hermanos,abuelos,tios:24;papá,mamá,abuelos,tios:25;papá,mamá,hermanos,abuelos:26;Papa, Mamá, Hermanos, Abuelos y tios:27;mama,abuelos y tios:28;mama,abuelos,tios y hermanos:29
22	QUIECUID AL NIÑO (Quien cuida al niño)	mamá:1,papá:2;abuela:3;niñera:4;otra:5; uno de los padres y un familiar:6; mamá,papá:7;mamá,abuela:8;mamá,niñera:9;papá,abuela:10;papá,niñera:11;mamá,tios:12 ; papá,mamá,niñera:13;papa,mama,abuela:14; mama, abuela, tios: 15
23	SEGSOCIA	Seguridad social: Si 1; NO 2
24	ESTRATO	Estrato 1,2 ,3,4,5,6
25	SERPUBLI (Serv. públicos)	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
26	VIVIENDA	Propia:1,arrendada:2; familiar:3; otra: 4
27	TIPVIVI	Tipo de Vivienda: Casa:1;Apartamento:2;Cuarto o cuartos:3;compartido:4;Casa lote:4;Finca:5;Otro:6
28	INGRESOS	Nivel de ingresos en SMLV: < de 1smlv:1; 1smlv:2; entre 2y3smlv:3
29	NACIMDRC	Ciudad nacimiento madre
30	NACIMDRD	Departamento nacimiento madre
31	PROCMDRC	Ciudad procedencia madre
32	PROCMDRD	Departamento procedencia madre
33	ESCOLRDM	Nivel de escolaridad de la madre: Universidad:1;Tecnico superior:2;Secundaria completa:3;Secund. incompleta:4; Primaria completa:5; Prim. Incomp.:6
34	OCUPACM	Hogar:1;Estudiante:2;Empleado:3;Independiente:4;Informal:5
35	NACIPDRC	Ciudad nacimiento padre
36	NACIPDRD	Departamento nacimiento padre
37	PROCPDRC	Ciudad procedencia padre
38	PROCPDRD	Departamento procedencia padre
39	ESCOLRDP	Nivel de escolaridad del padre: Universidad:1;Tecnico superior:2;Secundaria completa:3;Secund. incompleta:4; Primaria completa:5; Prim. Incomp.:6
40	OCUPACP	Hogar:1;Estudiante:2;Empleado:3;Independiente:4;Informal:5
41	ACUDNAC	Ciudad nacimiento acudiente

42	ACUDNAD	Departamento nacimiento acudiente
43	PROCACUC	Ciudad procedencia acudiente
44	PROCACUD	Departamento procedencia acudiente
45	ESCACUD	Nivel de escolaridad del acudiente (Pueden ser los mismos padres): Universidad:1;Tecnico superior:2;Secundaria completa:3;Secund. incompleta:4; Primaria completa:5; Prim. Incomp.:6
46	OCUPACUD	Hogar:1;Estudiante:2;Empleado:3;Independiente:4;Informal:5
47	NACIABEMC	Ciudad nacimiento abuela materna
48	NACIABEMD	Departamento nacimiento abuela materna
49	NACIABUMC	Ciudad nacimiento abuelo materno
50	NACIABUMD	Departamento nacimiento abuelo materno
51	NACIABEPC	Ciudad nacimiento abuela paterna
52	NACIABEPD	Departamento nacimiento abuela paterna
53	NACIABUPC	Ciudad nacimiento abuelo paterno
54	NACIABUPD	Departamento nacimiento abuelo paterno
55	ANTMEDIC	Antecedentes médicos del niño: Si:1;NO:2
56	CTRPRENA	Controles prenatales: Si:1;NO:2
57	AMEABORT	Amenazas de aborto: Si:1;No:2
58	ENFERMDA	Presencia de Enfermedades: Si:1;No:2
59	CONSDROG	Consumo de drogas en el embarazo: Si:1;No:2
60	TRAUMA	Trauma en el parto: Si:1;No:2
61	EMBADESE	Embarazo deseado: Si:1;No:2
62	PARTO	Tipo de parto: Normal : 1, Alterado : 2
63	TGSTCION	Tiempo de gestación: Entre25-30:1; entre30-34:2; <de37:3; entre37-40:4; >40:5; sin datos:99
64	LUGAR	Lugar de nacimiento: Casa:1;Hospital:2;Otro:3;sin datos:99
65	TPOPARTO	Tipo de parto: Vaginal:1;Cesárea:2;Fórceps,espátula:3;sin datos:99
66	CNDCIONS	Condiciones al nacer: Sin trauma:1;Con trauma:2;Otra:3;sin datos:99
67	PESONAC	Peso al nacer
68	TALLANAC	Talla al nacer
69	PERCFNAC	Perímetro cefálico al nacer
70	PESOKG	Medida en Kilogramos
71	TALLACM	Medida en centímetros
72	IMC	Índice de Masa Corporal - Medida calculada
73	PERCEF	Perímetro cefálico / Medida en centímetros
74	IMPORJA	Normal:1;Baja:2; Sin dato:99
75	LONGCABEZA	Longitud anteroposterior de la cabeza / Medida en centímetros
76	ANCHCAB	Anchura de la Cabeza / Medida en centímetros
77	ANCHFRENTE	Anchura de la Frente / Medida en centímetros
78	ALTCRANTOT	Altura Craneofacial total / Medida en centímetros
79	ALTFACANT	Altura facial anterior / Medida en centímetros
80	ANCHBICIGOM	Anchura bicigomática/ Medida en centímetros
81	ANCHCARAINF	Anchura de cara inferior / Medida en centímetros
82	PROFMAX	Profundidad Maxilar / Medida en centímetros
83	PROFMAND	Profundidad Mandibular / Medida en centímetros
84	ANCHINTEREXT	Anchura Intercantal Externa/ Medida en centímetros
85	ANCHINTERINT	Anchura Intercantal Interna/ Medida en centímetros
86	ANCHPALP	Anchura Palpebral / Medida en centímetros
87	ANCHNARIZ	Anchura de la nariz / Medida en centímetros
88	ALTNARIZ	Altura de la nariz/ Medida en centímetros
89	LONGCOLUM	Longitud de la Columnella / Medida en centímetros
90	ANCHCOLUM	Anchura de la Columnella / Medida en centímetros
91	LONGFILTRUM	Longitud del Filtrum/ Medida en centímetros
92	ANCHFILTRUM	Anchura del Filtrum / Medida en centímetros
93	ANCHBOCA	Anchura de la boca / Medida en centímetros
94	INDCEF	Índice cefálico / Medida cálculo automático
95	INDFAC	Índice facial / Medida cálculo automático
96	SFACIAL	Simetría facial :Si:1;No:2
97	LABSUPPOS	Posición labio superior. Normal:1;Protrusivo:2;Retrusivo:3;Evertido:4;Retrusivo-Evertido:5;Normal-retrusivo:6;Protrusivo y evertido:7
98	LABSUTON	Tonicidad labio superior. Normal:1;Hipertónico:2;Hipotónico:3
99	LABSUTAM	Tamaño labio superior. Normal:1;Grueso:2;Delgado:3;Largo:4;grueso y corto:6;delgado y corto:7
100	LABSUMOV	Movimiento labio sup. Si:1;No:2
101	LABSUALT	Alteración labio superior. Hendidura:1;Cicatriz:2;Otro:3
102	BOTONEO	Botón del neonato: Si:1;No:2;Na:3
103	LABINPOS	Posición labio inferior. Normal:1;Protrusivo:2;Retrusivo:3;Evertido:4;Retrusivo-Evertido:5;Normal-retrusivo:6;Protrusivo y evertido:7

104	LABINTON	Tonicidad labio inferior. Normal:1;Hipertónico:2;Hipotónico:3
105	LABINTAM	Tamaño labio inferior. Normal:1;Grueso:2;Delgado:3;Largo:4;grueso y corto:6;delgado y corto:7
106	LABINMOV	Movimiento labio inf. Si:1;No:2
107	LABINALT	Alteración labio inferior. Hendidura:1;Cicatriz:2;Otro:3
108	OROFARIN	Orofaringe: Normal:1;Alterado:2
109	PALADAR	Normal:1;Angosto:2;Profundo:3;Submucoso:4;Hendido:5;Otro:6;Angosto y profundo:7
110	FRENLABS	Frenillo superior: Normal:1;Sobreinsertado:2;Otro:3
111	FRELABIN	Frenillo Inferior: Normal:1;Sobreinsertado:2;Otro:3
112	FRLNGUAL	Frenillo Lingual: Normal:1;Corto:2;Funcional:3;No funcional:4;Corto,no funcional:5;NoNormalNo Funcional:6;Corto funcional:7
113	RODESUPE	Rodete superior: Normal:1;Alterado:2
114	RODEINFE	Rodete inferior: Normal:1;Alterado:2
115	ENCIAS	Normal:1;Alterada:2
116	MUCOSAS	Normal:1;Alterada:2
117	PISOBOCA	Normal:1;Alterada:2
118	LENFOR	Forma lengua: Normal:1;Alterada:2
119	LENCOL	Color lengua : Normal:1;Alterada:2
120	LENPOSI	Posición legua: Normal:1;Alterada:2
121	LENTEX	Textura lengua: Normal:1;Alterada:2
122	LENTAM	Tamaño lengua: Normal:1;Alterada:2
123	LENMOV	Movimiento lengua: Normal:1;Alterada:2
124	LENALT	Alteración lengua: Candidiasis:1;Ulceras:2;Laceraciones:3;Otra:4;No:5;Candidiasis y laceraciones:6
125	SALUD DENTAL	Sano:1;Caries:2;Trauma:3Defecto estructural:4;Fusión dental:5;Anomalía de número:6;En erupcion:7;Caries y trauma:8; Sin erupcionar:9; Ausente o perdido por caries o trauma:10
126	ERUDENTM	Meses cumplidos al inicio de la erupción dental
127	SINTDENT	Sintomatología de la erupción Si:1;No:2
128	ALTSECUE	Alteración de la secuencia: Si:1;No:2
129	SUCCION	Si: 1 succión con fuerza (Lactancia materna), coordinación succión-deglución-respiración. No:2
130	SUCFUER	Succión: Si:1;No:2
131	ALICUCHA	Alimentación con cuchara: Si:1;No:2
132	ALICOMP	Alimentación complementaria: Si:1;No:2
133	ALSEMSOL	Alimentación semi-solida: Si:1;No:2
134	INTROSOL	Introducción de alimentos sólidos : Si:1;No:2
135	BBTAZA	Bebe de la taza o vaso: Si:1;No:2
136	ALIMADUL	Alimentación igual a la de un adulto: Si:1;No:2
137	CUCHDERR	Alimentación con la cuchara aunque derrame un poco Si:1;No:2
138	ESCGATE	Gatea o sube escaleras gateando Si:1;No:2
139	MASTIROT	Masticación con movimientos rotatorios : Si:1;No:2
140	APRECOME	Come solo: Si:1;No:2
141	CORRE	Si:1;No:2
142	INIESFIN	Inició el control de esfínteres: Si:1;No:2
143	SALTA	Si:1;No:2
144	BALBUINT	Balbucea intencionalmente Si:1;No:2
145	RESPNOMB	Responde a su nombre Si:1;No:2
146	BALBUIMI	Balbucea imitando el habla de un adulto Si:1;No:2
147	EMIT3PAL	Emite 3 o más palabras: Si:1;No:2
148	ORDENSEN	Realiza ordenes sencillas Si:1;No:2
149	EMI10PAL	Emite más de 10 palabras Si:1;No:2
150	RECOCUER	Reconoce partes del cuerpo Si:1;No:2
151	ASOCPALA	Asocia palabras Si:1;No:2
152	PALAFRAS	Usa palabras frases Si:1;No:2
153	HACEFRAS	Hace frases con más de 3 palabras: Si:1;No:2
154	UTILZAYO	Empieza a utilizar el YO Si:1;No:2
155	USA200PA	Usa aproximadamente 200 palabras : Si:1;No:2
156	COMPREGU	Hace preguntas cortas Si:1;No:2
157	DEGLUSION	Normal:1;Alterada:2
158	BABEO	Si:1;No:2
159	ATRAGANTA	Atragantamiento Si:1;No:2
160	REFNASAL	Reflujo nasal Si:1;No:2
161	ESCUCOMI	Escupe la comida Si:1;No:2
162	DIFICTRA	Dificultad para comer Si:1;No:2
163	MOVIMASE	Movimiento de los maseteros Si:1;No:2

164	CSRD	Coordinación succión- respiración- deglución Si:1;No:2
165	CMRD	Coordinación masticación- respiración- deglución Si:1;No:2
166	MATERNA	lactancia materna: Libre demanda:1;C/a2horas:2;C/a4horas:3;C/a6horas:4;>6horas:5
167	ARTIFICIAL	Lactancia artificial: Libre demanda:1;C/a2horas:2;C/a4horas:3;C/a6horas:4;>6horas:5
168	MATEARTI	Combinada: Libre demanda:1;C/a2horas:2;C/a4horas:3;C/a6horas:4;>6horas:5
169	MATEMIXT	L. Materna + alimentación mixta: Libre demanda:1;3veces/dia:2;5veces/dia:3;>5veces/dia:4
170	ARTFMIXT	L. artificial + alimentación mixta: Libre demanda:1;3veces/dia:2;5veces/dia:3;>5veces/dia:4
171	MIXTSOLI	Mixta + solidos : Libre demanda:1;3veces/dia:2;5veces/dia:3;>5veces/dia:4
172	MIXTSEMI	Mixta + semisólidos: Libre demanda:1;3veces/dia:2;5veces/dia:3;>5veces/dia:4
173	ALLIQSOL	Alterna líquidos y sólidos : Libre demanda:1;3veces/dia:2;5veces/dia:3;>5veces/dia:4
174	RECMATER	Recibió leche materna Si:1;No:2
175	CUANTIEML	Tiempo que recibió o recibe L materna en meses
176	RECIBIBE	Recibió biberón Si:1;No:2
177	CUANTIEM	Tique recibe o recibió biberón en meses
178	ACOMPLEM	# de meses a los que inició alimentación complementaria
179	DESAYUNO Y OTRAS COMIDAS	Codificación de la dieta recibida diariamente.
180	SUCDIGI	Succión digital: Si:1;No:2
181	FRECUEN	Si respondió SI, cuantas veces al día
182	SUCCTELA	Succión de tela : Si:1;No:2
183	CHUPOENT	Chupo de entretención: Si:1;No:2;Solo para dormirse:3;Mientras duerme:4
184	FRECUENDIA	Frecuencia de uso de chupo: < de una hora:1;Entre 1-3 horas:2;>de 3 horas:3
185	OPCION 98	Se utiliza cuando alguna de las variables no aplica para la edad o por cualquier otra causa
186	OPCION 99	Se utiliza cuando definitivamente no se puede obtener el dato.

 Variables consideradas en los Análisis de asociación.

 22 Variables antropométricas medidas directamente en cada niño.

# Anexo I: Aprobación Comité de Ética.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y EXTENSIÓN

CIE-0204-12

Bogotá D.C., miércoles, 05 de diciembre de 2012

Doctor  
**DIEGO BETANCOURT**  
Facultad de Odontología  
Universidad Nacional de Colombia  
Sede Bogotá

Apreciado Doctor:

Cordialmente le informo que el Comité de Ética en Investigación Odontológica, de la Facultad de Odontología, en su sesión del 03 de Diciembre de 2012, Acta 0-20, luego de revisar el proyecto titulado "ANTROPOMETRÍA CRANEOFACIAL EN NIÑOS DE 0 A 4 AÑOS – UNA PERSPECTIVA BAYESIANA." que será realizado por la estudiante Yuli Natalia López Rodríguez, emitió el concepto de **APROBADO** dado que el proyecto cumple con los requisitos de diseño metodológico y ético.

Cordialmente,

PAULA ALEJANDRA BALDIÓN ELORZA  
Directora del Centro de Investigación y Extensión  
Facultad de Odontología

Copia a:  
Clementina Infante Contreras – Director Del Proyecto  
Yuli Natalia López Rodríguez - Estudiante

Ciencia y Tecnología para el país

---

Carrera 30 No. 45-03, FACULTAD DE ODONTOLOGÍA, Edificio 210, piso 3º, Oficina 311  
Telefax:+57 (1) 316 5606 Conmutador:+57 (1) 316 5000 ext. 16057- 16011 - 16012  
Correo electrónico: [ceninvext\\_fobog@unal.edu.co](mailto:ceninvext_fobog@unal.edu.co)  
Bogotá, Colombia, Sur América

## Anexo J: Ajuste de Modelos bayesianos – salidas de R – Scripts

A continuación se observan dos scripts como ejemplo para presentar la forma en que fueron trabajados los modelos en el software estadístico R 3.1 con el paquete OpenBUGS como soporte del análisis bayesiano y este proceso fue realizado para todas las variables modeladas en esta investigación. El ejemplo 1, contiene un script diseñado para lograr el objetivo de la construcción de una curva de crecimiento para la variable profundidad maxilar. El ejemplo 2, muestra script diseñado para obtener la asociación de variables explicativas en el crecimiento (estimación stepwise) y la inclusión de la variable género en una variable antropométrica.

### EJEMPLO 1.

```
#Seleccionar el directorio apropiado

setwd("E:/Documentos_David/Otros/Tesis_Natalia/Datos_Otros_Preliminares/
Base_variiables_nuevas")

#R2OpenBUGS
#OpenBUGS: www.openbugs.net
install.packages("BRugs", configure.args="--with-
openbugs=/share/apps/OpenBUGS/")
library(R2OpenBUGS)
library(coda)

#Lectura de los datos:
base<- read.table("basesocialesnuevaDEFINITIVA.txt", header=T, dec=".")
attach(base)

### Ajuste del modelo homoscedástico

VARIABLE ELEGIDA  NOMBRE EN LA BASE
1- PESO  PESOKG
2- TALLA  TALLACM
3- PERIMETRO CEFALICO  PERCEF
4- ALTURA CRANEOFACIAL TOTAL  ALTCRANTOT
5- ALTURA NARIZ  ALTNARIZ
6- ANCHURA DE LA CABEZA  ANCHCAB
7- ANCHURA INTERCANTAL EXTERNA  ANCHINTEREXT
8- PROFUNDIDAD MAXILAR  PROFMAX
9- PROFUNDIDAD MANDIBULAR  PROFMAND
10- LONGITUD ANTEROPOSTERIOR DE LA CABEZA  LONGCABEZA
11- ALTURA FACIAL ANTERIOR  ALTFACANT

names(base)
x<- base$EDAD[!is.na(PROFMAX)] #Variable explicativa edad (x)
Y<- base$PROFMAX[!is.na(PROFMAX)] #Variable respuesta talla (x)
N<- length(x) #Numero de observaciones utilizadas
```

```
#Gráfica
plot(x,Y)

#####

model<- function(){
  for(i in 1:N){
    Y[i] ~ dnorm(mu[i],tau[i])
    mu[i]<-b0/(1+b1
    *
    exp(b2
    *
    x[i]))
    #tau[i]<-exp(c0)
    tau[i]<-exp(c0+c1*x[i])
  }
  #tau[i]<-exp(c0)

  #b0 ~ dgamma(0.01, 1.0E-3)

  #b0 ~ dunif(8,min=5,max=15)
  b0 ~ dnorm(0.0, 1.0E-3)

  b1 ~ dnorm(0.0, 1.0E-3)
  b2 ~ dnorm(0.0, 1.0E-3)
  c0 ~ dnorm(0.0, 1.0E-3)
  c1 ~ dnorm(0.0, 0.01)

}

#Guardar el modelo
write.model(model, "model.txt")
#Mostrar el modelo en formato txt
file.show("model.txt")
#Datos para ejecutar el modelo
data<- list("Y", "x", "N")
#Valores iniciales para el algoritmo MCMC
inits<- list(list(b0=10,b1=0.45, b2=-0.225, c0=0,c1=2))

#Parámetros del modelo
parameters<- list("b0", "b1", "b2", "c0","c1")#, "c2")

#Ajuste del modelo
ajuste<-bugs(data, inits, parameters, "model.txt", n.chains=1,
n.iter=40000,
debug=F,n.burnin=1500, codaPkg=T)

#Extraer y graficar resultados del ajuste (MCMC)
ajuste
post<- read.bugs(ajuste)
plot(post[,-6])
acf(post[[1]][,-5])

postind<- as.mcmc(post[[1]][seq(7500,20000,6),-6])
```

```

plot(postind)
summary(postind)

#Estimaciones puntuales de los parámetros
betas<- summary(postind)[[1]][c(-4,-5),1]
c0<- summary(postind)[[1]][4,1]
c1<- summary(postind)[[1]][5,1]

#La función que define la media:
nlf<-function(x,betas){
  resp<- betas[1]/(1 +betas[2]
  *
  exp(betas[3]
  *
  x))
  return(resp)
}
#Grafica del modelo ajustado
plot(x,Y, cex=0.7,xlab="Edad(Meses)",ylab=" PROFMAX(Cm)",main="Modelo
Ajustado Profundidad Maxilar vs Edad",axes=F,ylim=c(4,12))
axis(1)
axis(2)
data
points(sort(x),nlf(sort(x),betas), col="red", type="l")
points(sort(x),nlf(sort(x),betas)-0.364*sqrt(exp(c0+c1*sort(x))),
col="darkblue", type="l")
points(sort(x),nlf(sort(x),betas)+0.364*sqrt(exp(c0+c1*sort(x))),
col="darkblue", type="l")
points(sort(x),nlf(sort(x),betas)-0.594*sqrt(exp(c0+c1*sort(x))),
col="blue", type="l")
points(sort(x),nlf(sort(x),betas)+0.594*sqrt(exp(c0+c1*sort(x))),
col="blue", type="l")
points(base$EDAD[GENERO==1],base$PROFMAX[GENERO==1],pch=20)
legend(x=35,y=7, c("F","M","5% - 95% IC","Media","2.5% - 97.5% IC"),
cex=0.8,pch=c(20,1,NA,NA,NA),border=F,
col=c("black","black","darkblue","red","blue"), lty=c(0,0,1,1,1))
dev.copy(png,'Edad_PROFMAX_c1_p_2.png')
dev.off()
rm(list = ls())

####construcción de los intervalos de credibilidad
salida<-summary(postind,q=c(0.025,0.975))
nlf_int<-function(x,betas){
  resp<- betas[1]/(1 +betas[2]*exp(betas[3]*x))
  return(resp)
}
##### Leyendas y genero
points(base$EDAD[GENERO==1],base$PROFMAX[GENERO==1],pch=20)
legend(x=40,y=5, c("M","F","95% IC","Media"), cex=0.8,pch=20,border=F,
col=c("black","limegreen","blue","red"), lty=c(1,5));objetivo 2

EJEMPLO 2.

##Regression StepWise para detectar variables explicativas relevantes.
setwd("E:/Documentos_David/Otros/Tesis_Natalia/Datos_Otros_Preliminares/
Base_variiables_nuevas")
#Lectura de los datos:

```

```
base<- read.table("basesocialesnueva.txt", header=T, dec=".")
attach(base)

####variables a explicar
PESOKG#TALLACM#PERCEF #LONGCABEZA
#ANCHCAB#ALTCRANTOT#ALTFACANT#ANCHBICIGOM#PROFMAX#PROFMAND#ANCHINTEREXT#
ANCHNARIZ#ALTNARIZ

##variables explicativas
GENERO, EDAD, EDPDRE, EDMDRE, CONQVIVE, ESTRATO, SERPUBLI, INGRESOS, ESCOLRDM, ES
COLRDP, TGESTACION, TPOPARTO, PESONAC, TALLANAC, PERCEFAC, PALADAR, FRENLABS, F
RLNGUAL, ENCIAS, DIENTE55, DIENTE51, DIENTE61, DIENTE65, DIENTE75, DIENTE85, ERU
DENTM, SUCCION, ALICUCHA, BBTAZA, MOVIMASE, CSRD, REACSONI, RESPNOMB, ORDENSEN, P
ALAFRAS, COMPREGU, ESCGATE, CORRE, INIESFIN, COMSOL, MATERNA, MATEMIXT, RECMATER
, CUANTIEM, RECIBIBE, DESAYUNO, ALMUERZO, MIXTSOLI, SUCDIGI, CHUPOENT, NACINCIUD
, NACINDEPA, NACIMDRD, NACIPDRD, NACIABEMD, NACIABUMD, NACIABEPD, NACIABUPD.

#Craneofaciales
var.glm<-glm(ALTCRANTOT~ GENERO+
EDAD+
EDPDRE+
EDMDRE+
ESTRATO+
SERPUBLI+
INGRESOS+
ESCOLRDM+
ESCOLRDP+
TGESTACION+
TPOPARTO+
PESONAC+
TALLANAC+
PERCEFAC+
DIENTE55+
DIENTE51+
DIENTE61+
DIENTE65+
DIENTE75+
DIENTE85+
ERUDENTM+
SUCCION+
REACSONI+
ORDENSEN+
PALAFRAS+
ESCGATE+
CORRE+
INIESFIN+
MATERNA+
MATEMIXT+
RECMATER+
CUANTIEM+
RECIBIBE+
DESAYUNO+
ALMUERZO+
MIXTSOLI+
```

```

SUCDIGI+
CHUPOENT+
NACINCIUD+
NACINDEPA+
NACIMDRD+
NACIPDRD+
NACIABEMD+
NACIABUMD+
NACIABEPD+
NACIABUPD, family = gaussian, data=base)

# family = gaussian,
var.step <- stepAIC(var.glm, trace = FALSE)
var.step$anova
summary(var.step)

#####
Modelo Bayesiano de Crecimiento
#####

####modelo bayesiano de crecimiento de la variable selccionada
##OpenBUGS: www.openbugs.net
install.packages("BRugs", configure.args="--with-
openbugs=/share/apps/OpenBUGS/")
library(R2OpenBUGS)
library(coda)

rm(list = ls())
base<- read.table("basesocialesnuevaDEFINITIVA.txt", header=T, dec=".")
attach(base)
#base<-subset(base, GENERO==1)
attach(base)
head(base$GENERO)
x<- base$EDAD[!is.na(EDAD)] #Variable explicativa edad (x)
x1<-base$GENERO[!is.na(GENERO)]
Y<- base$PROFMAX[!is.na(PERCEF)] #Variable respuesta percef (x)
N<- length(x) #Numero de observaciones utilizadas
#Gráfica
plot(x,Y)

#####
#plot(x,Y,xlab="Edad (Meses)",ylab="Peso (Kg)",main="Plot Edad vs
LONGCABEZA")
#El modelo BUGS
model<- function()
{
  for( i in 1 : N ) {
    Y[i] ~ dnorm(mu[i],tau[i])
  #    Y[i] ~ dnorm(mu[i],tau[i])
    mu[i] <- (b0+b3*x1[i])/(1+ b1*exp(b2*x[i] ) )
    tau[i] <-exp(c0+ c1*x[i])
  }

  b0 ~ dnorm(0.0,1.0E-6)
  b1 ~ dnorm(0.0,10)
  b2 ~ dnorm(0.0,10)
  b3 ~ dnorm(0.0,10)
}

```

```

c0 ~ dnorm(0.0,1.0E-6)
c1 ~ dnorm(0.0,1.0E-6)

}

#Guardar el modelo
write.model(model, "model.txt")
#Mostrar el modelo en formato txt
file.show("model.txt")
#Datos para ejecutar el modelo
data<- list("Y", "x","x1", "N")#,"x1","x2"
#Valores iniciales para el algoritmo MCMC
inits<- list(list(b0=20,b1=0.45, b2=0.225, b3=0.5, c0=3,c1=1))#, b3=0.5
#Parámetros del modelo
parameters<- list("b0", "b1", "b2","b3", "c0","c1")#,, "b3" "c1", "c2")
#Ajuste del modelo
ajuste<-bugs(data, inits, parameters, "model.txt", n.chains=1,
n.iter=90000,
debug=F,n.burnin=1500, codaPkg=T)
#Extraer y graficar resultados del ajuste (MCMC)
ajuste
post<- read.bugs(ajuste)
plot(post[,-7])
acf(post[[1]][,-7])
postind<- as.mcmc(post[[1]][seq(20000,40000,7),-7])
plot(postind)
summary(postind)
#Estimaciones puntuales de los parametros
betas<- summary(postind)[[1]][-7,1] #-desviance
c0<- summary(postind)[[1]][5,1]
c1<- summary(postind)[[1]][6,1]

#La función que define la media:
nlf<-function(x,betas){
resp<- betas[1]/(1 +betas[2]*exp(betas[3]*x))
return(resp)
}
nlf<-function(x,betas){
resp<- betas[1]/(1 +betas[2]*exp(betas[3]*x+betas[4]*x1))
return(resp)
}
#Graficos para ninos y ninas
attach(base)
base1<-subset(base,GENERO==1)
attach(base1)
x<- base1$EDAD[!is.na(EDAD)] #Variable explicativa edad (x)
x1<-base1$GENERO[!is.na(GENERO)]
Y<- base1$PROFMAX[!is.na(PERCEF)] #Variable respuesta percefc (x)
#Grafica del modelo ajustado
plot(x,Y, cex=0.7,xlab="Edad (Meses)",ylab=" PROFMAX (Cm)",main="Modelo
Ajustado Profundidad Maxilar vs Edad
incluyendo Género (F)",axes=F,ylim=c(5,13))
axis(1)
axis(2)
data

```

```
points(sort(x),nlf(sort(x),betas), col="red", type="l")
points(base$EDAD[GENERO==1],base$PROFMAX[GENERO==1],pch=20)
legend(x=35,y=6.9, c("F","5% - 95% IC","Media","2.5% - 97.5% IC"),
cex=0.8,pch=c(20,NA,NA,NA),border=F,
col=c("black","darkblue","red","blue"), lty=c(0,1,1,1,1))

dev.copy(png,'Edad_PROFMAX_genero.png')
dev.off()
```

## Anexo K: Acuerdo de confidencialidad

### Acuerdo de Confidencialidad



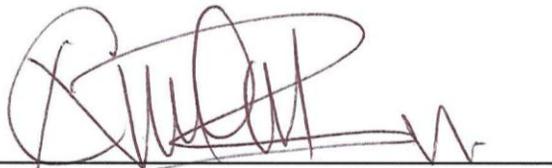
Yo, YULI NATALIA LÓPEZ RODRIGUEZ, mayor de edad y vecina de Bogotá, identificada con cédula de ciudadanía 1.018.424.287 expedida en Bogotá, en mi condición de estudiante de Maestría en Odontología, he aceptado formalmente trabajar en el proyecto **“Antropometría Craneofacial en niños de 0 A 4 Años – una perspectiva bayesiana”**, desarrollando y/o apoyando la línea de investigación en **“Biometría Craneofacial”**, declaro que conozco que este tema de trabajo se circunscribe dentro del proyecto de investigación **“Biometría Craneofacial en niños de 0 a 3 años. Caso Colombia”** formulado dentro del **“Grupo de Investigación en Crecimiento y desarrollo Craneofacial”** en la Universidad Nacional de Colombia. Por tal razón, consciente de que en el desarrollo de mi trabajo podré usar información privilegiada previamente lograda, propiedad de la Universidad y con características y usos potenciales promisorios, y que igualmente, es posible que en mi trabajo se alcancen resultados e informaciones de interés para el futuro del proyecto de investigación, me comprometo a manejar de manera confidencial los resultados y demás información relativa a mi Tesis de Maestría, atendiendo especialmente lo consignado en las siguientes cláusulas:

1. Aplicar el manejo confidencial a toda la información que se me suministre con esas características como insumo para el desarrollo del trabajo y extender ese tratamiento a los resultados alcanzados, reportándolos solamente al director y co-director del trabajo.
2. No emplear la información relacionada con mi trabajo, o cualquiera otra referida al proyecto de investigación, en beneficio propio o de terceros mientras conserve sus características de confidencialidad o mientras sea manejada como un secreto empresarial.
3. Informar clara y lealmente si en cualquier momento en el desarrollo del trabajo surgen intereses de mi parte que riñan con el interés de la Universidad. Se entiende por tal cualquiera intención más allá del ámbito académico que entre en conflicto con los

- intereses económicos o sociales que pudieren derivarse de la aplicación de los resultados de investigación. El acatamiento de este punto no implica necesariamente rompimiento del acuerdo si no reordenamiento de la relación.
4. Aceptar que cualquier publicación relacionada con el trabajo de investigación requiere autorización que deberé tramitar ante el director del trabajo, presentando el texto a publicar con un mes de antelación a la fecha en que se desea enviar a edición. Las anotaciones o correcciones del director y/o del comité revisor deberán ser atendidas sin objeciones y se relacionarán exclusivamente con información confidencial o susceptible de protección. Esta previsión deberá aplicarse igualmente al texto que constituirá el trabajo o tesis de grado.
  5. Informar inmediatamente al director sobre cualquiera hallazgo o innovación alcanzada en el desarrollo de mi trabajo, y a colaborar con mi mayor diligencia en la documentación y declaración de lo hallado y a mantener sobre todo ello los compromisos de confidencialidad requeridos y necesarios.
  6. Fijar como vigencia del presente acuerdo el tiempo de ejecución del trabajo y cinco años más después de concluido. No obstante, si la Universidad requiriese ampliar ese plazo sobre alguna de la información que llegue a conocer, aceptaré una ampliación por el mismo término con tan sólo se me notifique por correo electrónico.

Los compromisos y derechos aquí previstos se encuentran regulados por la legislación, los reglamentos y la doctrina vigente en Colombia, como es posible confrontar en: la Ley 23 de 1982, Decisión 351 CAN, Circular 06 de 2002 DNDA, artículo 308, Ley 599 de 2000, Ley 256 de 1996, Decisión 486 de la CAN, Tit. XVI, Acuerdo 035 de 2003 C.A.

En constancia y refrendación de lo declarado suscribo libremente el presente acuerdo, a los 13 días del mes de Febrero de 2013, en la ciudad de Bogotá.



**YULI NATALIA LÓPEZ RODRÍGUEZ**  
C.C. 1.018.424.287 de Bogotá

## Referencias Bibliográficas

1. González LY. Antecedentes del estudio del crecimiento general y craneofacial humano en la primera infancia. *Act Odont Col.* 2012; 2(1): 133-149.
2. De Onis M, Garza C, Grupo del Estudio Multicéntrico sobre Referencias del Crecimiento. El estudio Multi-centro de la OMS de las referencias del crecimiento: planificación, diseño y metodología. *Food Nutr Bull.* 2004; 25(1): S15—S16.
3. Vickers MH. Early life nutrition, epigenetics and programming of later life disease. *Nutrients.* Jun 2014; 6(6): 2165–2178.
4. Ulijaszek SJ. The international growth standard for children and adolescents project: environmental influences on preadolescent and adolescent growth in weight and height. *Food Nutr Bull.* Dec 2006; 27 (4 Suppl Growth Standard): S279-94.
5. De Onis M, Blossner M. The World Health Organization Global Database on Child Growth and Malnutrition: methodology and applications. *Int J Epidemiol.* 2003; 32 (4): 518-526.
6. Tanner J, Whitehouse R, Takaishi M. Standards from birth to maturity for height weight, height velocity and weight velocity: British children 1965 Part I. *Arch Dis Child.* 1966; 41: 454-71.
7. Documento Conpes Social diciembre 03 de 2007. Política pública Nacional de primera infancia: “Colombia por la Primera Infancia” [Sede Web]. Bogotá. Departamento Nacional de Planeación. [Acceso 15 mayo 2014]. Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/CONPES/>.
8. Sardi ML, Ramirez FV. A cross sectional study of human craniofacial growth. *Ann Hum Biol.* 2005; 32(3): 390–396.
9. Cuevas TLM, García GA. La producción de salud infantil en Colombia: una aproximación. *Desarro Soc.* 2007; 22(59): 21-61.
10. Farkas LG, Posnick JC, Hreczko TM. Anthropometric growth study of the head. *Cleft Palate Craniofac J.* 1992; 29(4): 303-308.
11. De Onis M, Who Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards based on length/height, weight and age. *Acta Paediatrica.* 2006; 95: 76–85.
12. De Onis M. Who Multicentre Growth Reference Study Group. Reliability of motor development data in the WHO multicentre growth reference study. *Acta Paediatrica* 2006; 95:47–55.
13. 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.
14. De Onis M, Habicht JP. Anthropometric reference data for international use: recommendations from a World Health Organization Expert Committee. *Am J Clin Nutr.* 1996; 64(4): 650-658.
15. Ministerio De La Protección Social. Diario Oficial No. 47.744 de 18 de junio de 2010. Resolución 2121 del 9 de junio de 2010 [Sede Web]. Bogotá [acceso 15 septiembre de 2012]. Disponible en: <http://www.minsalud.gov.co>.

16. Hagenas L, Colón E, Merker A et al. Estándares Normativos de Crecimiento de niños Colombianos sanos.[Sede web ] Bogotá. FCI, Karolinska Institute, ACEP. Disponible en:<http://www.asoendopediatria.com/files/INSTRUCTIVO-curvas-colombianas-con-puntos-de-corte.pdf>.
17. Oladipo GS, Esomonu C, Osogba IG. Craniofacial Dimensions of Ijaw Children and Adolescents in Nigeria. *Biomed Int.* 2010; (1) 1: 25-29.
18. Farkas LG, Ponick J, Reczko T. Growth patterns of the face: A morphometric study. *Cleft Palate Craniofac J.* 1992; 29(4):308-314.
19. Goldstein MS. Changes in dimensions and form of the face and head with age. *Am J Phys Anthropol.* 1936; 22: 37-89.
20. Pérez AB, Martínez MM, Hernández RC, Fiu EB. Relación entre las dimensiones craneofaciales y la malnutrición fetal. *Rev Cuba Ortod.* 1988; 13(2), 99-106.
21. Farkas LG, Katric MJ, Forrest CR. International anthropometric study of facial morphology in various ethnic groups/races. *J Craniofac Surg.* July 2005; 16(4): 615-646.
22. Flores L, Fernandez M, Heredia E. Valores cefalométricos craneofaciales en niños preescolares del Jardín de Niños CENDI UNAM. *Rev Odontol Mex.* 2004; 8(1-2), 17-23.
23. Luna Jaspe H, Ariza M, Mora PJ, Pardo TF. Estudio seccional de crecimiento, desarrollo y nutrición en 12.138 niños de Bogotá, Colombia. *Rev Fac Med.* 1971; 1:57-71.
24. Gracia B, De Plata C, Rueda Á, Pradilla A. Antropometría por edad, género y estrato socioeconómico de la población escolarizada de la zona urbana de Cali. *Col Med.* 2003; 34 (2): 61-68.
25. Gale CR et al. The influence of head growth in fetal life, infancy, and childhood on intelligence at the ages of 4 and 8 years. *Pediatrics.* 2006; 118(4):1486-1492.
26. Rebato E. Crecimiento: una visión desde la Antropología Física. *Rev Esp Antrop Fís.* 2010; 31: 85-110.
27. Santagati F, Rijli FM. Cranial neural crest and the building of the vertebrate head. *Nature Rev Neurosci.* 2003; 4(10), 806-818.
28. Okeson JP. Management of temporomandibular disorders and occlusion. 7º Edición. China. Elsevier Mosby. 2012. .
29. Cáceres AR. Estadística aplicada a las ciencias de la salud. España. Ediciones Díaz de Santos; 2007.
30. González LY. Biometría craneofacial en niños de 0 a 3 años – caso Colombia. [tesis de maestría]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2013.
31. Rondón F, Osorio JC, Peña AV, Garcés HA, Barreto G. Diversidad genética en poblaciones humanas de dos regiones colombianas. *Col Med.* 2008; 39(2) Supl 2: 52-60.
32. Silva LC, Benavides A. El enfoque bayesiano: otra manera de inferir. *Gac Sanit.* 2001; 15(4):341- 46.
33. Aven T, Eidesen K. A predictive Bayesian approach to risk analysis in health care. *BMC.* 2007; 7:38.
34. Spiegelhalter DJ, Best NG, Carlin BP, Van der Linde A. Bayesian Measures of Model Complexity and Fit. *J R Statist Soc B.* 2002; 64(4):583-639.
35. Berger JO, Bernardo JM, Sun D. The formal definition of reference priors. *Ann Statist.* 2009; 37(2): 905-938.
36. Bernardo JM. Intrinsic credible regions: An objective Bayesian approach to interval estimation. *Test.* 2005; 14(2): 317-384. .
37. Hacking I. An introduction to probability and inductive logic. Cambridge [England]: Cambridge University Press; 2001.
38. Berger Z. Bayesian and frequentist models: legitimate choices for different purposes of clinical research. *J Eval Clin Pract.* 2010; 16(6):1045-1047. .

39. Ministerio de Salud. Resolución 8430 de 4 de octubre de 1993. Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud [Sede Web]. Bogotá: [acceso 12 octubre de 2012]. Disponible en: <http://www.minsalud.gov.co>.
40. Instituto Colombiano De Bienestar Familiar. Valoración del estado nutricional por indicadores antropométricos. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia. Bogotá: Panamericana Formas e Impresos; 2005.
41. Cepeda-Cuervo E, Archar JA. Heteroscedastic nonlinear regression Models. *Comm Statist Simulation Comput.* 2010; 39: 405-419.
42. Weinmann J, Sicher H. Bone and Bones: Fundamentals of bone Biology. St Louis: CV Mosby; 1947.
43. Enlow DH. Crecimiento maxilofacial. 3ªed. México: Interamericana McGraw-Hill; 1992.
44. Infante-Contreras, C. Fundamentos para la evaluación de crecimiento, desarrollo y función craneofacial. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2009.
45. TW, Sadler. Langman Embriología médica. 11ª edición. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins; 2010.
46. Meikle MC. Craniofacial development growth and evolution. England: Bateson Publishing. 2002.
47. Bogin B. Patterns of human growth. Second Edition. Cambridge. Cambridge, United Kingdom: Cambridge University press; 1999.
48. Larsen, W.J. Embriología Humana. 3ª Edición. Madrid: Elsevier; 2003.
49. Barbier A et al. New Reference Curves for Head Circumference at Birth, by Gestational Age. *Pediatrics.* 2013; 131(4): e1158-e1167.
50. Szabo-Rogers HL et al. New directions in craniofacial morphogenesis. *Dev Biol.* 2010; 341(1): 84–94.
51. Battaglia FC, Lubchenco LO. A practical classification of newborn infants by weight and gestacional age. *J Pediatr.* 1967; 71(2): 164-17.
52. Babson SG, Benda GI. Growth graphs for the clinical assessment of infants of varying gestacional age. *J Pediatr,* 1976 Nov; 89(5): 814-820.
53. Usher R, McLean F. Intrauterine growth of live-born Caucasian infants at sea level: Standards obtained from measurements in 7 dimensions of infants born between 25 and 44 weeks. *J Pediatric,* 1969; 74(6):901-910.
54. De Onis M, Blossner M, Villar J. Levels and patterns of intrauterine growth retardation in developing countries. *Eur J Clin Nutr.* 1998; 52(1): S5-15.
55. Olsen et al. New Intrauterine Growth Curves Based on United States Data. *Pediatrics.* 2010; 125(2): 214-223.
56. Hawkins DF. Teratogens in the human: Current problems. *J Clin Pathol.* 1976; 29 Suppl (R Coll Pathol) 10: 150–156.
57. Briggs GG, Freeman RK, Yaffe SJ. Drugs in pregnancy and lactation: a reference guide to fetal and neonatal risk. Ninth edition. Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins; 2012.
58. Erb L, Anderssen BD. The fetal alcohol syndrome (FAS): a review of the impact of chronic maternal alcoholism on the developing fetus. *Clin Pediatr.* 1978 Aug; 17:644-649.
59. Calhoun F, Warren K. Fetal alcohol syndrome: historical perspectives. *Neurosci Biobehav Rev.* 2007; 31(2): 168-171.
60. Diewert VM. A morphometric analysis of craniofacial growth and changes in spatial relations during secondary palatal development in human embryos and fetuses. *Am J Anat.* 1983 Aug; 163(4): 495-522.
61. Butler NR, Goldstein H, Ross EM. Cigarette smoking in pregnancy: its influence on birth weight and perinatal mortality. *Br Med J.* 1972 Apr; 2(5806): 127-130.

62. Reeves S, Bernstein I. Effects of maternal tobacco-smoke exposure on fetal growth and neonatal size. *Expert Rev Obstet Gynecol.* 2008 nov; 3(6): 719-730.
63. Bublitz MH, Stroud LR. Maternal smoking during pregnancy and offspring brain structure and function: review and agenda for future research. *Nicotine Tob Res.* 2012 Apr; 14(4): 388-97.
64. Villalobos G, Guzmán J, De La Vega P, Ortiz V, Casanueva E. Evaluación antropométrica del recién nacido. Variabilidad de los observadores. *Perinatol Reprod Hum.* 2002; 16: 74-79.
65. Anzelmo M, Sardi M, Barbeito-Andrés J, Pucciarelli H. Alometrías ontogénicas y dimorfismo sexual Facial en dos poblaciones humanas modernas. *Rev Argent Antrop Biol.* 2012. 14(1): 89-100.
66. Meredith HV. Human head circumference from birth to early adulthood: racial, regional, and sex comparisons. *Growth.* 1971; 35: 233–51.
67. Little BB, Buschang PH, Peña Reyes ME, Tan SK, Malina RM. Craniofacial dimensions in children in rural Oaxaca, Southern Mexico: secular change, 1968-2000. *Am J Phys Anthropol.* 2006; 131(1): 127–136.
68. Farkas LG. Anthropometry of the head and face in medicine. Illustrated edition. New York. Elsevier; 1981.
69. Broadbent BH Sr, Broadbent BH Jr, Golden WH. Bolton standards of dentofacial development growth. Illustrated edition. CV Mosby, St Louis; 1975.
70. Ursi WJ, Trotman CA, McNamara JA Jr, Behrents RG. Sexual dimorphism in normal craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1993; 63(1):47-56.
71. Lapunzina P, Aiello H. Manual de antropometría normal y patológica; fetal, neonatal, niños y adultos. Barcelona: Masson; 2002. .
72. Moss ML. The primacy of functional matrices in Orofacial growth. *Dent Pract Dent Rec.* 1968; 19:65-73.
73. Van Limborgh J. The role of genetic and local environmental factors in the control of postnatal craniofacial morphogenesis. *Acta Morphol Neerl Scand.* 1972; 10(1): 37-47.
74. Petrovic AG, Lavergne J. Discontinuities in occlusal relationship and the regulation of facial growth. *A Cybernetic View. Eur J Orthod.* 1983; 5(4): 269-278.
75. Carlson DS. Theories of craniofacial growth in the postgenomic era. *Semin Orthod.* 2005;11(4): 172-183.
76. Gross S, Oehler J, Eckerman C. Head Growth and Developmental Outcome in Very Low-Birth-Weight Infants. *Pediatrics* 1983; 71(1): 70-75.
77. Buschang PH, Baume RM, Nass GG. Craniofacial growth and size patterns during postnatal development. *Growth.* 1983; 47(2): 217-223.
78. Snodell SF, Nanda RS, Currier GF. A longitudinal cephalometric study of transverse and vertical craniofacial growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993; 104(5): 471–483.
79. Lux CJ, Conradt C, Burden D, Komposch G. Transverse development of the craniofacial skeleton and dentition between 7 and 15 years of age—a longitudinal postero-anterior cephalometric study. *Eur J Orthod.* 2004; 26(1): 31–42.
80. Cossio-Bolaños M, de Arruda M, Núñez Álvarez V, Lancho Alonso J. Efectos de la altitud sobre el crecimiento físico en niños y adolescentes. *Rev Andal Med Deporte.* 2011; 4(2): 71-76.
81. Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, et al. 2000 CDC growth charts for the United States: Methods and development. National Center for Health Statistics. *Vital Health Stat.* 2002; 11(246): 1-178.
82. Interagency Board for Nutrition Monitoring and Related Research. Bialostosky K, ed. Nutrition monitoring in the United States: The directory of Federal and State nutrition monitoring and related research activities. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics; 2000.

83. Beall CM. Adaptations to altitude: a current assessment. *Annu Rev Anthropol.* 2001; 30: 423-456.
84. Arboleda C, Buschang PH, Camacho JA, Botero P, Roldan S. A mixed longitudinal anthropometric study of craniofacial growth of Colombian mestizos 6-17 years of age. *Eur J Orthod.* 2011; 33(4): 441-449.
85. Francois R. Tratado de osteopatía craneal, articulación temporomandibular: análisis y tratamiento ortodóntico. 2ª Ed. Madrid: Médica Panamericana; 2005.
86. Wells JP, Hyler-Both DL, Danley TD, Wallace GH. Biomechanics of growth and development in the healthy human infant: a pilot study. *J Am Osteopath Assoc.* 2002; 102(6): 313-319.
87. Brustowicz KA, Padwa BL. Malocclusion in children caused by temporomandibular joint effusion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2013; 42(8): 1034-1036.
88. Evereklioglu C, Doganay S, Er H, Gunduz A, Tercan M, Balat A, Cumurcu T. Craniofacial Anthropometry in a Turkish Population. *Cleft Palate Craniofac J.* March 2002; 39(2): 208-218.
89. Viggiano D, Fasano D, Monaco G, Strohmenger L. Breastfeeding, bottle feeding, and non-nutritive sucking; effects on occlusion in deciduous dentition. *Arch Dis Child.* 2004; 89(12): 1121-1123.
90. Agnihotri G, Singh D. Craniofacial Anthropometry in Newborns and Infants. *Iran J Pediatr.* 2007; 17(4): 332-338.
91. Brodie A. On the growth pattern of the human head. From the third month to the eighth year of life. *American Journal of Anatomy.* 1941; 68(2): 209-262.
92. Hunter C.J. The Correlation of Facial Growth With Body Height And Skeletal Maturation At Adolescence. *Angle Orthod.* 1966; 36(1): 44-54.
93. Lejarraga H et al. Growth references for weight and height for Argentinian 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.
94. Roche AF, Mukherjee D, Guo SM, Moore WM. Head circumference reference data: birth to 18 years. *Pediatrics.* 1987; 79:706-712.
95. 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; 1: 115-162.
96. Laestadius ND, Aase JM, Smith DW. Normal inner canthal and outer orbital dimensions. *J Pediatr.* 1969; 74: 465-468.
97. Jones KL, Hanson JW, Smith DW. Palpebral fissure size in newborn infants. *J Pediatr.* 1978; 92: 787.
98. Falkner F. Some Physical Measurements in the First Three Years of Life. *Arch Dis Child.* 1958 Feb; 33(167): 1-9.
99. Muehlenbein MP. Human evolutionary biology. 1º Ed. New York: Cambridge University Press; 2010.
100. Hamill PV, Drizid TA, Johnson CL, Reed RB, Roche AF, Moore WM. Physical growth: National Center for Health Statistics percentiles. *Am J Clin Nutr.* 1979; 32(3): 607-629.
101. De Onis M, Yip R. The WHO growth chart: Historical considerations and current scientific issues. *Bibl Nutr Dieta.* 1996; 53: 74-89.
102. Gökçay G, Furman A, Neyzi O. Updated growth curves for Turkish children aged 15 days to 60 months. *Child Care Health Dev.* 2008; 34(4): 454-63.
103. Ireton MJ. Relations entre les variables biométriques, éco-géographiques, socio-économiques et nutritionnelles d'enfants et adolescents scolarisés d'El Yopal, Casanare,

- Colombie, 2000-2002. [Thèse de Doctorat de L'Université de la Méditerranée]. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 2003.
- 104.** Hellman M. An introduction to growth of the human face from infancy to adulthood. *Int J Orthod Oral Sug Rad.* 1932; 18(8): 777-798.
- 105.** Sparks CS, Jantz RL. A reassessment of human cranial plasticity: Boas revisited. *PNAS.* 2002; 99(23):14636-14639.
- 106.** Chvatal BA, Behrents RG, Ceen RF, Buschang PH. Development and testing of multilevel models for longitudinal craniofacial growth prediction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128(1): 45- 56.
- 107.** Porter JP, Olson, KL. Anthropometric Facial Analysis of the African American Woman. *Arch Facial Plast Surg.* 2001; 3(3):191-7.
- 108.** Budai M et al. Relations between anthropometric and cephalometric measurements and proportions of the face of healthy young white adult men and women. *J Cran Surg.* 2003; 14(2): 154-161.
- 109.** Sekiguchi T, Savara BS. Variability of cephalometric landmarks used for face growth studies. *Am J Orthod.* 1972; 61(6) :603-618.
- 110.** Stewart RF et al. Developing a standardized Cephalometric vocabulary: Choices and Possible strategies. *J Dent Educ.* 2008; 72(9): 989-997.
- 111.** Stengel-Rutkowski S, Schimanek P, Wernheimer A. Anthropometric definitions of dysmorphic facial signs. *Hum Genet.* 1984; 67 (3): 272-295.
- 112.** 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.
- 113.** 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.
- 114.** Niederer I et al. Influence of a lifestyle intervention in preschool children on physiological and psychological parameters (Ballabeina): study design of a cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health.* 2009; 9(1): 94.
- 115.** Dahlgren G, Whitehead M. Policies and strategies to promote social equity in Health. Stockholm: Institute for Future Studies; 1991.
- 116.** Buss PM, Pellegrini Filho A. A saúde e seus determinantes sociais. *Physis.* 2007; 17(1): 77-93.
- 117.** Strauss RS, Dietz WH. Growth and development of term children born with low birth weight: effects of genetic and environmental factors. *J Pediatr.* 1998 Jul; 133(1): 67-72.
- 118.** Amigo H, Erazo M, Bustos P. Estaturas de padres e hijos chilenos de diferente etnia y vulnerabilidad social. *Salud Pública Mex.* 2000; 42(6): 504-510.
- 119.** Sorva R, Lankinen S, Tolppanen EM, Perheentupa J. Variation of growth in height and weight of children. II. After infancy. *Acta Paediatr Scand.* 1990 May; 79(5):498-506.
- 120.** Arias M, Tarazona M, Lamus F, Granados C. Estado nutricional y determinantes sociales asociados en niños Arhuacos menores de 5 años de edad. *Rev Salud Publ.* 2013;15 (4): 565-576.
- 121.** World Health Organization. Fifty-Fourth World Health Assembly. Global strategy for infant and young child feeding: the optimal duration of exclusive breastfeeding. Provisional agenda item 13.1. Geneva: World Health Organization; 2001.
- 122.** Colodro-Conde L et al. Relationship between level of education and breastfeeding duration depends on social context: breastfeeding trends over a 40-year period in Spain. *J Hum Lact.* 2011; 27(3): 272-278.
- 123.** Instituto Colombiano de Bienestar Familiar–ICBF. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia 2010 – ENSIN [Sede Web]. Bogotá. [acceso 20 abril 2013]. Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/portal/page/portal/PortallCBF/NormatividadGest>.

124. Dehollain P. Concepto y condicionantes de la seguridad alimentaria en hogares. *Agroalimentaria*. 1995; 1(1).
125. De Onis, M. Assessment of differences in linear growth among populations in the WHO Multicentre Growth Reference Study. *Acta Paediatrica*. 2006; 95(S450) 56-65.
126. 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.
127. 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.
128. 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.
129. Mendoza A et al. Relación de la lactancia materna y hábitos de succión no nutritiva con maloclusión dental. *Rev Bol Ped*. 2008; 47(1): 3-7.
130. Devore JL. Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. 7ª ed. México: Cengage Learning Ed; 2008.
131. Leenen I. La prueba de la hipótesis nula y sus alternativas: revisión de algunas críticas y su relevancia para las ciencias médicas. *Inv Ed Med*. 2012; 1(4): 225-234.
132. Comité Internacional De Directores De Revistas Médicas. Requisitos uniformes para preparar los manuscritos que se presentan a las revistas biomédicas. *Rev Med Hered*. 2013; 10(1): 27-37.
133. Arnau J, Balluerka N. Análisis de datos longitudinales y de curvas de crecimiento. Enfoque clásico y propuestas actuales. *Psicothema*. 2004; 16(1):156-162.
134. Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E, Sobradillo B, Yeste D. Estudios españoles de crecimiento 2008. Nuevos patrones antropométricos. *Endocrinol Nutr*. 2008; 55(10): 484-506.
135. Buuren SV, Fredrik M. Worm Plot: a simple diagnostic device for modelling growth reference curves. *Statist Med*. 2001; 20: 1259–1277.
136. WHO Multicentre Growth Reference Study Group. WHO Child Growth Standards: Length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: Methods and development. Geneva: World Health Organization; 2006.
137. Souza VJ, Martinez E, Nunes A. Curvas de crescimento de Gompertz para o acompanhamento de crianças de alto risco. *Rev Bras Biom*. 2010; 38(3): 39-58.
138. Harville DA. Maximum likelihood approaches to variance component estimation and to related problems. *J Amer Statist Assoc*. 1977; 72(358): 320-340.
139. Laird NM, Ware JH. Random effects models for longitudinal data. *Biometrics*. 1982; 38: 963-974.
140. Reinsel G. Estimation and Prediction in a Multivariate Random Effects Generalized Linear Model. *J Am Stat Assoc*. 1984; 79 (386):190–210.
141. Guerrero SC, Melo O. Optimización de curvas de crecimiento a través de análisis univariado. *Rev Colomb Estad*. 2008; 31(2): 193-209.
142. Correa JC. Una aproximación bayesiana al problema de heterocedasticidad en el modelo lineal simple. *Rev Colomb Estad*. 2005; 28(1): 17 -21.
143. Cepeda-Cuervo E, Achcar JA. Regression Models with heteroscedasticity using bayesian Approach. *Rev Colomb Estad*. 2009; 32(2): 267-87. .
144. Bayes T. An Essay towards solving a Problem in the Doctrine of Chances. By the late Rev Mr Bayes, FRS. Communicated by Mr. Price, in a letter to John Canton, AMFRS. *Phil Trans R Soc B (1683-1775)*; 53(1763): 370- 418.
145. Cepeda-Cuervo E, Gamerman D. Bayesian modeling of variance heterogeneity in normal regression models. *Braz J Probab Stat*. 2001; 4(1):207–21.

146. Cepeda- Cuervo E, Aguilar W, Cervantes V, Corrales M, Díaz I, Rodríguez D. Intervalos de confianza e intervalos de credibilidad para una proporción. *Rev Colomb Estad.* 2008; 31(2): 211- 228.
147. Ntzoufras I. *Bayesian modelling using WinBugs.* New Jersey: Wiley & Sons; 2009.
148. Yi N et al. Bayesian model selection for genome-wide epistatic quantitative trait loci analysis. *Genetics.* 2005; 170(3): 1333-1344.
149. López-Puga J et al. Las redes bayesianas como herramientas de modelado en psicología. *An Psicol.* 2007; 23 (2): 307-316.
150. Peña-Sanchez D. Aplicaciones de la Teoría Bayesiana de la decisión al diagnóstico y tratamiento médico. *Trab Estad Invest Oper.* 1978; 29(3): 38-60.
151. Spiegelhalter D, Myles J, Jones D, Abrams K. *Methods in health service research: An introduction to bayesian methods in health technology assessment.* *BMJ.* 1999; 319: 508-512.
152. Held L. *Bayesian Methods in Epidemiology.* 2° Ed. New York. Handbook of epidemiology. Springer New York; 2014.
153. Zhao W, Chellappa R, Phillips PJ, Rosenfeld A. Face recognition: A literature survey. *Acm Computing Surveys.* 2003; 35(4): 399-458.
154. Claes et al. Bayesian estimation of optimal craniofacial reconstructions. *Forensic Sci Int.* 2010; 201(1): 146-152.
155. Ruiz-Correa S et al. A Bayesian hierarchical model for classifying craniofacial malformations from CT imaging. *EMBS 2008. 30th Annu Int Conf IEEE.* 2008; pp. 4063-4069.
156. Matranga D, Firenze A, Vullo A. Can bayesian models play a role in dental caries epidemiology? Evidence from an application to the BELCAP data set. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2013; 41(5): 473-480.
157. Organización Mundial de la Salud. Curso de Capacitación sobre la evaluación del crecimiento del niño [Sede Web]. Ginebra: OMS, [acceso 17 abril de 2013] Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/training/es/>.
158. DANE [Sede web]. Estadísticas por Tema. Consultado el 27 de diciembre de 2014. Disponible en <http://www.dane.gov.co/index.php>.
159. DANE [Sede web]. Estimación y proyección de población Nacional, departamental y municipal por área 1985-2020, consultado el 27 de septiembre de 2014. Disponible en <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/proyecciones-de-poblacion>.
160. Index Mundi [sede Web]. United States. [actualizado 23 de Agosto de 2014; consultado 20 de Octubre de 2014]. Disponible en <http://www.indexmundi.com/colombia>.
161. Couldrey M, Herson M. Desplazamiento forzado y migración en Colombia. *Migraciones forzadas.* 2010, Mar; 34:10-11.
162. Silva A, González P. Un análisis espacial de las migraciones internas en Colombia (2002-2005). *Rev Fac Cien Econ.* 2009; 27(1): 123-144. .
163. Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Encuesta multipropósito para Bogotá Distrito Capital-EMB 2011 [Sede Web]. Bogotá. Secretaria Distrital de Planeación. Consultado 20 Octubre de 2014. Disponible: [www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=231&Itemid=76](http://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=231&Itemid=76),
164. Programa de las Naciones Unidas sobre el derecho a la vivienda. Folleto informativo N°21 (Rev.1) [sede web]. Consultado 20 de octubre de 2014. Disponible en: <http://www.unhabitat.org>.
165. Pieck E. *Los Jóvenes y el trabajo. La educación frente a la exclusión social.* 1° Edición. México. Universidad Iberoamericana Biblioteca Franciso Xavier Clavijero; 2001.
166. Prendes M et al. Factores maternos asociados a la duración de la lactancia materna en Santos Suárez. *Rev Cub Med Gen Integr.* 1999; 15(4): 397-402.

- 167.** Saézn- Lozada M, Camacho A. Prácticas de lactancia materna y alimentación complementaria en un jardín de Bogotá. *Rev Salud Pública*. 2007; 9(4): 587-594.
- 168.** Ministerio de la protección social, Profamilia. Encuesta Nacional de demografía y salud ENDS-2010 [Sede Web]. Bogotá. Profamilia Colombia. Consultado 19 de octubre de 2014. Disponible en: [www.profamilia.org.co/encuestas/Profamilia/Profamilia/index.php?option=com\\_content&view=article&id=62&Itemid=9](http://www.profamilia.org.co/encuestas/Profamilia/Profamilia/index.php?option=com_content&view=article&id=62&Itemid=9).
- 169.** Gonzalez LY, Tejedor FH, López LA, Infante Contreras C. Curvas de crecimiento del perímetro cefálico en niños de 0 a 3 años. una nueva aproximación. *Rev Fac Odont Univ Ant*. 2014; 26(1): 13-32.
- 170.** Ontiveros-Mendoza E, Cravioto J, Sánchez-Pérez M, Barragán-Mejía MG. Evaluación del desarrollo motor en función de género, estimulación disponible en el hogar y nivel socioeconómico en niños de 0 a 3 años de edad del área rural. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2000; 57(6):311-319.
- 171.** Krieg WL. Early facial growth accelerations, a longitudinal study. *Angle Orthod*. 1987; 57(1): 50-62.
- 172.** Jimenez ID, Villegas LF, Alvarez LG. Picos de crecimiento facial vertical antes de los 12 años de edad y su relación con el desarrollo puberal en 44 mestizos colombianos sin tratamiento. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. 2013; 24(2): 289-306.
- 173.** Departamento de Nutrición para la Salud y el Desarrollo, OMS. Resumen de los Patrones de crecimiento infantil de la OMS. Longitud/estatura para la edad, peso para la edad, peso para la longitud, peso para la estatura e índice de masa corporal para la edad. *Metodos y desarrollo*. [sede Web]. Ginebra. Suiza. Organización Mundial de la Salud. Consultado 08 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.who.int/childgrowth/standards/es/>.
- 174.** Organización Mundial de la Salud-OMS. Obesidad y sobrepeso. Nota descriptiva N° 311. [sede Web]. Ginebra: OMS.com; Agosto de 2014. [acceso: 27 diciembre 2014]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>.
- 175.** Rodríguez MJ, Mora R. Estadística informática: casos y ejemplos con el SPSS. Primera edición. Alicante, España: Universidad de Alicante; 2001.
- 176.** Rendon M, Serrano G. Fisiología de la Succión nutritiva en recién nacidos y lactantes. *Bol Med Hosp Infant Mex*. 2011; 68(4): 319-327.
- 177.** Carrut BR, Ziegler P, Gordon A, Hendricks K. Developmental Milestones and Self-Feeding Behaviors in Infants and Toddlers. *J Am Diet Assoc*. 2004;104: S51-S56.