

Modelo de Minett-Wang para la competencia lingüística del maya yucateco y español en la Península de Yucatán

Minett-Wang model of language competition of Yucatec Maya and Spanish in Yucatan Peninsula

Fernando Javier Aguilar-Canto ¹  <http://orcid.org/0000-0002-7352-3182>

Eric José Ávila-Vales ¹  <http://orcid.org/0000-0001-9522-6712>

¹ Facultad de Matemáticas, Universidad Autónoma de Yucatán,  pherjev@gmail.com
© Universidad De La Salle Bajío (México)

Recibido en: 09 – 10 – 2020 / Aceptado en: 13 – 11 – 2020

Resumen

Introducción: La lengua maya yucateca es una de las lenguas mayenses que actualmente se habla en los estados mexicanos de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, así como en los distritos norteros de Belice tales como Corozal. Una vez que el área fue ocupada por los españoles, el español fue introducido en el siglo XVI coexistiendo con el maya yucateco durante toda la era colonial. Sin embargo, la proporción de mayahablantes ha decrecido durante los años recientes.

Método: En esta investigación, modelamos la competencia entre maya yucateco y español utilizando las ecuaciones diferenciales de Minett-Wang con tres enfoques principales de preprocesamiento de los datos: un *enfoque directo*, un *enfoque generacional* y un *enfoque geográfico*, ajustando los parámetros de los modelos mediante Descenso de Gradiente + Momentum con los datos históricos provistos por los censos y encuestas intercensales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán desde 1930 hasta 2015. Las proyecciones poblacionales de los estados se realizaron mediante el modelo logístico.

Resultados: En casi todos los enfoques se observó que la lengua maya yucateca tiende a la desaparición. El uso combinado de los enfoques directo y geográfico muestran que el maya yucateco se extinguirá en 2285 (en Felipe Carrillo Puerto-Tulum), 2390 en Campeche (en Calkiní) y finalmente en 2524 en Yucatán (en los municipios del sur y este). Sin embargo, existen dos casos donde la coexistencia es posible: Mayapán y Tahdziú.

Discusión o Conclusión: El modelo de Minett-Wang describió adecuadamente un escenario incierto sobre competencia lingüística, dado que la lengua maya yucateca aún es numéricamente importante en la Península de Yucatán. Las zonas oriente-sur de Yucatán, centro de Quintana Roo y norte de Campeche tienen una mayor resistencia a la sustitución lingüística, pero las estimaciones

paramétricas realizadas muestran que esta lengua tiende a un escenario de extinción en la mayoría de los municipios de México. Son necesarias las medidas pertinentes para minimizar este panorama en términos de políticas lingüísticas y realizar nuevas estimaciones con los resultados de los censos siguientes para actualizar los parámetros del modelo y monitorear el decaimiento del número de mayahablantes.

Palabras clave: modelo de minett-wang; modelo de abrams-strogatz; modelos matemáticos sociolingüísticos; interacción maya-español; maya yucateco; competencia lingüística; sustitución lingüística; extinción de una lengua; vitalidad lingüística.

Abstract

Introduction: Yucatec Maya is one of the Mayan languages that is currently spoken in the Mexican states of Campeche, Quintana Roo, and Yucatan, as well as in the northern districts of Belize, such as Corozal. Once the area was occupied by the Spaniards, Spanish was introduced in the 16th Century coexisting with the Yucatec Maya during the entire Colonial era. However, the proportion of Mayan speakers has been decreasing during recent years.

Method: In this research, we modeled the competition between Yucatec Maya and Spanish using Minett-Wang differential equations with three principal approaches: a *direct approach*, a *generational approach*, and a *geographical approach*, fitting the parameters by using Gradient Descent + Momentum with the historical data provided by the census and intercensal surveys of the National Institute of Statistics and Geography (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI) in the states of Campeche, Quintana Roo and Yucatan from 1930 to 2015. The population projection of the three states were done using Logistic Model.

Results: In almost all approaches was observed that Yucatec Maya tends to extinction. The combined usage of a direct and geographical approaches yields that Yucatec Maya will be extinct in Quintana Roo in 2285 (in Felipe Carrillo Puerto-Tulum), 2390 in Campeche (in Calkini), and finally in 2524 in Yucatan (in the southern and eastern municipalities). However, there are two cases in Yucatan where coexistence is possible: Mayapan and Tahdziu.

Discussion or Conclusion: The model of Minett-Wang described appropriately an uncertain scenario of linguistic competition since the Mayan language still is numerically significant in Yucatan Peninsula. The area South-West of Yucatan, Central Quintana Roo, and Northern Campeche have more resistance to the language shift, but the parametric estimations show that this

language tends to a scenario of extinction in most Mexican municipalities. There are needed relevant measures to minimize this panorama in terms of language policy and apply new estimations with the results of the following census to update the parameters of the model and monitor the decay of the number of Mayan speakers.

Keywords: minett-wang model; abrams-strogatz model; mathematical sociolinguistic models; maya-spanish interaction; yucatec maya; linguistic competition; language shift; language death; language vitality.

Introducción

El maya yucateco (*maaya t'aan*) es una de las cerca de 30 lenguas mayas hablada en los estados mexicanos de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, así como en el distrito de Corozal en el norte de Belice (Pfeiler y Hofling 2006, 27; Law 2013, 274). Probablemente originado 35 centurias atrás (véase Sharer 1998, 556), durante el Clásico Terminal (650-1000 d.C.) empezaron a aparecer rasgos propios del maya yucateco en las inscripciones jeroglíficas en el actual norte de Campeche que se fueron expandiendo hacia el resto del actual territorio de Yucatán (Voss 2018, 255-256).

Durante el Posclásico, la lengua maya yucateca era hablada en toda la Península, con excepción de Laguna de Términos, la cual debió tener influencia chontal (véase Sharer 1998, 554). Las fuentes coloniales reportan la existencia de una *Canpech than* (lengua de Campeche), hablada en la zona de San Francisco de Campeche, así como una *lengua de Huamil*, presente en el área de Salamanca de Bacalar y un posible antecesor de la lengua maya mopán (Voss 2018, 261). La evidencia lingüística sugiere que el mopán fue la primera lengua en desprenderse de la rama yucateca, cerca del año 950 d.C. En 1250 d.C., el maya itzá se formó como una lengua independiente y en torno a los años 1500 y 1700 ocurrieron las separaciones de las lenguas lacandón norteño y lacandón sureño respectivamente, completando la familia lingüística yucateca (Hofling 2014, 27; 2017, 685).

Por otro lado, el español y la lengua maya yucateca han entrado en contacto desde las primeras expediciones a México en la primera mitad del siglo XVI, pero sólo hasta la ocupación efectiva de Yucatán (ocurrída después de 1541) y el surgimiento de la época colonial fue posible un contacto a nivel comunitario, así como la fundación de centros urbanos como Mérida, Campeche, Valladolid y Bacalar, que concentraban a la población de origen hispánico (Farriss

2012, 97). Sin embargo, este contacto fue limitado y aún a pesar de que el castellano tuviese un papel dominante en términos políticos, la lengua maya yucateca prevaleció como la lengua predominante de Yucatán (incluso entre personas étnicamente no mayas) durante toda la época colonial (Farriss 2012, 156), e incluso en el siglo XIX (Gabbert 2004, 21). Por lo anterior, la decadencia de la lengua maya yucateca, así como los factores involucrados, a diferencia de otros aspectos de la cultura maya, solamente pueden encontrarse hacia el siglo XX.

Actualmente, la lengua maya yucateca mantiene una presencia significativa en el territorio donde originalmente se distribuyó, siendo la segunda lengua indígena más hablada en todo México¹ y puede considerarse como la lengua menos amenazada de la rama yucateca (Mójica Hernández y Martínez Corripio 2018, 51) y posiblemente de todas las lenguas mayenses. Sin embargo, como muchas otras lenguas indígenas de América, la proporción de mayahablantes ha disminuido durante los últimos años debido a numerosos factores entre los que destaca el desarrollo industrial en los años sesenta, el impacto del turismo y los efectos de la globalización (Montemayor Gracia 2017, 1014). Otro aspecto señalado es la migración hacia grandes centros urbanos y turísticos, donde el empleo del español es requerido (Pfeiler y Hofling 2006, 27).

Lo anterior (junto con las estadísticas dispuestas por INEGI, véase Metodología y Resultados), confirman que la lengua maya yucateca está sufriendo una reducción considerable, aparentemente originada desde los centros urbanos de población hispanoparlante hacia las periferias y ámbitos rurales. Esto manifiesta un problema relevante ya que surge la necesidad de medir qué tan rápida está siendo esta reducción de la proporción de mayahablantes, sugiriendo una pregunta sobre el desarrollo futuro de la lengua maya yucateco: ¿es la coexistencia entre maya yucateco y español factible en escenarios futuros o la lengua maya tiende a la extinción? Y, por consiguiente, si la lengua maya yucateca desaparecerá, ¿cuando es probable que este acontecimiento suceda? ¿En qué lugares se distribuirá la lengua maya en un panorama futuro?

El modelo de Abrams-Strogatz (2003) de competencia de lenguas ha sido propuesto para abordar preguntas similares a las planteadas y ha sido implementado en sociedades americanas como es el caso de la competencia entre el quechua y español en Perú. Sin embargo, el modelo original no considera la población bilingüe, que es un grupo numeroso en la región de estudio. Dos variantes principales han sido sugeridas para incluir la presencia de bilingüismo. La primera fue propuesta por Mira y Paredes (2005), con la adición del parámetro *k* de *intersimilaridad*

¹ Encuesta Intercensal de 2015.

lingüística, el cual mide el grado de separación de dos lenguas en competencia, y ha sido implementado exitosamente para estudiar casos como la competencia catalán-español en Catalonia (Seoane *et al.*, 2019) y gallego-español en Galicia (Mussa Juane *et al.*, 2019). Sin embargo, en el caso del maya y español, no existe algún grado de intersimilaridad, ya que al ser lenguas de orígenes distantes, no es posible la comunicación entre monolingües.

La alternativa al planteamiento de Mira-Paredes es el modelo de Minett-Wang (2008) el cual no considera intersimilaridad entre lenguajes. Por lo tanto, este modelo es apropiado para describir la competencia entre maya yucateco y español en la Península de Yucatán. Modelos similares al de Minett-Wang como el de Casteló-Eguíluz-San Miguel (2006) han sido aplicados para estudiar la competencia de lenguas como galés-inglés en Gales, gaélico-inglés en Escocia, vasco-español en España, francés-inglés en Canadá, español-inglés en Houston, español-catalán en Catalonia y francés-holandés en Bruselas (Sutantawibul *et al.*, 2018). En este artículo se propone la implementación del modelo de Minett-Wang para resolver las preguntas anteriormente planteadas y para ubicar las zonas donde la disminución de la lengua maya sea más drástica. Con ello se pretende simular cuál es el escenario de interacción sociolingüística más probable y obtener atisbos acerca de las políticas lingüísticas necesarias en esta dirección.

Método

Fuentes de datos

Para esta investigación y con fines de simplicidad, consideraremos únicamente la lengua maya hablada en los estados mexicanos de Yucatán, Campeche y Quintana Roo, donde es predominante junto con el español, descartando tanto a Belice como la presencia mayaparlatante fuera de su zona de origen, mediada a través de fenómenos como la migración. Los datos han sido recogidos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), entre los cuales se incluyen:

- 1) INEGI Quinto Censo de Población de los Estados Unidos Mexicanos de 1930
- 2) INEGI Sexto Censo de Población de los Estados Unidos Mexicanos 1940
- 3) INEGI Séptimo Censo de Población de los Estados Unidos Mexicanos 1950
- 4) INEGI VIII Censo General de Población de los Estados Unidos Mexicanos 1960
- 5) INEGI IX Censo General de Población de los Estados Unidos Mexicanos 1970
- 6) INEGI X Censo General de Población y Vivienda de los Estados Unidos Mexicanos 1980

- 7) INEGI XI Censo General de Población y Vivienda de los Estados Unidos Mexicanos 1990
- 8) INEGI Conteo de Población y Vivienda de los Estados Unidos Mexicanos 1995
- 9) INEGI XII Censo General de Población y Vivienda de los Estados Unidos Mexicanos 2000
- 10) INEGI II Conteo de Población y Vivienda de los Estados Unidos Mexicanos 2010
- 11) INEGI Encuesta Intercensal de los Estados Unidos Mexicanos 2015

Todos los censos, conteos y encuestas proporcionan información clara para dividir a los grupos monolingües y el bilingüe en los tres estados mexicanos. Asimismo, la población hablante de otras lenguas es minoritaria y originada a través de migraciones, por lo que podemos reducir la competencia a solamente estos dos idiomas.

Podemos organizar la información por dos mecanismos principales. En primer lugar, podemos considerar todos los datos procedentes de los censos, considerando las poblaciones totales. Seoane *et al.* (2019, 3) sugieren solamente considerar la información de las proporciones de los hablantes por el año de nacimiento. Este enfoque (al que le llamaremos *generacional*, o contraposición del *enfoque directo*) tiene la ventaja de poder utilizar datos de un solo censo, para el cual utilizaremos la Encuesta Intercensal del 2015. De esta forma los datos de entrada son los años de nacimiento de las personas encuestadas y en el eje de ordenadas se sitúan las proporciones de los conjuntos de las personas nacidas en el año en cuestión. Sin embargo, el cálculo realizado es indirecto y cada valor estimado indicará solamente cuál es la proporción de personas nacidas en dicho año que se estima que serán monolingües en cierto idioma o bilingües. Otro problema es que las personas más jóvenes pueden tender al monolingüismo. Por tal motivo, se consideró únicamente a las personas mayores de 8 años, por lo que la población muestreada es de 445612 personas para el caso de Yucatán, 113885 para Campeche y 125753 para Quintana Roo.

Modelo de Minett-Wang

El modelo de Minett-Wang (2008) es una extensión del modelo de Abrams-Strogatz que considera a un conjunto bilingüe B de hablantes, que se añade a los conjuntos originales X, Y de monolingües. Sean $x(t)$, $y(t)$, $b(t)$ las fracciones de hablantes de los conjuntos X, Y y B respectivamente en el tiempo t . Las poblaciones se consideran normalizadas, de forma que $x(t) + y(t) + b(t) = 1$. Sea P_{AB} , la probabilidad de transferencia del grupo A al grupo B en cada unidad de tiempo. Entonces,

el modelo de Minett-Wang sobre competencia lingüística está dado por las siguientes ecuaciones diferenciales:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= \mu b P_{BX} - (1 - \mu)x P_{XB}, \\ \frac{dy}{dt} &= \mu b P_{BY} - (1 - \mu)y P_{YB},\end{aligned}$$

Donde: μ representa la tasa de mortalidad de los adultos mayores y su eventual reemplazo por los niños. Los valores de las probabilidades de transferencia están dados por:

$$\begin{aligned}P_{BX} &= c_{BX} s_X x^a, \\ P_{BY} &= c_{BY} s_Y y^a, \\ P_{XB} &= c_{XB} s_Y y^a, \\ P_{YB} &= c_{YB} s_X x^a,\end{aligned}$$

Donde las constantes c_{BX} , c_{BY} , c_{XB} y c_{YB} representan constantes de proporcionalidad, mientras que s_X y s_Y representan el *status* relativo de una lengua, el cual puede normalizarse de forma que $s_X + s_Y = 1$, por lo que redefinimos $s = s_X$. La constante a se refiere a la *volatividad*, que representa la facilidad de los hablantes por aprender otro.

Ajuste del modelo

El ajuste de las ecuaciones diferenciales con los datos históricos está basado en el trabajo de Seoane *et al.* (2019, 9). Sea $C = \{a, c_{BX}, c_{XB}, c_{BY}, c_{YB}, s, \mu\}$ el conjunto de parámetros a optimizar, junto con las condiciones iniciales $x(0), y(0)$, que definen el comportamiento del modelo. Una forma de ajustar el modelo es minimizando la siguiente función de costo:

$$\epsilon(C) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x_p(t_i))^2 + (y_i - y_p(t_i))^2 + (b_i - b_p(t_i))^2,$$

Donde x_i , y_i y b_i representan los datos históricos, mientras que $x_p(t_i)$, $y_p(t_i)$ y $b_p(t_i)$ son los estimados. Sin embargo, esta estimación es compleja y no puede derivarse directamente para aplicar algún método basado en el gradiente. Para ello, podemos utilizar polinomios P_x y P_y que

aproximen el comportamiento de los datos utilizando regresión polinomial. En lugar de estimar la función de costo anterior, que aproxima el modelo con los datos, podemos aproximarnos a la derivada del polinomio ajustado. Esto es más simple, ya que las derivadas del modelo están dadas por las ecuaciones diferenciales. De esta forma podemos ajustar la nueva función de costo:

$$\epsilon_{\delta}(C) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{dP_x(t_i)}{dt} - \frac{dx(t_i)}{dt} \right)^2 + \left(\frac{dP_y(t_i)}{dt} - \frac{dy(t_i)}{dt} \right)^2.$$

Esta función de costo se optimizó utilizando Descenso de Gradiente + Momentum. Las condiciones iniciales se tomaron de las provistas por el ajuste polinomial. Asimismo, se calcularon los intervalos de confianza de los parámetros del modelo utilizando la técnica de *bootstrapping* con 50 remuestreos del mismo tamaño de la muestra original (consistente de los 12 años censados), siguiendo la sugerencia dada en Joshi, Seidel-Morgenstern y Kremling (2006) para el cálculo de intervalos de confianza en sistemas dinámicos.

Resultados

Los parámetros del enfoque directo del modelo de Minett-Wang se resumen en la **Tabla 1**. La mayoría de los parámetros se encuentran entre los límites correctos, a excepción de s debido a errores numéricos, en los casos de Yucatán y Campeche, los cuales deben entenderse como $s \approx 1$. Para el enfoque generacional, los parámetros se ajustaron en las cotas correspondientes, tal como muestra la **Tabla 2**. Por otro lado, los intervalos del 95% de confianza para los parámetros del enfoque principal (directo) se condensan en la **Tabla 3**.

Tabla 1. Parámetros del modelo de Minett-Wang ajustados con los datos de Yucatán, Campeche y Quintana Roo de acuerdo con el enfoque directo. Para Yucatán y Campeche $t_0 = 1926$, para Quintana Roo $t_0 = 1960$.

Table 1. Minett-Wang model fitted parameters with the data of Yucatan, Campeche, and Quintana Roo according to the direct approach.

| Parámetro | Yucatán | Campeche | Quintana Roo |
|-----------|---------|----------|--------------|
| α | 0.93 | 1.169 | 0.976 |
| c_{BX} | 0.062 | 0.049 | 0.097 |
| c_{XB} | 0.121 | 0.28 | 0.288 |
| c_{BY} | 0.421 | 0.52 | 0.53 |
| c_{YB} | 0.144 | 0.158 | 0.248 |
| s | 1.058 | 1.105 | 0.93 |
| μ | 0.412 | 0.564 | 0.531 |
| $x(t_0)$ | 0.258 | 0.553 | 0.382 |
| $y(t_0)$ | 0.343 | 0.229 | 0.155 |

Tabla 2. Parámetros del modelo de Minett-Wang ajustados con los datos de Yucatán, Campeche y Quintana Roo de acuerdo con el enfoque generacional.

Table 2. Minett-Wang model fitted parameters with the data of Yucatan, Campeche, and Quintana Roo according to the generational approach.

| Parámetro | Yucatán | Campeche | Quintana Roo |
|-----------|---------|----------|--------------|
| α | 1.175 | 1.072 | 1.12 |
| c_{BX} | 0.134 | 0.175 | 0.1767 |
| c_{XB} | 0.384 | 0.514 | 0.509 |
| c_{BY} | 0.5 | 0.509 | 0.514 |
| c_{YB} | 0.266 | 0.29 | 0.27 |
| s | 0.766 | 0.592 | 0.568 |
| μ | 0.389 | 0.299 | 0.325 |
| $x(1930)$ | 0.34 | 0.72 | 0.63 |
| $y(1930)$ | 0.343 | 0.018 | 0.304 |

Tabla 3. Intervalos de 95% confianza del modelo de Minett-Wang ajustados con los datos de Yucatán, Campeche y Quintana Roo de acuerdo con el enfoque generacional.

Table 3. Minett-Wang model confidence intervals of 95% of Yucatan, Campeche, and Quintana Roo according to the generational approach.

| Parámetro | Yucatán | Campeche | Quintana Roo |
|-----------|---------------|---------------|---------------|
| α | (0.832,1.647) | (0.967,1.235) | (0.55,1.244) |
| c_{BX} | (0.001,0.332) | (0.008,0.16) | (0,0.397) |
| c_{XB} | (0.004,0.435) | (0.26,0.418) | (0.25,0.841) |
| c_{BY} | (0.195,0.612) | (0.492,0.522) | (0.409,0.573) |
| c_{YB} | (0,0.562) | (0.049,0.257) | (0,0.459) |
| s | (0.725,1) | (0.732,1) | (0.585,1) |
| μ | (0.153,0.563) | (0.457,0.59) | (0.294,0.599) |

Asimismo, se realizó una proyección poblacional de los tres estados utilizando un modelo logístico, como se sugiere en Rowland (2003) y en Carmichael (2017, 363). Este modelo se ajusta realizando una estimación paramétrica de la ecuación logística, dada por:

$$\sigma(t) = \frac{L}{1+e^{-k(t-t_0)}}.$$

La estimación de los parámetros se logró mediante Descenso del Gradiente. Por ejemplo, la estimación poblacional de Quintana Roo es provista en la **Fig. 1**. Para calcular el número de hablantes de cada conjunto en el tiempo t , representado en negritas, simplemente multiplicamos por la proporción, de forma que:

$$\mathbf{x}(t) = \sigma(t)x(t),$$

$$\mathbf{y}(t) = \sigma(t)y(t),$$

$$\mathbf{b}(t) = \sigma(t)b(t).$$

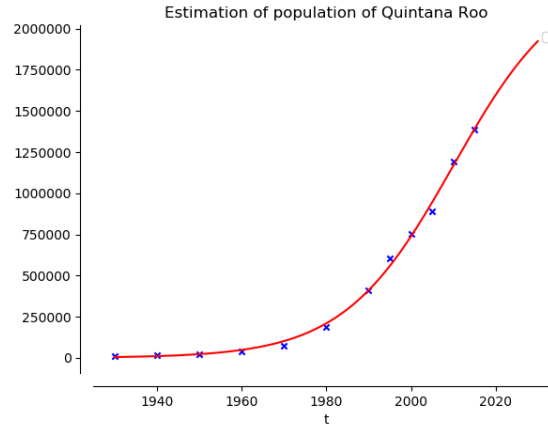


Fig. 1. Proyección de la población de Quintana Roo utilizando Descenso del Gradiente en el modelo logístico.

Fig. 1. Population projection of Quintana Roo using Gradient Descent on Logistic Model.

Este procedimiento es útil para estimar la extinción posible de un idioma. Una lengua puede considerarse extinta si se cumple simultáneamente que $\mathbf{b}(t) < 1$ y $\mathbf{y}(t) < 1$. Por lo tanto, el tiempo estimado de desaparición de una lengua t_e está dado por:

$$t_e = \min_{t \in \mathbb{R}} \{t \mid \mathbf{b}(t) < 1 \wedge \mathbf{y}(t) < 1\}.$$

De manera similar se puede estimar la extinción de una lengua en forma monolingüe.

Un tercer enfoque que se consideró es el *geográfico*, que consiste en segmentar a las entidades políticas en subregiones políticas, en este caso municipios, con el propósito de observar la evolución futura del lenguaje a nivel espacial. Esto también permite verificar si se observan diferentes panoramas de existencia y extinción en diferentes lugares. A continuación, regionalizaremos los resultados, exponiendo cada estado en concreto. El número estimado de hablantes por categoría en cada estado se expone en la **Tabla 4**.

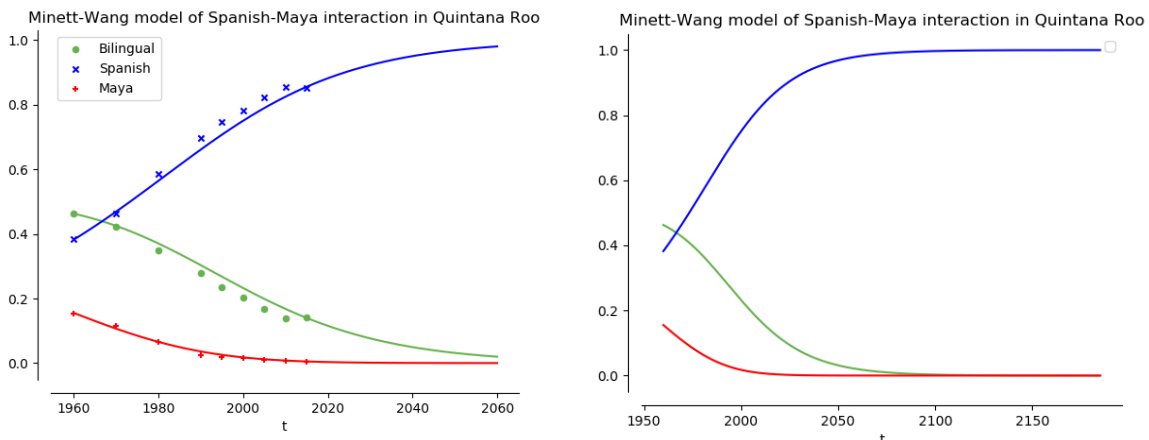
Tabla 4. Número estimado de hablantes por estado de monolingües en español, maya yucateco y bilingües de las generaciones nacidas en 2050 y 2100.

Table 4. Estimated number of monolingual Spanish and Yucatec Mayan speakers and bilinguals for each state of the generations born in 2050 and 2100.

| Parámetro | Yucatán | Campeche | Quintana Roo |
|-------------|---------|----------|--------------|
| <i>2050</i> | | | |
| Español | 2029031 | 912529 | 934352 |
| Bilingüe | 281911 | 28999 | 7294 |
| Maya | 720 | 123 | 6 |
| <i>2100</i> | | | |
| Español | 2384425 | 959878 | 965931 |
| Bilingüe | 86207 | 6741 | 690 |
| Maya | 10 | 3 | 0 |
| <i>2150</i> | | | |
| Español | 2468031 | 966437 | 967861 |
| Bilingüe | 23265 | 1486 | 63 |
| Maya | 0 | 0 | 0 |

Quintana Roo

Quintana Roo muestra la más rápida extinción del maya en su forma monolingüe y quizá la más acelerada, estimada en el año 2105. En efecto, el maya yucateco parece que desaparecerá del estado en el año 2285. Un intervalo de 95% de confianza para Quintana Roo está dado por los años 2125 y 2411, mientras que para un 90% de confianza el intervalo es (2140, 2394). A nivel regional estas estimaciones se usaron únicamente considerando los datos a partir de 1960, mostradas en la **Fig. 2(a)**. Una simulación es provista en la **Fig. 2(b)**, donde vemos un rápido decremento de la variedad bilingüe durante el intervalo 2000-2050, hasta hacerse minoritario hacia el año 2100.



Figs. 2(a) y 2(b). Ajuste del modelo de Minnett-Wang con los datos de Quintana Roo partiendo de 1960 (izquierda) y su correspondiente simulación numérica (derecha).

Figs. 2(a) and 2(b). Parametric estimation of Minnett-Wang model with the data of Quintana Roo from 1960 (left) and its corresponding numerical simulation (right).

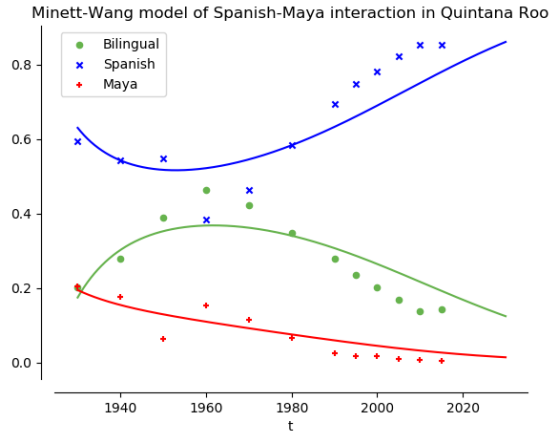
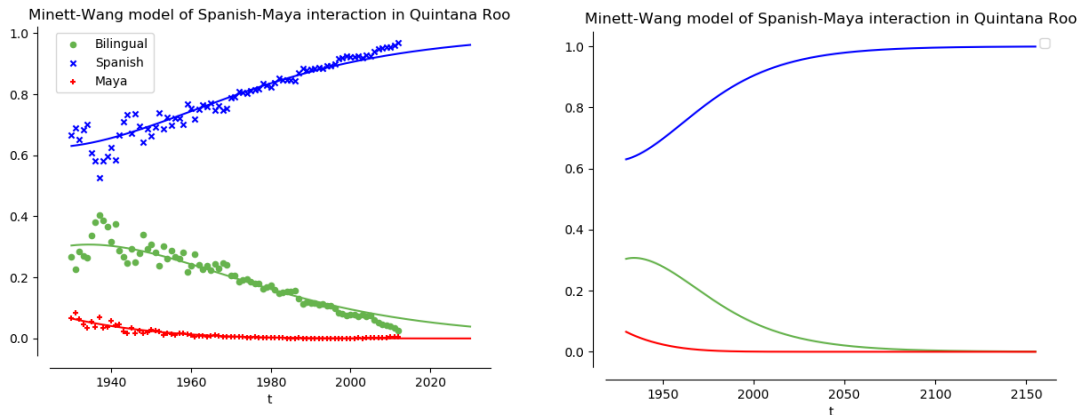


Fig. 3. Ajuste del modelo de Minett-Wang con los datos de Quintana Roo partiendo de 1930.
Fig. 3. Parametric estimation of Minett-Wang model with the data of Quintana Roo from 1930.

El ajuste considerando datos desde 1960 es mejor que utilizar todos los datos, lo cual arroja un ajuste relativamente pobre (**Fig. 3**). Esto puede explicarse como una variación en las constantes del modelo, acelerando el declive del maya yucateco, el cual parece ser más grave que en el caso de Campeche. Por otro lado, el enfoque generacional muestra un declive también pronunciado y la eventual conversión de la lengua maya yucateca en Quintana Roo en lengua moribunda después de 2100, al no ser adaptada por las nuevas generaciones (**Figs. 4(a)** y **4(b)**).

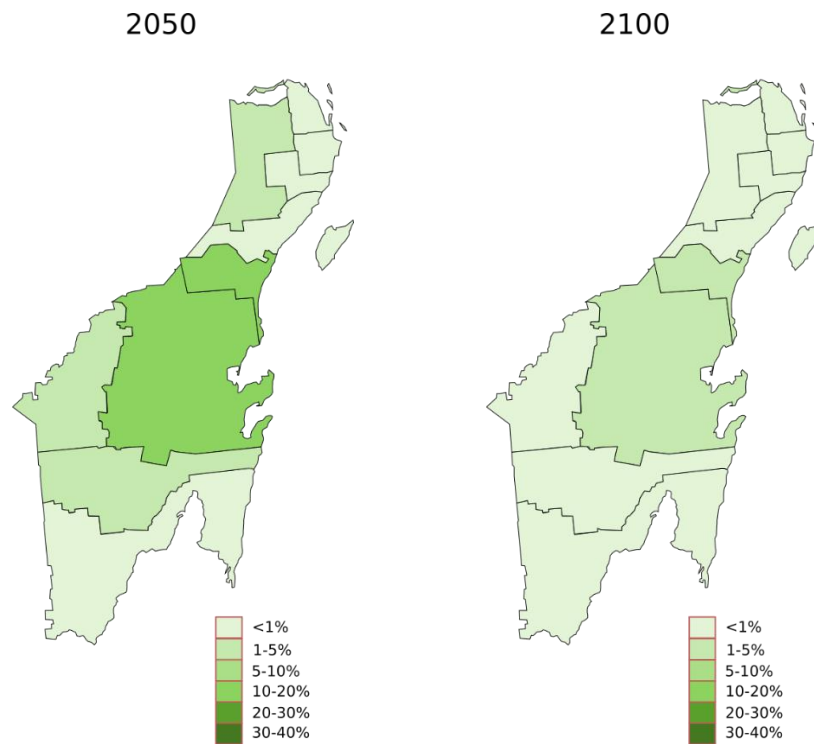


Figs. 4(a) y **4(b)**: Ajuste del modelo de Minett-Wang con los datos generacionales de Quintana Roo (izquierda) y su correspondiente simulación (derecha).

Figs. 4(a) and **4(b)**: Parametric estimation of Minett-Wang model with the generational data of Quintana Roo (left) and its corresponding numerical simulation (right).

Finalmente, el enfoque geográfico (**Figs. 5(a)** y **5(b)**) confirma una eventual extinción de la lengua maya yucateca en Quintana Roo en todos sus municipios, siendo más pronunciada en los

municipios costeros (a excepción de Tulum) que conforman el grueso de la zona turística de Quintana Roo, medianamente pronunciada en los municipios limítrofes con Yucatán, y más lenta en la zona central de Quintana Roo, conformada por los municipios de Felipe Carrillo Puerto y Tulum, los cuales seguirán formando generaciones de mayahablantes incluso hacia 2100, por lo que parece plausible que los últimos reductos de la lengua maya en Quintana Roo persistan en esta región. Esto coincide con la división propuesta por Pfeiler (1999) en tres regiones sociolingüísticas en Quintana Roo: el Caribe, en el cual el español y el inglés manifiestan mayor relevancia; la región central, donde se tiene una mayor presencia de la lengua maya; y el sur, en el cual el español es la lengua más utilizada.



Figs. 5(a) y 5(b). Variación de los porcentajes de mayahablantes estimados de las generaciones nacidas en 2050 y 2100 en Quintana Roo por municipios.

Figs. 5(a) and 5(b). Variation of the estimated percentages of the estimated Mayan speakers born in 2050 and 2100 in Quintana Roo for each municipality.

Históricamente, la zona del actual Quintana Roo (Cobá y Costa Oriental) no muestra indicios de desarrollo de signos de lengua maya yucateca durante el periodo Clásico (Voss 2018, 230-231), por lo que se cree que se hablaba una lengua emparentada con el Chol Oriental (Lacadena *et al.*,

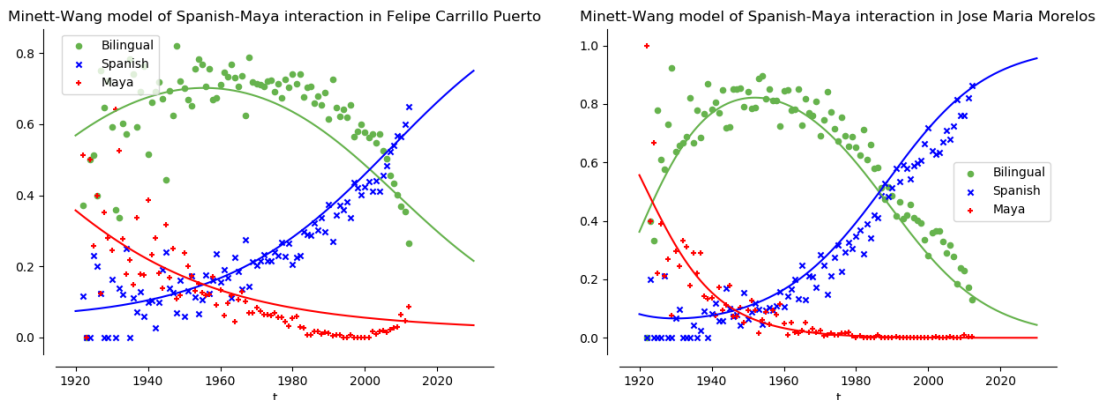
2002). Durante la Colonia, la zona estuvo principalmente poco habitada salvo en asentamientos limítrofes como Tihosuco y en Bacalar, que concentró una importante población de origen hispánico (Farriss 2012, 34). La zona despoblada se conocía como la “montaña” y consistió en un espacio de fuga para los mayas, ya que carecía de un efectivo control colonial (Bracamonte y Sosa 2001, 26-29).

Tras la Guerra de Castas (1847-1901), la mayor sublevación indígena contra el control criollo-mestizo en Yucatán, los mayas rebeldes (conocidos como *cruzo'ob*) se establecieron en Chan Santa Cruz (moderno Felipe Carrillo Puerto) y Tulum, formando una entidad política ajena al gobierno de México hasta inicios del siglo XX (Reed 1971). Durante este proceso histórico, poblaciones como Bacalar fueron despobladas, por lo que a inicios del siglo pasado la mayor parte de la población de lo que se formaría como Territorio de Quintana Roo debió ser mayahablante monolingüe, salvo en lugares como Cozumel, que albergaron a refugiados por la guerra (Antochiw y Alonzo 2010, 53).

No obstante, esta situación cambió drásticamente en el siglo XX, con la fundación de Cancún en 1970 como una ciudad planificada, así como la creación de la Riviera Maya, lo cual atrajo a una importante inmigración laboral procedente de diversos estados de México e incluso de otros países, contribuyendo fuertemente al crecimiento demográfico del estado (Alavez San Pedro 2017, 72). Esta situación se ve reflejada en el aceleramiento del incremento del porcentaje de monolingües hispanoparlantes que se observó anteriormente. Al atraer a migrantes de regiones alejadas, el español debió cobrar importancia en la cohesión y contacto, incrementando su proporción en Quintana Roo, siendo junto con el inglés una lengua necesaria en el mercado lingüístico. Este factor no es considerado en el modelo de Minett-Wang, donde la sustitución de lenguas solamente se da por medio del aprendizaje y no por la afluencia de nuevos individuos con una lengua específica. A pesar de que la migración también atrajo a mayahablantes procedentes de Yucatán, y que se observan actitudes positivas hacia la lengua maya en los mismos (Sima Lozano y Be Ramírez 2017, 217), los resultados obtenidos a nivel geográfico muestran una mayor reducción en la zona turística de Quintana Roo con respecto a otras áreas.

De este modo podemos observar que la dinámica lingüística futura en Quintana Roo obedece a factores sociohistóricos, manifestando una mayor concentración futura de la lengua maya en el área de Felipe Carrillo Puerto, el cual concentró a grupos de resistencia mayas *cruzo'ob*, y que seguirá jugando un papel relevante en la preservación de la lengua maya en el estado. Sin

embargo, como muestran las **Figs. 6(a)** y **6(b)**, existe una notable reducción de los hablantes en las últimas generaciones, siguiendo una dinámica parecida en municipios aledaños como José María Morelos. Esto quiere decir que la zona central de Quintana Roo está castellanizándose con rapidez en las nuevas generaciones. La introducción del castellano a la región central de Quintana Roo fue realizada por medio de la instrucción pública, tal como muestra Ramos Díaz (2001, 7-9). Este factor ha menguado de forma relevante a la presencia del maya en esta zona que concentra la mayor parte de los mayahablantes de Quintana Roo. Como observó Sánchez Arroba (2010, 68) en su trabajo de campo en San Diego, José María Morelos, la educación pública impartida solamente en español, sigue siendo el principal vehículo para la desaparición de esta lengua en los individuos más jóvenes, los cuales sólo conservan un conocimiento pasivo del idioma de sus padres.

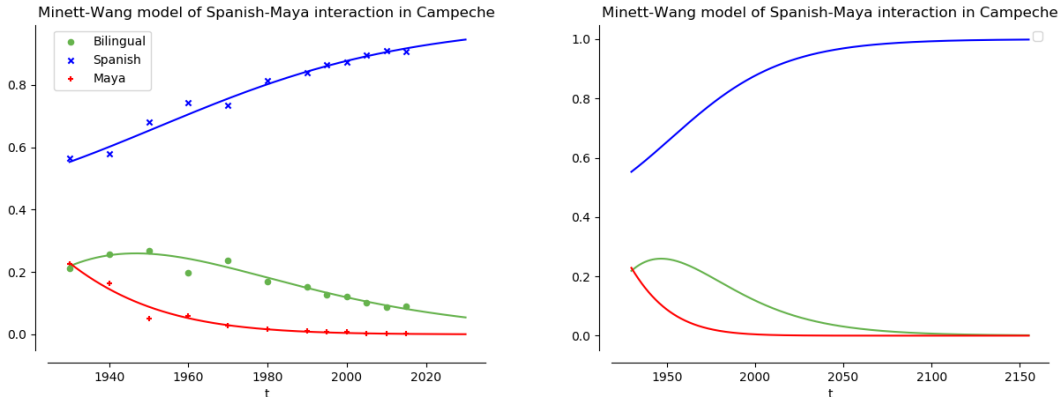


Figs. 6(a) y **6(b)**. Dinámica lingüística de los municipios de Felipe Carrillo Puerto (izquierda) y José María Morelos (derecha).

Figs. 6(a) and **6(b)**. Linguistic dynamic of the municipalities of Felipe Carrillo Puerto (left) and Jose Maria Morelos (right).

Campeche

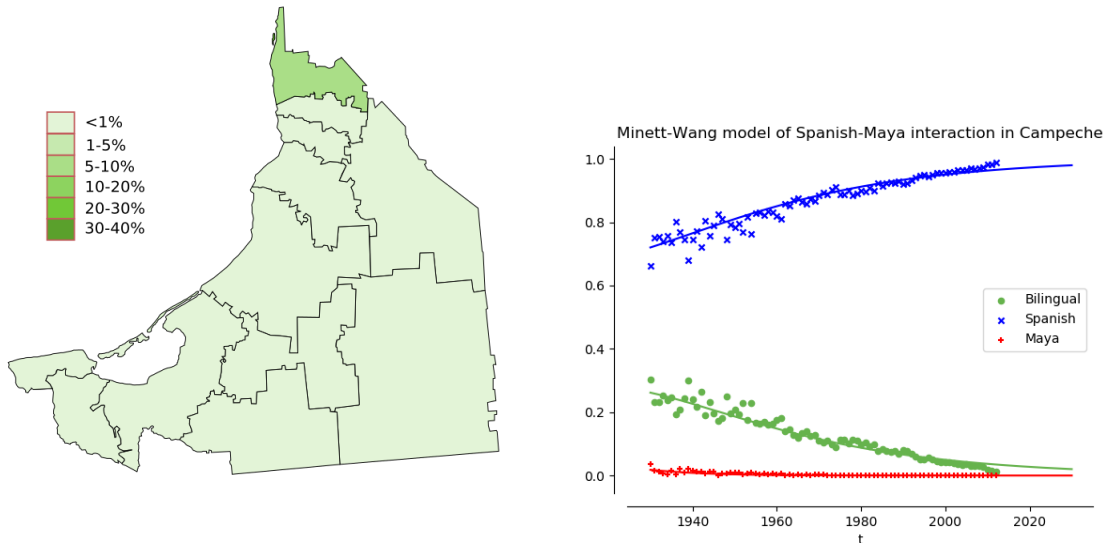
El estado de Campeche muestra una dinámica similar que Quintana Roo, pero con un decrecimiento ligeramente más lento. La forma monolingüe del maya podría desaparecer hacia el año 2114, mientras que la lengua finalmente podría extinguirse en el año 2390. Un intervalo del 95% de confianza para la extinción de esta lengua está dado por (2228, 3368), mientras que existe un 90% de confianza que el año de extinción se sitúe entre 2276 y 3038. Esta dinámica está ejemplificada por el ajuste realizado mediante el enfoque directo (**Figs. 7(a)** y **7(b)**).



Figs. 7(a) y 7(b). Ajuste de las ecuaciones de Minnett-Wang con los datos de Campeche según el enfoque directo (izquierda) y simulación de la evolución de la competencia en años futuros.

Figs. 7(a) and 7(b). Parametric estimation of Minnett-Wang model with the date of Campeche according to the direct approach (left) and its simulation of the evolution of the competition in future years.

No obstante, el uso de los enfoques generacional y geográfico en general muestra un panorama incluso más sombrío para Campeche que para Quintana Roo (**Figs. 8(a) y 8(b)**), en donde solamente Calkiní aparece como un foco final de la presencia maya en el estado y para la generación nacida en el 2100, en ningún municipio se superará el 1% de los mayahablantes.



Figs. 8(a) y 8(b). Simulación de la distribución geográfica y porcentual de los mayahablantes nacidos en el año 2050 (izquierda) y ajuste de la interacción lingüística de acuerdo con el enfoque generacional (derecha).

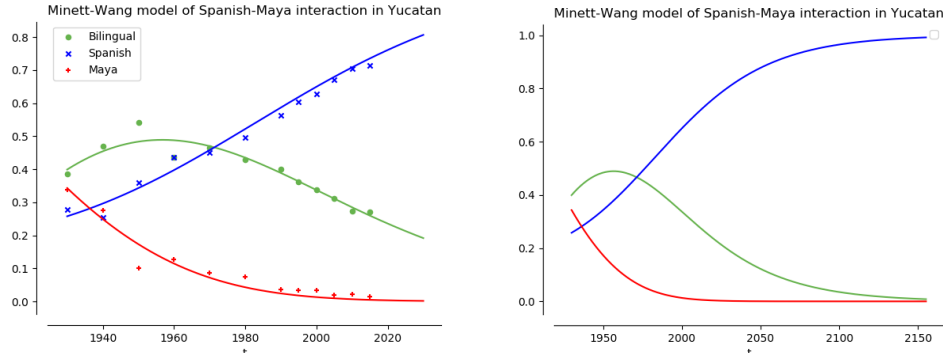
Fig. 8(a) and 8(b). Simulation of the geographical and percentual distribution of the Mayan speakers in 2050 (left) and estimation of linguistic interaction according to the generational approach (right).

En Campeche se distingue una variedad dialectal principal de la lengua maya conocida como *cantado* (Briceño Chel 2002). Históricamente, la zona de Laguna de Términos (modernos Ciudad del Carmen y Palizada) fue habitada por grupos de habla chontal pero el siglo XVII fueron disminuyendo su número. Asimismo, la zona del sur permaneció casi despoblada (Bracamonte y Sosa 2001). En 1999, Pfeiler reportó que tanto el occidente y sur de Campeche muestran un predominio del español conducido por factores como la inmigración procedente del centro de México. En cuanto al norte de Campeche, región donde aparecieron los primeros signos escritos del maya yucateco (hacia antes del 725 d.C.)², factores como la migración temporal hacia ciudades como Mérida y la zona turística de Quintana Roo, así como la diferenciación generacional, pueden estar influyendo en este decremento de la población mayahablante en la región norte de Campeche (de Ángel García 2016, 9-12).

Yucatán

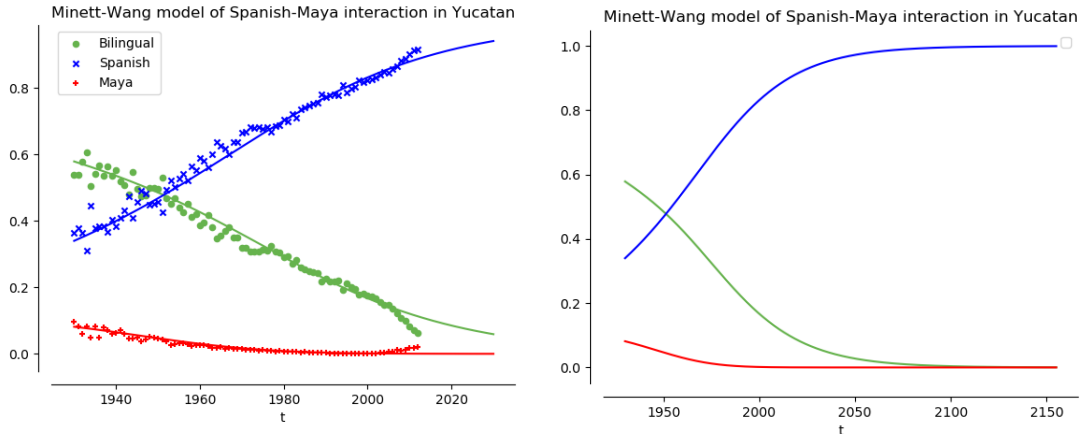
La lengua maya yucateca parece reducirse a un ritmo más lento en Yucatán, donde de acuerdo con el enfoque directo, desaparecerá en su forma monolingüe hacia 2126 y en su forma bilingüe en 2524, situando en este estado los últimos reductos de este idioma (véanse las **Figs. 9(a) y 9(b)**). El intervalo de 95 % de confianza indica una desaparición de esta lengua entre el año 2092 y 3643, mientras que existe un 90% de confianza de que esta lengua desaparezca entre 2141 y 3089. Sin embargo, como muestra la simulación numérica, la lengua maya pasará a ser una lengua minoritaria hacia el 2150, cuando la forma monolingüe de esta lengua deje de existir. El enfoque generacional (**Figs. 10(a) y 10(b)**), no muestra una mejoría significativa, ya que aunque más lentamente que en los otros dos estados, también manifiesta que esta lengua finalmente se extinguirá en Yucatán, y por consiguiente, en todo el mundo.

² Las inscripciones mayas fueron redactadas predominantemente en alguna lengua ch'olana de rama oriental, posiblemente choltí clásico o proto-choltí (Voss 2018, 228; Wichmann 2006, 280-284).



Figs. 9(a) y 9(b). Ajuste del modelo de Minnett-Wang con los datos de Yucatán (izquierda) y su respectiva simulación numérica (derecha).

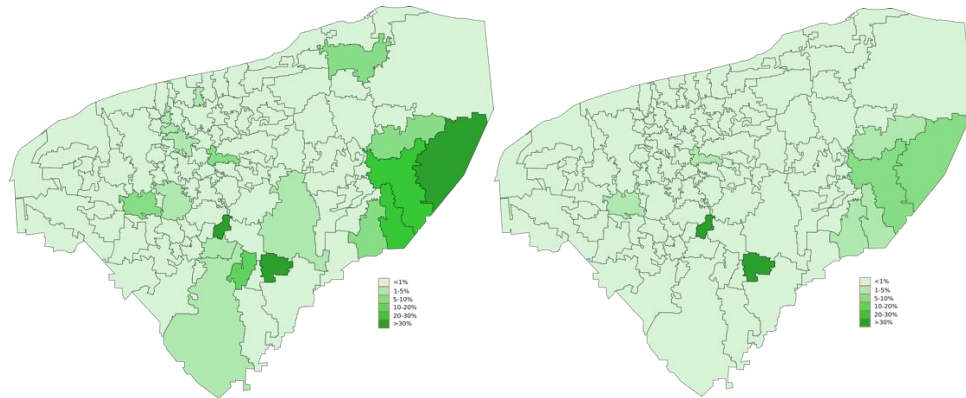
Figs. 9(a) and 9(b). Parametric estimation of the Minnett-Wang model with the data of Yucatan according to the direct approach (left) and its corresponding numerical simulation.



Figs. 10(a) y 10(b). Ajuste del modelo de Minnett-Wang con los datos generacionales de Yucatán (izquierda), así como su simulación numérica (derecha).

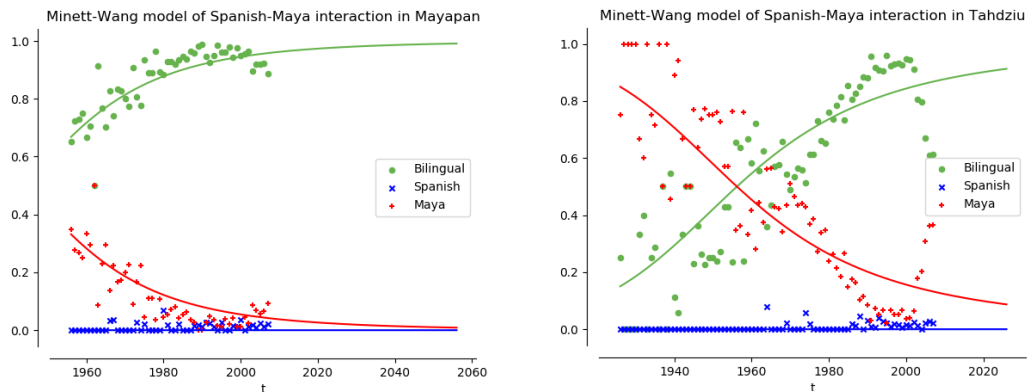
Figs. 10(a) and 10(b). Parametric estimation of the Minnett-Wang model with the generational data of Yucatan (left), and its corresponding numerical simulation (right).

No obstante, el estudio desde el enfoque geográfico (**Figs. 11(a) y 11(b)**) arrojó escenarios en los cuales la coexistencia entre maya y español es posible, al menos en dos municipios: Tahdziú y Mayapán, los cuales no cuentan con una población monolingüe en español suficiente significativa, en especial para el caso de Tahdziú (**Figs. 12(a) y 12(b)**). En el mapa, se muestra una mayor concentración futura de mayahablantes en las regiones oriente-sur, pero también en el centro existen núcleos aislados que conservarán una importante concentración mayahablante.



Figs. 11(a) y 11(b). Dinámica geográfica estimada de los porcentajes de mayahablantes (bilingües y monolingües) en Yucatán para las generaciones nacidas en 2050 y 2100.

Figs. 11(a) y 11(b). Estimated geographic dynamic of the percentage of Mayan speakers (bilinguals and monolinguals) in Yucatan of the generations born in 2050 and 2100.



Figs. 12(a) y 12(b). Ajustes del modelo de Minnett-Wang con los datos generacionales de Mayapán (izquierda) y Tahdziú (derecha).

Figs. 12(a) and 12(b). Parameter estimation of Minnett-Wang with generational data of Mayapán (left) and Tahdziú (right).

Los primeros indicios de maya yucateco escrito en la actual región de Yucatán se difundieron desde Campeche durante el Clásico Terminal (Voss 2018, 255-256). Durante la Colonia, la región oriental fue un área periférica del dominio colonial y solamente en Valladolid se estableció una población hispana importante (Bracamonte y Sosa 2001, 59; Farriss 2012, 97). En la actualidad, la región oriental y sur, al igual que el centro de Quintana Roo, están asociados a la versión dialectal *jaach maaya* (“verdadera maya”), mientras que en el centro del estado se habla una variedad con mayor contenido de hispanismos conocida como *xe’ek maaya* (“maya mezclada”) (Briceño Chel 2002).

Es notorio observar que, a pesar de ser un núcleo de un importante centro urbano de origen colonial, Valladolid y los municipios aledaños se muestran como una zona donde la castellanización se da de forma paulatina, que contrasta con otros municipios del sur-oriental como Peto, en el que el cambio en las nuevas generaciones parece estar acelerando.

Tahdziú y Mayapán merecen una revisión aparte, ya que, como se ha dicho, no muestran un sustancial incremento de la población monolingüe hispanoparlante, e incluso en Tahdziú la variedad bilingüe decrece con mayor lentitud. Es de notar que Tahdziú se considera como el municipio con mayor índice de pobreza de toda la Península, además de contar con una baja escolaridad promedio (Gómez Montes y Quintal López 2019, 46; Ortiz-Pech, Álvarez-Marchan, y Albornoz-Mendoza 2019, 6; SEDESOL / CONEVAL 2015). De acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo (2012), Tahdziú se encontró como el municipio con mayor porcentaje de población en condiciones de pobreza, mientras que Mayapán fue el tercero. Esto da pie a considerar notoriamente de qué forma el mercado lingüístico favorece más a los hispanoparlantes, obligando a los mayahablantes a abandonar su lengua nativa.

Conclusiones

En este trabajo se presentó una aplicación del modelo de Minett-Wang para la competencia lingüística entre el español y el maya yucateco en la Península de Yucatán, idiomas que han coexistido durante casi cinco siglos. Sin embargo, es en el siglo XX (y no durante la Colonia) cuando la lengua maya empezó a declinar significativamente, debido a numerosos factores como la proliferación de educación impartida exclusivamente en castellano, el crecimiento de centros urbanos como Mérida y Cancún donde el uso del español es importante, así como la búsqueda de mejores oportunidades de vida por parte de los mayahablantes, lo cual llevó a un progresivo abandono de su lengua natal para dar lugar a nuevas generaciones de monolingües hispanoparlantes. Preguntas importantes para la modelación matemática es acerca de si la lengua maya yucateca se acerca a la desaparición, en qué momento esta posible extinción ocurrirá y en qué lugares persistirá por un mayor tiempo.

El modelo de Minett-Wang se aplicó por medio de tres enfoques: un enfoque *directo* que considera únicamente datos censales e intercensales de los años 1930 a 2015; un enfoque *generacional* que utiliza datos de la Encuesta Intercensal del 2015 pero considerando los porcentajes de cada conjunto de hablantes (monolingüe español, bilingüe y monolingüe maya) en

relación con su año de nacimiento; y finalmente un enfoque *geográfico* que aplica el enfoque generacional pero analizando cada municipio con una entidad separada.

Casi todos los enfoques coinciden con el hecho de que la lengua maya yucateca tiende a la extinción, aunque de manera gradual, calculada en 2285 en Quintana Roo, 2390 en Campeche y finalmente en 2524 en Yucatán. Para el caso de Quintana Roo, los últimos reductos de la lengua maya estarán en la zona central, en torno al municipio de Felipe Carrillo Puerto, el cual históricamente correspondió a Chan Santa Cruz, capital de los rebeldes mayas de la Guerra de Castas. Con respecto a Campeche, la presencia final de esta lengua se localizará en el norte, en especial en Calkiní, pero su extinción puede ser más acelerada que en Quintana Roo, tal como muestran los enfoques generacional y geográfico.

Este estudio parece indicar que la lengua maya persistirá por más tiempo en la zona sur y oriente de Yucatán, en particular en Tahdziu y Mayapán, lugares donde la lengua española no ha hecho presencia significativa en forma monolingüe. El modelo de Minett-Wang aplicado a estos dos municipios muestra que ambos municipios tienden a volverse bilingües. Sin embargo, la tendencia observada en municipios aledaños manifiesta que muy probablemente aparecerán generaciones exclusivamente monolingües en español.

La gran segmentación en municipios más pequeños en Yucatán que en los otros dos estados debe considerarse en la interpretación del enfoque geográfico. Si segmentamos más algunos municipios de Campeche y Quintana Roo quizá se observen lugares con mayor presencia de la lengua maya en el futuro. Sin embargo, es de notar que ambos lugares se encuentran muy alejados de las grandes ciudades de la Península (Mérida, Valladolid y Cancún). Adicionalmente se ha observado que ambos lugares presentan un alto índice de pobreza. Esto puede deberse a que existen pocas oportunidades tanto educativas como laborales para las personas mayahablantes en la Península, y el aprendizaje del español parece una competencia necesaria en el mercado lingüístico.

La ausencia de la lengua maya en la zona hotelera de Quintana Roo, en Chetumal, Ciudad del Carmen, Campeche y Mérida en panoramas futuros, así como su presencia más fuerte en la zona central de Quintana Roo, norte de Campeche, y sur-oriente de Yucatán obedece a procesos históricos, pero también a aspectos sociales como la mayor oferta de trabajos y educación para hispanoparlantes, discriminación racial y lingüística, entre otros factores. El hecho de que la lengua maya haya empezado a declinar hacia el siglo XX nos da ciertos atisbos sobre los factores importantes envueltos en la gradual desaparición de esta lengua milenaria.

Referencias

- Abrams, D. M., y Strogatz, S. H. (2003). Modelling the dynamics of language death. *Nature*, 424(6951), 900-900. DOI: <https://doi.org/10.1038/424900a>
- Alavez San Pedro, M. (2017). Migración y violencia en Cancún: estudio de dos asentamientos irregulares. *Revista NuestrAmérica*, 5(10), 68-89.
- Antochiw, M. y R. Alonzo. (2010). *Hechos de Yucatán*. México: Biblioteca Básica de Yucatán.
- Bracamonte y Sosa, P. (2001). *La conquista inconclusa de Yucatán: los mayas de las montañas, 1560-1680*. CIESAS.
- Briceño Chel, F. (2002). Lengua e identidad entre los mayas de la península de Yucatán. *Los investigadores de la cultura maya*, 10(2), 370-379.
- Carmichael, G. A. (2016). *Fundamentals of demographic analysis: Concepts, measures, and methods*. Switzerland: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-23255-3>
- Castelló, X., Eguíluz, V. M., & San Miguel, M. (2006). Ordering dynamics with two non-excluding options: bilingualism in language competition. *New Journal of Physics*, 8(12), 308. DOI: <https://doi.org/10.1088/1367-2630/8/12/308>
- CONEVAL (2012). *Informe de Pobreza y Evaluación en el Estado de Yucatán*. México: CONEVAL.
- de Ángel García, D. (2016). Esbozos etnográficos sobre la migración entre los mayas peninsulares de Campeche. *Revista Española de Antropología Americana*, 46, 9. DOI: <https://doi.org/10.5209/REAA.58285>
- Díaz, M. R. (2001). *Niños mayas, maestros criollos: rebeldía indígena y educación en los confines del trópico*. Universidad de Quintana Roo.
- Farriss, N. (2012). *La sociedad maya bajo el dominio colonial*. Ciudad de México: CONACULTA-INAH-Artes de México.
- Gabbert, W. (2004). *Becoming Maya: Ethnicity and Social Inequality in Yucatán Since 1500*. University of Arizona Press.
- Gómez Montes, L. M. y Quintal López, R. (2019). Reflexiones sobre los cuerpos negados: mujeres mayas contemporáneas en Tahdziú, México. *Sexualidad, Salud y Sociedad (Rio de Janeiro)*, (32), 40-64. DOI: <https://doi.org/10.1590/1984-6487.sess.2019.32.04.a>
- Hofling, C. A. (2014). *Lacandon Maya-Spanish-English Dictionary*. University of Utah Press.

- Hofling, C. A. (2017). Comparative Maya (Yucatec, Lacandon, Itzaj, and Mopan Maya). In *The Mayan languages* (pp. 685-759). Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781315192345>
- Joshi, M., Seidel-Morgenstern, A., y Kremling, A. (2006). Exploiting the bootstrap method for quantifying parameter confidence intervals in dynamical systems. *Metabolic engineering*, 8(5), 447-455. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2006.04.003>
- Lacadena, A. (2002). The distribution of Lowland Maya languages in the Classic period. In *La Organización Social Entre Los Mayas: Memoria De La Tercera Mesa Redonda De Palenque. Vol. 2* (pp. 275-314). Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Law, D. (2013). Inherited similarity and contact-induced change in Mayan Languages. *Journal of Language Contact*, 6(2), 271-299. DOI: <https://doi.org/10.1163/19552629-00602004>
- Minett, J. W., y Wang, W. S. (2008). Modelling endangered languages: The effects of bilingualism and social structure. *Lingua*, 118(1), 19-45. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lingua.2007.04.001>
- Mira, J., y Paredes, Á. (2005). Interlinguistic similarity and language death dynamics. *EPL (Europhysics Letters)*, 69(6), 1031. DOI: <https://doi.org/10.1209/epl/i2004-10438-4>
- Mojica Hernández, L., y Martínez Corripio, I. (2018). Variación en los sistemas vocálicos del lacandón del norte, lacandón del sur y yucateco: un análisis acústico. *Cuadernos de Lingüística de El Colegio de México*, 5(1), 47-107. DOI: <https://doi.org/10.24201/clecm.v5i1.96>
- Montemayor Gracia, J. (2017). Lenguas indígenas en el mercado lingüístico: retos y perspectivas para la vitalidad del maya yucateco. *Zeitschrift für romanische Philologie*, 133(4), 1014-1040. DOI: <https://doi.org/10.1515/zrp-2017-0053>
- Mussa Juane M., Seoane, L. F., Muñuzuri, A. P., y Mira, J. (2019). Urbanity and the dynamics of language shift in Galicia. *Nature communications*, 10(1), 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09688-8>
- Ortiz-Pech, R., Álvarez-Marchan, G. P. y Albornoz-Mendoza, L. (2019). Pobreza objetiva y subjetiva de los hogares en Timul, Yucatán y su dependencia a programas sociales. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(54). DOI: <https://doi.org/10.24836/es.v29i54.817>

- Pfeiler, B. (1999). *La situación sociolingüística en Yucatán*. Centro de Investigaciones Regionales, UADY. Obtenido el 9 de agosto de 2020 en la página <http://www.mayas.uady.mx/articulos/situacion.html>
- Pfeiler, B.B. y Hofling, A. (2006). Apuntes sobre la variación dialectal en el maya yucateco. *Península*, 1(1), 27-44.
- Reed, N. (1971). *La guerra de castas de Yucatán* (Vol. 10). Ediciones Era.
- Rowland, D.T. (2003). *Demographic Methods and Concepts*. OUP Oxford.
- Sánchez Arroba, M. E.. Alternancias de código entre la lengua maya y el español. *Ibero-americana pragensis*, 67.
- SEDESOL / CONEVAL. 2015. *Informe Anual sobre la situación de Pobreza y Rezago social 2015*, Tahdziú, Yucatán, México. Obtenido el 10 de agosto de 2020 en la página http://www.sedesol.gob.mx/work/models/SEDESOL/Informes_pobreza/2015/Municipios/Yucatan/Yucatan_073.pdf
- Seoane, L. F., Loredo, X., Monteagudo, H., y Mira, J. (2019). Is the coexistence of Catalan and Spanish possible in Catalonia? *Palgrave Communications*, 5(1), 1-9. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-019-0347-1>
- Sharer, R. J. (1998). *La civilización maya*. (Trad. M. A. Neira Bigorra) Fondo de Cultura Económica.
- Sima Lozano, E. G., y Be Ramírez, P. A. (2017). Actitudes lingüísticas hacia la maya por yucatecos bilingües de la Región 90 de Cancún. *Culturales*, 5(1), 217-253.
- Sutantawibul, C., Xiao, P., Richie, S., & Fuentes-Rivero, D. (2018). Revisit Language Modeling Competition and Extinction: A Data-Driven Validation. *Journal of Applied Mathematics and Physics*, 6(07), 1558. DOI: <https://doi.org/10.4236/jamp.2018.67132>
- Voss, A. W. (2018). Presencia y distribución de la lengua maya yucateca en la península de Yucatán del clásico al posclásico tardío. *Cuadernos de Lingüística de El Colegio de México*, 5(1), 225-285. DOI: <https://doi.org/10.24201/clecm.v5i1.100>
- Wichmann, S. (2006). Mayan historical linguistics and epigraphy: a new synthesis. *Annu. Rev. Anthropol.*, 35, 279-294. DOI: <https://doi.org/10.24201/clecm.v5i1.100>