



# Generación de una ecuación de predicción de espacio requerido a través del análisis de regresión lineal y su comparación con respecto a los métodos de Moyers y Tanaka-Johnston, en adolescentes de 12-14 años en la U. E. «Darío Guevara Mayorga», Quito-Ecuador 2014-2015

*Generation of a predictive equation for required space through linear regression analysis and its comparison with the Moyers and Tanaka-Johnston methods in adolescents of 12-14 years of age at the S.U.  
«Darío Guevara Mayorga», Quito-Ecuador 2014-2015*

Darío Wladimir Pazmiño Ortiz,\* Ana Mishel Proaño Rodríguez<sup>§</sup>

## RESUMEN

Desde la creación de las tablas de Moyers en 1958 y el método de Tanaka-Johnston en 1974, los cuales predicen el espacio requerido para que erupcionen los caninos y premolares, se ha venido cuestionando su efectividad al momento de aplicar en otras etnias diferentes en las que se realizaron dichos estudios; a nivel de Sudamérica, en donde encontramos etnia mestiza diferente a la etnia blanca, muestra realizada para la creación de las tablas de Moyers y el método de Tanaka-Johnston, al aplicar dichos métodos la mayoría de los estudios concluyeron que sus valores predictivos no son acordes a los valores reales. El presente trabajo generó una ecuación de predicción de espacio requerido por medio de coeficientes de correlación de Pearson y su posterior creación mediante la regresión lineal con valores de nuestra población, tanto para mujeres como para hombres, luego se procedió a comparar su eficacia con respecto a los dos métodos antes mencionados, obteniendo y concluyendo que en mujeres y hombres la ecuación generada fue más eficaz que dichos métodos.

## ABSTRACT

Since the creation of Moyers' tables in 1958 and the method of Tanaka-Johnston in 1974, which predict the required space for the canines and premolars to erupt, their effectiveness has been questioned when applied to different ethnic groups than those in which the studies were conducted. In South America, where we find mixed race ethnicity different from the white race, most studies have concluded that during the application of these methods their predictive values are not coincident with actual values. This study made a prediction equation of required space by Pearson correlation coefficients and subsequent creation by linear regression using values of our population, both women and men; then we proceeded to compare its effectiveness with the two methods abovementioned (Moyers and Tanaka-Johnston) and concluded that in women and men the generated equation was more effective.

**Palabras clave:** Espacio requerido, coeficiente de correlación de Pearson, ecuación de regresión lineal.

**Key words:** Space requirement, Pearson correlation coefficient, linear regression equation.

## INTRODUCCIÓN

La utilización de piezas predictoras para saber el tamaño requerido de caninos y premolares en dentición mixta se ha utilizado desde el año 1958.<sup>1</sup> El Dr. R. Moyers realizó un estudio en etnia blanca cuyos resultados arrojaron la creación de tablas de probabilidad de espacio requerido en dentición mixta.<sup>2</sup> Dichas tablas fueron divididas por géneros, consistían en la utilización de los cuatro incisivos inferiores como pie-

\* Odontólogo egresado.

§ Docente de la Cátedra de Ortodoncia.

Universidad Central del Ecuador.

© 2018 Universidad Nacional Autónoma de México, [Facultad de Odontología]. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/ortodoncia>

zas predictoras, para con este resultado transportarse a las tablas de probabilidad y así saber el tamaño real de caninos y premolares tanto en maxilar como en mandíbula.<sup>3,4</sup>

Los doctores Marvin Tanaka y Lesly Johnston quisieron corroborar las tablas de Moyers, para lo cual realizaron su estudio en 506 modelos de etnia blanca, los resultados arrojaron la creación de dos constantes, una para maxilar y otra para mandíbula, para evitar la utilización de las tablas de Moyers.<sup>5,6</sup> Al igual que Moyers, los doctores Tanaka-Johnston utilizaron como piezas predictoras a los cuatro incisivos inferiores. Estos métodos tuvieron una aceptación grande en el mundo, ya que eran sencillos y poco costosos.<sup>7,8</sup>

Tras la aplicación de estos métodos predictivos (Moyers y Tanaka-Johnston) en varias poblaciones, se empezó a observar que sus resultados no eran acordes a los reales cuando se aplicaban en diferentes etnias de los que fueron creados.<sup>9,10</sup> Varios artículos publicados en países latinoamericanos como: Perú, según Bernabé E, Flores-Mir C,<sup>11</sup> Mercado<sup>12</sup> y Ramos et al.,<sup>13</sup> México, según Gutiérrez, J. et al.,<sup>7</sup> y Colombia, según Botero, P. et al.<sup>8</sup>, han concluido que los métodos de Moyers y Tanaka-Johnston muestran un alto margen de error al aplicarlos en sus poblaciones. En Ecuador tenemos una etnia mestiza, producto de las mezclas y conquistas que ha sufrido nuestro país a lo largo de la historia.

Los coeficientes de correlación ya han sido utilizados a nivel de la Odontología para predecir el tamaño de piezas dentales desde 1958 con Hixon y Oldfather, a nivel de la utilización de ecuaciones de regresiones lineales en espacio requerido el pionero fue Lee-Chan et al., quienes realizaron un estudio en personas asiático-americanas y concluyeron que su ecuación de regresión lineal fue más precisa que los datos obtenidos con el método de Tanaka-Johnston.<sup>14,15</sup> Una ecuación de regresión lineal no es más que una relación entre la variable dependiente (X) con la variable independiente (Y), matemáticamente se expresa así:  $Y = f(X)$ . En el estudio de predicción de espacio requerido a nivel de caninos y premolares Y es igual a la suma de caninos y premolares, a y b son las constantes numéricas, y X es la suma de piezas dentales predictoras.<sup>16</sup>

El presente trabajo de investigación estuvo orientado a generar una ecuación de predicción de espacio requerido a través del análisis de regresión lineal y compararla con los métodos de Moyers y de Tanaka-Johnston, en adolescentes de 12-14 años en la U. E. «Darío Guevara Mayorga» de la ciudad de Quito durante el periodo 2014-2015.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La investigación fue de tipo observacional, ambispectivo, transversal y correlacional. Las variables fueron: el espacio requerido que hace referencia a la distancia entre mesial de la pieza 6 a distal de la pieza 2 (variable dependiente), y el coeficiente de correlación bivariada de Pearson que es la relación lineal entre dos variables aleatorias cuantitativas y mide el grado de relación entre dos medidas (variable independiente). Luego de la aprobación por el Subcomité de Ética de Investigación en Seres Humanos de la Universidad Central del Ecuador (SEISH-UCE), se procedió a entregar el consentimiento informado a los 220 estudiantes de octavo, noveno y décimo de básica de la U. E. «Darío Guevara Mayorga», Quito-Pichincha periodo 2014-2015; se indicó que en el consentimiento estaba detallado todo el procedimiento que se les iba a realizar y que sus padres debían firmar para aprobar dicho consentimiento; a los estudiantes que trajeron el consentimiento se les aplicó una ficha de recolección de datos en donde constaban los criterios de inclusión del estudio que fueron: ecuatorianos de nacimiento y con ancestros ecuatorianos de por lo menos una generación previa, que ambos apellidos sean de origen hispanoamericano, sin tratamiento ortodóntico y ortopédico previo.<sup>13</sup> De la población se seleccionó sólo a los estudiantes que cumplieron con todos los criterios de inclusión. A los estudiantes seleccionados se les realizó un examen intraoral seleccionando sólo a los que presentaban dentición permanente completa, sin caries dental, traumatismo, atricción o restauraciones visibles clínicamente a nivel de las caras mesiodistales en todas las piezas dentales,<sup>17</sup> y se escogió a 70 mujeres y 70 hombres, ya que al aplicar la fórmula estadística para la validación de la muestra descubrimos que teníamos que realizar el estudio en 140 estudiantes. A los jóvenes elegidos se les realizó la toma de impresión con alginato tropicalgin de las dos arcadas dentarias, 10 jóvenes por día. Posteriormente se realizaron los vaciados con yeso para ortodoncia. Se dividió en dos partes la muestra, el 70% para la creación de la ecuación y el otro 30% para la verificación. Con el 70% de la muestra en mujeres y hombres se procedió a analizar 10 pares de modelos por día para evitar la fatiga ocular como lo menciona Ramos et al.,<sup>13</sup> cada diente se midió con el calibrador digital Caliper 150 mm (6") con una apreciación de 0.01 mm, la colocación del calibrador fue perpendicular a la corona clínica del diente topando las puntas activas en las caras mesiales de cada diente, se realizaron dos mediciones a cada diente y se anotó la primera medida, ya que la diferencia entre las dos mediciones fue menor

a 0.2 mm tanto en mujeres como en hombres,<sup>17</sup> estos datos fueron corroborados por dos ortodoncistas: Dra. Luisana Luzuriaga y el Dr. Marcel Ulloa.

El manejo de los datos y la creación de las ecuaciones fueron realizadas en el programa Excel 2010, para las posibles combinaciones de los dientes se basó en la tabla 1 del artículo de Ramos et al.<sup>13(p69)</sup> y se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson a cada combinación. Se tomó la combinación de dientes que arrojó la mayor correlación según el coeficiente de Pearson, a estos datos junto con el espacio requerido (suma de caninos y premolares) se procedió a realizar el análisis de regresión lineal para mujeres y hombres. Luego del análisis de regresión lineal se generó un gráfico de dispersión en donde apareció la ecuación de regresión lineal para mujeres y hombres. El programa automáticamente generó una ecuación de regresión lineal de tipo  $Y = a + bx$ , donde  $Y = a$  la suma de caninos y premolares,  $b =$  pendiente (constante numérica),  $a =$  ordenada origen (constante numérica),  $X =$  suma de la combinación de dientes de mayor correlación. Este procedimiento se realizó tanto a los pares de modelos de mujeres como de hombres. Así se obtuvieron dos ecuaciones, una para el maxilar y otra para la mandíbula, tanto en mujeres como en hombres.

Al otro 30% de la muestra se le aplicaron las ecuaciones generadas, la tabla de Moyers al 75% y el método de Tanaka-Johnston, y se procedió a comparar los tres métodos tanto en maxilar como mandíbula en mujeres y hombres.

## RESULTADOS

Al aplicar el coeficiente de correlación de Pearson en el 70% de la muestra (*Cuadro I*) se observa que la mejor combinación predictiva en mujeres para maxilar fue el grupo 7 (suma piezas #11, #21, #16, #26), para mandíbula fue el grupo 9 (suma piezas #42, #32, #16, #26); mientras que en hombres tanto en maxilar como en mandíbula fue el grupo 14 (suma piezas #42, #32, #11, #21, #16, #26). Las ecuaciones obtenidas (*Cuadro II*) se aplicaron al 30% de la muestra restante tanto en mujeres como en hombres junto con los métodos de Moyers al 75% y Tanaka-Johnston. Al comparar los resultados (*Cuadros III y IV*), se obtuvo en todos los casos que las ecuaciones generadas fueron más efectivas en la muestra con respecto a los dos métodos antes mencionados.

## DISCUSIÓN

En el análisis del dimorfismo sexual en el tamaño mesiodistal de las coronas de las piezas dentales, se observaron diferencias significativas en la muestra de 140 pares de modelos en adolescentes mujeres y hombres de 12-14 años en la U. E. «Darío Guevara Mayorga», como obtuvieron en sus resultados Toshio,<sup>17</sup> por lo cual se procedió a obtener ecuaciones diferentes tanto para mujeres como para hombres al igual que el estudio de Ramos.<sup>13</sup> En los 140 pares de modelos en adolescentes de 12-14 años en la U. E. «Darío Guevara Mayorga» no hubo diferencias signifi-

**Cuadro I.** Coeficiente de correlación bivariada de Pearson en las 15 posibles sumas predictoras según género.

Grupo	Piezas dentarias	Maxilar mujeres	Mandíbula mujeres	Maxilar hombres	Mandíbula hombres
1	11, 21	0.52	0.29	0.32	0.40
2	41, 31	0.26	0.19	-0.07	0.14
3	16, 26	0.43	0.43	0.33	0.48
4	42, 32	0.39	0.32	0.24	0.43
5	11, 21, 41, 31	0.46	0.28	0.20	0.39
6	41, 42, 31, 32	0.39	0.31	0.12	0.38
7	11, 21, 16, 26	0.58	0.44	0.39	0.54
8	41, 31, 16, 26	0.44	0.40	0.23	0.44
9	42, 32, 16, 26	0.49	0.46	0.37	0.58
10	42, 32, 11, 21	0.56	0.36	0.33	0.49
11	42, 41, 31, 32, 11, 21	0.51	0.33	0.25	0.47
12	42, 41, 31, 32, 16, 26	0.48	0.43	0.28	0.54
13	41, 31, 11, 21, 16, 26	0.52	0.40	0.32	0.52
14	42, 32, 11, 21, 16, 26	0.59	0.45	0.40	0.59
15	42, 41, 31, 32, 11, 21, 16, 26	0.55	0.42	0.34	0.56

**Cuadro II.** Ecuaciones de regresión lineal según género.

Mujeres	
Maxilar $Y = 0,0008X + 21,396$ (mm)	Mandíbula $Y = 0,0045X + 20,310$ (mm)
Donde X = suma de las piezas #42, #32, #11, #21, #16, #26	
Hombres	
Maxilar $Y = 0,0043X + 21,984$ (mm)	Mandíbula $Y = 0,0011X + 21,089$ (mm)
Donde X = suma de las piezas #42, #32, #11, #21, #16, #26	

**Cuadro III.** Comparación de la efectividad entre el método de Moyers con respecto a la ecuación por género en maxilar y mandíbula.

Método	Género	Maxilar(%)	Mandíbula(%)
Moyers Ecuación	Mujeres	45	20
Moyers Ecuación	Hombres	55	80
Moyers Ecuación	Hombres	15	10
Moyers Ecuación	Hombres	85	90

**Cuadro IV.** Comparación de la efectividad entre el método de Tanaka-Johnston con respecto a la ecuación por género en maxilar y mandíbula.

Método	Género	Maxilar(%)	Mandíbula(%)
Tanaka-Johnston Ecuación	Mujeres	20	5
Tanaka-Johnston Ecuación	Mujeres	80	95
Tanaka-Johnston Ecuación	Hombres	35	15
Tanaka-Johnston Ecuación	Hombres	65	85

ficativas entre hemiarcada (menos de 0.2 mm) en el tamaño mesiodistal de las coronas de las piezas dentales, como encontraron en su estudio Bernabé, Flores-Mir<sup>11</sup> y Mercado<sup>12</sup> por eso se procedió a obtener una ecuación general tanto para maxilar como para mandíbula en mujeres y hombres. En los 50 modelos de mujeres y hombres la mejor correlación fue diferente a la suma de los incisivos inferiores utilizados en Tanaka-Johnston<sup>5</sup> y Moyers<sup>3</sup>, concordando con los resultados de Bernabé, Flores-Mir,<sup>11</sup> Mercado<sup>12</sup> y Ramos (2011).<sup>13</sup>

En los 50 modelos de mujeres se arrojaron dos coeficientes de correlación, uno para maxilar y otro para mandíbula, diferente a los resultados de los estudios antes mencionados que sólo arrojaron un solo coeficiente tanto para maxilar como para mandíbula. En cada uno de los estudios antes mencionados el coeficiente de correlación utilizado en mujeres fue dis-

tinto, ya que en el estudio de Bernabé Flores-Mir<sup>11</sup> el mejor fue el grupo 13 (suma de las piezas #11, #21, #31, #41, #16, #26), en el estudio de Mercado<sup>12</sup> el mejor fue el grupo 8 (suma de las piezas #31, #41, #16, #26), en el estudio de Ramos.<sup>13</sup> el mejor fue el grupo 9 (suma de las piezas #42, #32, #16, #26), mientras que en mi estudio se obtuvo que el mejor fue el grupo 14 (suma de las piezas #42, #32, #11, #21, #16, #26) y para mandíbula fue el grupo 9 (suma de las piezas #11, #21, #16, #26).

En ninguno de los estudios antes mencionados en hombres el mejor coeficiente fue el mismo, ya que en el estudio de Bernabé Flores-Mir<sup>11</sup> el mejor fue el grupo 13 (suma de las piezas #11, #21, #31, #41, #16, #26), en el estudio de Mercado<sup>12</sup> el mejor fue el grupo 8 (suma de las piezas #31, #41, #16, #26), en el estudio de Ramos.<sup>13</sup> fue el grupo 12 (suma de las piezas #42, #41, #31, #32, #16, #26), mientras que en mi es-

tudio fue el grupo 14 (suma de las piezas #42, #32, #11, #21, #16, #26).

En los 40 pares de modelos en adolescentes de 12-14 años en la U. E. «Darío Guevara Mayorga» tanto de mujeres como de hombres, al comparar con los métodos de Tanaka-Johnston y Moyers al 75% se obtuvo una mejor predicción del tamaño de caninos y premolares al aplicar la ecuación generada, al igual que en el estudio Bernabé, Flores-Mir,<sup>11</sup> de Mercado<sup>12</sup> y Ramos.<sup>13</sup>

Con respecto al valor promedio (maxilar) en los 20 modelos de mujeres, existió una desviación con el valor real de caninos y premolares superiores de 0.26 mm con la ecuación generada, 0.29 mm con Moyers al 75% y 0.64 mm con Tanaka-Johnston, siendo la ecuación generada la que menos desviación presentó como los datos obtenidos en los estudios de Bernabé, Flores-Mir,<sup>11</sup> de Mercado<sup>12</sup> y Ramos et al.<sup>13</sup> A nivel del valor promedio (mandíbula) en los 20 modelos de mujeres, existió una desviación con el valor real de caninos y premolares inferiores de 0.20 mm con la ecuación generada, 0.28 mm con Moyers al 75% y 1.06 mm con Tanaka-Johnston, siendo la ecuación generada la que menos desviación presentó como los datos obtenidos en los estudios de Bernabé, Flores-Mir,<sup>11</sup> de Mercado<sup>12</sup> y Ramos.<sup>13</sup>

Con respecto al valor promedio (maxilar) en los 20 modelos en hombres, existió una desviación con el valor real de caninos y premolares superiores de 0.43 mm con la ecuación generada, 1.20 mm con Moyers al 75% y 0.65 mm con Tanaka-Johnston, siendo la ecuación generada la que menos desviación presentó como los datos obtenidos en los estudios de Bernabé, Flores-Mir,<sup>11</sup> de Mercado<sup>12</sup> y Ramos.<sup>13</sup> A nivel del valor promedio (mandíbula) en los 20 modelos en hombres, existió una desviación con el valor real de caninos y premolares inferiores de 0.10 mm con la ecuación generada, 0.28 mm con Moyers al 75% y 0.44 mm con Tanaka-Johnston, siendo la ecuación generada la que menos desviación presentó como los datos obtenidos en los estudios de Bernabé, Flores-Mir,<sup>11</sup> de Mercado<sup>12</sup> y Ramos.<sup>13</sup>

## CONCLUSIONES

- En los 140 pares de modelos en adolescentes de 12-14 años en la U. E. «Darío Guevara Mayorga», no hubo discrepancias en la suma mesiodistal de las piezas dentales entre hemiarquadas, maxilar ni mandíbula.
- En los 50 modelos en adolescentes mujeres de 12-14 años en la U. E. «Darío Guevara Mayorga», el mejor coeficiente de correlación de Pearson para

maxilar fue la suma 14 ( $r = 0.59$ ), suma de las piezas #42, #32, #11, #21, #16, #26; mientras para mandíbula fue la suma 9 ( $r = 0.46$ ), suma de las piezas #42, #32, #16, #26.

- En los 50 modelos en adolescentes hombres de 12-14 años en la U. E. «Darío Guevara Mayorga», el mejor coeficiente de correlación de Pearson para maxilar fue la suma 14 ( $r = 0.40$ ), suma de las piezas #42, #32, #11, #21, #16, #26; al igual que para mandíbula la cual fue la suma 14 ( $r = 0.59$ ), suma de las piezas #42, #32, #11, #21, #16, #26.
- En los 20 pares de modelos en adolescentes mujeres y hombres de 12-14 años en la U.E. «Darío Guevara Mayorga», la ecuación generada fue más efectiva que los métodos de Tanaka-Johnston y la tabla de Moyers al 75%.
- Las ecuaciones producto de esta investigación podrían usarse en la población ecuatoriana como herramienta para la predicción de espacio requerido en dentición mixta.

## REFERENCIAS

1. Solano-Reina E, Campos-Peña A. *Manual teórico práctico de ortodoncia I*. Sevilla: Manuales Universitarios; 2002.
2. Zamora-Montes de Oca CE. *Compendio de cefalometría: análisis clínico y práctico*. Bogotá: Amolca; 2004: pp. 427-428.
3. Moyers RE. *Handbook of orthodontics for the student and general practitioner*. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1972.
4. Quirós-Álvarez O. *Manual de ortopedia funcional de los maxilares y ortodoncia interceptiva*. Caracas: Amolca; 1993.
5. Tanaka MM, Johnston LE. The prediction of the size of unerupted canines and premolars in a contemporary orthodontic population. *J Am Dent Assoc*. 1974; 88 (4): 798-801.
6. De Saturno L. *Ortodoncia en dentición mixta*. Caracas: Amolca; 2007.
7. Gutiérrez-Rojo JF, Rojas-García AR, Lemus-Flores C, Reyes-Maldonado YS. Efectividad del análisis de Tanaka Johnston en una población de Nayarit. *Oral*. 2011; 12 (39): 795-798.
8. Botero PM, Cuesta DP, Agudelo S, Hincapie C, Ramírez C. Valoración de los métodos de análisis de dentición mixta de Moyers y Tanaka-Johnston, en la predicción del diámetro mesiodistal de caninos y premolares no erupcionados. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. 2014; 25 (2): 359-371.
9. Dechkunakorn S, Chaiwat J, Sawaengkit P. Accuracy of Moyers' probability chart in a group of Thai subjects. *J Dent Assoc Thai*. 1990; 40 (3): 94-99.
10. Durgekar SG, Naik V. Evaluation of Moyers mixed dentition analysis in school children. *Indian J Dent Res*. 2009; 20 (1): 26-30.
11. Bernabé E, Flores-Mir C. Are the lower incisors the best predictors for the unerupted canine and premolars sums? an analysis of a Peruvian sample. *Angle Orthod*. 2005; 75 (2): 202-207.
12. Mercado JC. *Nueva ecuación regresional para la predicción del diámetro mesiodistal de los caninos y premolares no erupcionados* [Tesis de titulación]. Lima: Universidad Mayor de San Marcos; 2005.
13. Ramos-Sánchez PC, Adriazola-Pando ML, Alva AE. Nueva ecuación de predicción de espacio requerido para dentición

- mixta basada en escolares de Lima Metropolitana. *Rev Estomatol Herediana*. 2011; 21 (2): 67-72.
14. Bordoni ER. *Odontología pediátrica*. Buenos Aires: Panamericana; 2010.
15. Lee-Chan S, Jacobson BN, Chwa KH, Jacobson RS. Mixed dentition analysis for Asian-Americans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998; 113 (3): 293-299.
16. Araya-Alpizar C. *Estadística para laboratorista químico*. San José: Universidad Costa Rica; 2004.
17. Kubodera-Ito T, Zárate-Díaz C, Lara-Carrillo E, Montiel-Bastida NM, Esquivel-Pereyra GI, Centeno-Pedraza C. Dimensiones

coronales mesiodistales en la dentición permanente de mexicanos. *Rev ADM*. 2008; 65 (3): 141-149.

Dirección para correspondencia:

**Darío Wladimir Pazmiño Ortiz**

E-mail: [dario\\_paz23@hotmail.com](mailto:dario_paz23@hotmail.com)

**Ana Mishel Proaño Rodríguez**

E-mail: [amishel\\_12@hotmail.com](mailto:amishel_12@hotmail.com)