



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Estadística Aplicada

**MODELIZACIÓN APLICADA A LA CARACTERIZACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA
FECUNDIDAD EN MUJERES ADOLESCENTES DE 10 A 19 AÑOS EN GUATEMALA
DE 2009 A 2019**

Inga. Ivania José Castro Rossell

Asesorado por el MSc. Sigfrido Gilielmo Rivera Ramos

Guatemala, noviembre de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**MODELIZACIÓN APLICADA A LA CARACTERIZACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA
FECUNDIDAD EN MUJERES ADOLESCENTES DE 10 A 19 AÑOS EN GUATEMALA
DE 2009 A 2019**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGA. IVANIA JOSÉ CASTRO ROSSELL

ASESORADO POR EL MSc. SIGFRIDO GILIELMO RIVERAS RAMOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRA EN ESTADÍSTICA APLICADA

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL DE DEFENSA

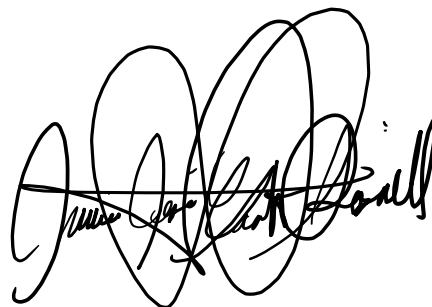
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
EXAMINADOR	Mtro. William Eduardo Fagiani Cruz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**MODELIZACIÓN APLICADA A LA CARACTERIZACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA
FECUNDIDAD EN MUJERES ADOLESCENTES DE 10 A 19 AÑOS EN GUATEMALA
DE 2009 A 2019**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 18 de agosto de 2021.

A handwritten signature in black ink, featuring large, stylized loops and a horizontal line across the middle, identifying the author as Inga. Ivania José Castro Rossell.

Inga. Ivania José Castro Rossell

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.738.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **MODELIZACIÓN APLICADA A LA CARACTERIZACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA FECUNDIDAD EN MUJERES ADOLESCENTES DE 10 A 19 AÑOS EN GUATEMALA DE 2009 A 2019**, presentado por: **Ivania José Castro Rossell**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Estadística aplicada después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, noviembre de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, noviembre de 2022

LNG.EEP.OI.738.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“MODELIZACIÓN APLICADA A LA CARACTERIZACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA FECUNDIDAD EN MUJERES ADOLESCENTES DE 10 A 19 AÑOS EN GUATEMALA DE 2009 A 2019”

presentado por **Ivania José Castro Rossell** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Estadística aplicada** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Colí
Director

**Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería**





Guatemala 20 de mayo 2022.

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el Informe Final del trabajo de graduación titulado **“MODELIZACIÓN APLICADA A LA CARACTERIZACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA FECUNDIDAD EN MUJERES ADOLESCENTES DE 10 A 19 AÑOS EN GUATEMALA DE 2009 A 2019”** del estudiante **Ivania José Castro Rossell** quien se identifica con número de carné **202090318** del programa de Maestría en Estadística Aplicada.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MSc. Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Coordinador
Maestría en Estadística Aplicada
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, 20 de mayo 2022.

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Presente.

Estimado Señor Director:

De manera atenta hago constar que he revisado el Informe Final y Artículo Científico del estudiante **Sergio Eduardo Segura Cordero** con número de carné **202090318** de la Maestría en Estadística Aplicada **“MODELIZACIÓN APLICADA A LA CARACTERIZACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA FECUNDIDAD EN MUJERES ADOLESCENTES DE 10 A 19 AÑOS EN GUATEMALA DE 2009 A 2019”**.

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, coherencia según lo establecido en el Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014. Cumpliendo tanto en su estructura como en su contenido, por lo cual el trabajo y artículo evaluado cuenta con mi aprobación.

Atentamente,
“Id y Enseñad a Todos”

MSc. Ing. Edwin Adalberto Bracamonte Orozco
Coordinador
Maestría en Estadística Aplicada
Escuela de Estudios de Postgrado

Guatemala, 29 de octubre de 2020.

M.A. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí

Director

Escuela de Estudios de Postgrado

Presente

Estimado M.A. Ing. Álvarez Cotí

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **“MODELIZACIÓN APLICADA A LA CARACTERIZACIÓN Y EXPLICACIÓN DE LA FECUNDIDAD EN MUJERES ADOLESCENTES DE 10 A 19 AÑOS EN GUATEMALA DE 2009 A 2019”** de la estudiante **Ivania José Castro Rossell** del programa de Maestría en **Estadística Aplicada**, identificada con número de carné: 202090318.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Deferentemente,



MSc. Ing. Sigfrido G. Rivera Ramos

Colegiado No. 5215

Asesor de Tesis

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por ser el centro de mi vida y el proveedor de todo lo que tengo.

Mis padres

Salvador Ibán Castro Peñate y Elubia Rossell de Castro, por su amor, sacrificio y ejemplo incondicional; soy lo que soy por Dios y por ustedes.

Mi hermano

José Iván Castro Rossell, por su amor y apoyo en todo momento.

Mi abuelita

Clementina Orizábal, por su ejemplo de valentía, perseverancia y alegría.

Mi tía

Ena Gesolia Castro Peñate, por creer incondicionalmente en mí.

Mi prima

Gilda Gabriela Carranza Morales, por su hermandad y apoyo incondicional en la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por abrirme sus puertas y permitirme adquirir el conocimiento plasmado en este estudio.

Facultad de Ingeniería

Por ser la Facultad que permitió mi aprendizaje profesional.

Mi asesor

MSc. Sigfrido Gilielmo Rivera Ramos, por su apoyo invaluable en la elaboración de la presente investigación.

Karen Sandoval

Por la hermandad y apoyo brindado durante nuestros años de amistad.

Stefani Villeda

Por apoyarme incondicionalmente durante todos estos años de formación académica. Muchas gracias por su amistad.

Raúl Gracias

Por su apoyo y liderazgo en mi formación profesional.

Mis primos

Marcia Rebeca Aspuac, Eder Javier Aspuac y Mirza Castro, por estar en cada etapa de mi vida.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XVV
OBJETIVOS.....	XXI
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXIII
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Análisis estadístico.....	13
2.1.1. División de la estadística	13
2.1.1.1. Estadística descriptiva	13
2.1.1.2. Estadística inferencial	13
2.1.2. Variables de los datos.....	14
2.1.3. Gráficos para describir datos de series temporales....	15
2.1.4. Análisis estadístico de datos multivariados.....	16
2.1.4.1. Análisis de conglomerados	16
2.1.4.1.1. Medidas de similitud.....	17
2.1.4.1.2. Medidas de distancia.....	18
2.1.4.1.3. Coeficiente de correlación...	19
2.1.4.1.4. Método de reducción de dimensiones.....	21

2.1.5.	Análisis estadístico no paramétrico.....	24
2.1.5.1.	Regresión múltiple	24
2.1.5.2.	Análisis de regresión logística.....	25
2.1.5.3.	Análisis de regresión logit	26
2.1.5.3.1.	Método de máxima verosimilitud.....	30
2.1.5.4.	Evaluación de suposiciones de la regresión logística.....	32
2.2.	La fecundidad y sus principales determinantes.....	34
2.2.1.	Teorías globales de la población.....	34
2.2.1.1.	Malthus	35
2.2.1.2.	Marx	35
2.2.2.	Determinantes de la fecundación.....	36
2.2.2.1.	Determinantes económicos individuales...	36
2.2.3.	Tasa de fecundidad general.....	37
2.2.4.	Tasa específica de fecundidad por edades.....	38
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	39
3.1.	Análisis gráfico de la tasa de fecundidad adolescente por departamento.....	40
3.1.1.	Guatemala.....	41
3.1.2.	El Progreso.....	43
3.1.3.	Sacatepéquez.....	45
3.1.4.	Chimaltenango.....	47
3.1.5.	Escuintla.....	49
3.1.6.	Santa Rosa.....	51
3.1.7.	Sololá.....	53
3.1.8.	Totonicapán.....	55

3.1.9.	Quetzaltenango.....	57
3.1.10.	Suchitepéquez.....	59
3.1.11.	Retalhuleu.....	61
3.1.12.	San Marcos.....	63
3.1.13.	Huehuetenango.....	65
3.1.14.	Quiché.....	67
3.1.15.	Baja Verapaz.....	69
3.1.16.	Alta Verapaz.....	71
3.1.17.	Petén.....	73
3.1.18.	Izabal.....	75
3.1.19.	Zacapa.....	77
3.1.20.	Chiquimula.....	79
3.1.21.	Jalapa.....	81
3.1.22.	Jutiapa.....	83
3.2.	Análisis de conglomerados.....	85
3.2.1.	Año 2009.....	87
3.2.2.	Año 2010.....	89
3.2.3.	Año 2011.....	91
3.2.4.	Año 2012.....	93
3.2.5.	Año 2013.....	95
3.2.6.	Año 2014.....	97
3.2.7.	Año 2015.....	99
3.2.8.	Año 2016.....	101
3.2.9.	Año 2017.....	103
3.2.10.	Año 2018.....	105
3.2.11.	Año 2019.....	107
3.3.	Características generales de las adolescentes del estudio.....	109
3.4.	Análisis de la regulación logística binaria.....	109
3.4.1.	Resultados de proceso de casos.....	115

3.4.2.	Resultados en bloque inicial.....	115
3.4.3.	Pruebas ómnibus de coeficiente de modelos.....	117
3.4.4.	Bondad de ajuste del modelo logístico binomial.....	118
3.4.5.	Resultados de las variables independientes en el modelo de regresión logístico binario.....	119
3.4.5.1.	Interpretación de <i>odd ratio</i>	122
3.4.6.	Evaluación de los resultados del análisis de regresión logística binomial.....	128
3.4.6.1.	Prueba de linealidad.....	128
3.4.6.2.	No multicolinealidad.....	128
3.4.6.3.	Independencia de errores.....	130
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	131
4.1.	Análisis interno.....	131
4.1.1.	Caracterización gráfica del comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente departamental.....	131
4.1.2.	Análisis de conglomerados por características principales de la fecundidad adolescente.....	134
4.1.3.	Resultados del modelo de regresión logística binomial.....	136
4.2.	Análisis externo.....	140
	CONCLUSIONES	145
	RECOMENDACIONES.....	147
	REFERENCIAS	149
	APÉNDICES	157

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Tipos de variables.....	14
2.	Ejemplo de gráfico de series de tiempo	15
3.	Métodos de reducción de dimensiones en análisis clúster	21
4.	Dendograma ilustrativo de la obtención de conglomerados jerárquicos..	22
5.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Guatemala.....	41
6.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento El Progreso.....	43
7.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Sacatepéquez	45
8.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Chimaltenango	47
9.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Escuintla.....	49
10.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Santa Rosa.....	51
11.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Sololá	53
12.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Totonicapán.....	55
13.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Quetzaltenango	57

14.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Suchitepéquez	59
15.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Retalhuleu	61
16.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de San Marcos	63
17.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Huehuetenango	65
18.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Quiché.....	67
19.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Baja Verapaz	69
20.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Alta Verapaz	71
21.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Petén.....	73
22.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Izabal	75
23.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Zacapa	77
24.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Chiquimula	79
25.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Jalapa	81
26.	Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Jutiapa	83
27.	Dendograma correspondiente al año 2009	88
28.	Dendograma correspondiente al año 2010	90
29.	Dendograma correspondiente al año 2011	92

30.	Dendograma correspondiente al año 2012	94
31.	Dendograma correspondiente al año 2013	96
32.	Dendograma correspondiente al año 2014	98
33.	Dendograma correspondiente al año 2015	100
34.	Dendograma correspondiente al año 2016	102
35.	Dendograma correspondiente al año 2017	104
36.	Dendograma correspondiente al año 2018	106
37.	Dendograma correspondiente al año 2019	108

TABLAS

I.	Variables analizadas	XVII
II.	Agrupamiento de análisis de conglomerados	85
III.	Distribución de la población adolescente de 10 a 19 años en Guatemala, por característica, según XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda; año 2018.....	110
IV.	Codificación de análisis de regresión logística binaria	113
V.	Procesamiento de datos para regresión logística binaria	115
VI.	Resultado de bloque inicial.....	116
VII.	Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo	117
VIII.	Resumen del modelo.....	118
IX.	Variables en la ecuación de regresión logística binaria	120
X.	Prueba de multicolinealidad.....	129
XI.	Prueba de Durwin-Watson.....	130
XII.	Tasas de fecundidad adolescente máximas por departamento durante el periodo 2009-2019	132
XIII.	Resumen de clasificación de conglomerados por departamento de residencia de 2009 a 2019	136

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
r_{jk}	Coeficiente producto momento de Pearson.
D^2	Distancia de Mahalanobis, también conocida como distancia generalizada.
$\widetilde{\beta}_1$	Estimadores de máxima verosimilitud.
$d(\cdot)$	Función o regla que permite asignar un número a cada par de objetos pertenecientes a un conjunto de datos.
L	Logaritmo de la razón de probabilidades.
$\ln FV$	Logaritmo función de verosimilitud.
$\ln$	Logaritmo natural.
E_a	Número de años-persona de exposición en el grupo de edad “a” durante el período de referencia especificado.
$.B_a$	Número de hijos de mujeres en el grupo de edad a en un año o período de referencia determinado.

$\tilde{\sigma}^2$

Varianza

X

GLOSARIO

Clúster	Técnica estadística multivariante que permite el agrupamiento de elementos homogéneos dentro de grupos específicos.
<i>Creole</i>	Persona descendiente de europeos, nacida en un país hispanoamericano.
Dendograma	Diagrama de árbol que muestra los grupos que se forman al crear conglomerados de observaciones en cada paso y nivel de similitud.
Pruebas ómnibus	Prueba de chi cuadrado de la razón de verosimilitud del modelo actual frente al modelo nulo.
Tasa de fecundidad adolescente	Número de nacimientos por cada 1000 mujeres entre 10 y 19 años de edad.

RESUMEN

El propósito de la investigación fue caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente e identificar las posibles causas de incidencia del embarazo en mujeres adolescentes dentro del grupo etario de 10 a 19 años de edad.

El objetivo general consistió en caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica, así como identificar las posibles causas de incidencia del embarazo en adolescentes de 10 a 19 años, en función de variables estadísticamente significativas en estudios anteriores, a partir de un modelo de regresión estadístico.

La metodología utilizada tuvo un enfoque mixto debido a que se presentaron aspectos cuantitativos y cualitativos; el alcance fue descriptivo y correlacional y el diseño observacional y de tipo longitudinal - transversal. La unidad de análisis: la fecundidad adolescente.

El principal resultado mostró que el departamento de residencia, años cumplidos, área geográfica, pueblo de pertenencia, nivel educativo y estado conyugal explicaban significativamente la incidencia que tiene una mujer adolescente entre 10 a 19 años de edad de ser o no ser madre, mediante un modelo de regresión logística binaria. Los resultados obtenidos manifestaron que la fecundidad adolescente está intrínsecamente relacionada con factores demográficos y socioeconómicos de la población analizada. Se recomienda reforzar la respuesta del sector público y privado respecto del desarrollo integral de las niñas y adolescentes guatemaltecas.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto general

Mundialmente, se ha identificado que el 11 % de los nacimientos provienen de madres adolescentes, registrándose el 95 % de estos en países en vías de desarrollo (OMS, 2009). América Latina presenta la segunda posición en el registro de tasas de fecundidad adolescente más altas en el mundo (75.67 por cada 1000 mujeres entre 15 y 19 años).

En Guatemala, según el Instituto Nacional de Estadística (2016) se han registrado embarazos en mujeres menores de 20 años desde el año 2009, que corresponden a un 18 % del grupo etario total, mismo que presentó un incremento en el 2012 al reflejar una fecundidad adolescente del 22 %. Estas cifras, en el 2016 seguían representando un 18 %, y se situaban en la tasa media establecida de la región.

Ante esta problemática, el gobierno de Guatemala implementó en el 2013 un Plan Nacional de Prevención de Embarazos en Adolescentes, PLANEA 2013-2017, contando con la participación del Estado, población ciudadana y sector privado; con dicho plan se buscaba contribuir al desarrollo integral de niñas y adolescentes de Guatemala, mediante la reducción de embarazos en estas etapas de vida, bajo un marco regulatorio del cumplimiento de los derechos humanos.

A partir del año 2018, a través de una mesa técnica interinstitucional, fue presentado nuevamente PLANEA 2018-2022, el cual sigue teniendo como

objetivo principal la reducción de embarazos en adolescentes, como una respuesta integral, multisectorial y de participación social en el país.

En el 2018, se realizó el XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda, en el cual reflejaba que de las 7,678,190 mujeres en el país, 1,650,000, aproximadamente, se encontraban en edades entre 10 – 19 años. De esta población, en el documento *Los principales resultados del censo 2018* (Instituto Nacional de Estadística Guatemala, 2019) se estableció que el promedio de hijos(as) por mujer (según su nivel educativo, área de residencia y pertenencia a pueblos) era mayor cuando no existía ninguna educación registrada, cuando el área de residencia era catalogada rural y si la madre provenía de una etnia maya o xinca. Sin embargo, no existe un análisis segmentado por edades de la madre que refleje cuáles son los principales factores que explican la incidencia del embarazo de una mujer en el grupo etario de 10 a 19 años.

Descripción del problema

El embarazo en las adolescentes es una problemática de reconocida importancia, no solo en lo concerniente a embarazos no deseados y abortos, sino también en relación con las consecuencias sociales, económicas y de salud.

Según ENSMI (2015) en la encuesta de salud materno infantil 2014 -2015, la cual estuvo bajo la supervisión y realización del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social -MSPAS-, INE y la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia -SEGEPLAN- se indica que una de cada cinco mujeres de 15 a 19 años ha tenido hijos o ha estado embarazada. Del total de mujeres adolescentes que alguna vez ha estado embarazada (21 %), el 16 % ya han sido madres y el 5 % estaban embarazadas al momento de realizar la encuesta.

Respecto del área geográfica del país, el 16 % de población adolescente ha iniciado la maternidad en el área urbana y el 24 % en el área rural. Por departamento, las diferencias son notables según la ENSMI (2015), ya que en los extremos de esta problemática se encuentran los departamentos de Petén (31 % de adolescentes alguna vez embarazadas) y Guatemala (11 %). En seis departamentos, una de cada cuatro adolescentes ha estado embarazada alguna vez, bien que ya sea madre o que esté actualmente embarazada. Estos son: Alta Verapaz, Escuintla, Huehuetenango, Jalapa, Petén y San Marcos.

Ante la coyuntura actual que afronta el mundo entero por la pandemia de COVID-19, el MSPAS indicó a través de OSAR (2021), Observatorio en Salud Sexual y Reproductiva en Guatemala, durante el período comprendido del 01 de enero al 31 de diciembre 2020 se habían registrado 60,304 casos de nacimientos en madres que estaban entre el rango de edad de 10 a 19 años, de los cuales 58,678 correspondían a madres entre 15-19 años y 1,626 de madres entre 10-14 años.

Derivado de esta problemática que impide el desarrollo social, intelectual y económico de las mujeres guatemaltecas, adicionado a la falta de análisis estadístico multivariado en el estudio de la fecundidad adolescente, se desconoce el comportamiento que esta fecundidad segmentada por grupos etarios específicos ha presentado históricamente por departamento de residencia. Tampoco se cuenta con un modelo de regresión estadístico que establezca qué factores demográficos presentan una incidencia significativa en la fecundidad, grupos etarios vulnerables, específicamente de niñas y adolescentes comprendidas en las edades de 10 a 19 años.

Por último, no se cuenta con un análisis por conglomerados que permita explicar el comportamiento de la fecundidad adolescente por departamento y año

de registro, a partir de los datos vitales oficiales y del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del INE.

Formulación del problema

Pregunta general

¿Cuál ha sido el comportamiento de la fecundidad en Guatemala, junto con las posibles causas de incidencia del embarazo en adolescentes de 10 a 19 años en función de los años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica de la madre a partir de un modelo estadístico?

Preguntas auxiliares

- ¿Cuál ha sido el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente, por departamento, en el grupo etario de 10 a 19 años desde 2009 a 2019?
- ¿Cómo se clasifican departamentalmente las mujeres adolescentes que pueden ser madres en edades de 10 a 19 años en función de su edad, pueblo de pertenencia, estado conyugal y nivel educativo desde 2009 al 2019?
- ¿Qué modelo estadístico podría presentar resultados estadísticamente significativos en la identificación de factores correlacionados que puedan explicar la probabilidad de la fecundidad adolescente en el grupo etario de 10 a 19 años de edad?

Delimitación del problema

El problema será analizado dentro del territorio de Guatemala, siendo el objeto de estudio la fecundidad presentada en el grupo etario de adolescentes entre 10 a 19 años, empleando la información demográfica y socioeconómica disponible para los años del 2009 al 2019, así como del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística, efectuado en Guatemala en el 2018.

OBJETIVOS

General

Caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica (2009-2019), así como identificar las posibles causas de incidencia del embarazo en adolescentes de 10 a 19 años en función de los años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica de la madre a partir de un modelo de regresión estadístico.

Específicos

- Determinar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente por departamento de residencia y edad simple de la madre durante el período comprendido entre los años 2009 al 2019.
- Identificar la cantidad y características de los diferentes estratos que describan la fecundidad adolescente, con base en los años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo, clasificados por departamento de residencia de la madre durante el período de tiempo de los años 2009 al 2019.
- Determinar los factores que estadísticamente expliquen la ocurrencia del embarazo en adolescentes de 10 a 19 años, por medio de un modelo de regresión logística.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

Características del estudio

El estudio realizado tiene un enfoque mixto, ya que en relación con el aspecto cuantitativo se analiza el comportamiento de la tendencia de la tasa de fecundidad adolescente durante los años del 2009 al 2019. Adicionalmente, presenta un enfoque cualitativo al caracterizar e identificar los factores demográficos y socioeconómicos que inciden en la tasa de fecundidad del grupo etario adolescente comprendido entre las edades de 10 a 19 años.

El alcance es descriptivo debido a que se analizó la tasa de fecundidad adolescente, especificando su tendencia y comportamiento por departamento; adicionalmente, se procedió a identificar departamentos homogéneos con las principales características demográficas y socioeconómicas para caracterizar la incidencia de ser madre entre el grupo etario de 10 a 19 años. El alcance es correlacional, debido a que se buscó explicar el comportamiento y relación simultánea entre las variables sujetas a la explicación significativa de la tasa de fecundidad. El tipo de estudio es descriptivo correlacional.

El diseño adoptado es observacional, pues la información de la tasa de fecundidad, años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica de mujeres adolescentes entre 10 a 19 años, fue revisada en su estado original, sin ninguna manipulación; la información analizada fue la serie de tiempo, debido a que solo se tomaron en cuenta las estadísticas vitales comprendidas entre los años 2009 al 2019; también se efectuó un análisis transversal, por la información de las

características de las personas, hogares y viviendas al año 2018, presentadas por el Instituto Nacional de Estadística.

Unidad de análisis

El objeto de estudio fue la fecundidad adolescente, la cual se encuentra dividida en edades comprendidas entre 10 a 19 años; se analizaron sus principales características demográficas y socioeconómicas, así como factores que influyen estadísticamente en el comportamiento de la misma, de acuerdo con la información disponible en las bases de datos.

Variables

En la tabla I se muestra la definición teórica y operativa de las variables analizadas. Estas fueron seleccionadas por ser las más importantes y explicativas, con base en la revisión bibliográfica.

Tabla I. **Variables analizadas**

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Tasa de fecundidad adolescente (TFA)	Número de nacimientos que ocurren durante un determinado año o período de referencia por cada 1000 mujeres entre 15 y 19 años de edad.	Número de nacimientos por cada 1000 mujeres entre 10 y 19 años de edad. Escala de razón.
Fecundidad adolescente (FA)	Fecundidad que ocurre durante la adolescencia, la cual recibe el nombre de fecundidad adolescente precoz porque sucede antes de los 15 años; luego la fecundidad tardía la que acontece a partir de los 15 años.	Probabilidad de que la mujer analizada dentro de los rangos de edad analizados sea o no madre. Escala nominal.

Continuación de la tabla I.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Área (A)	Espacio comprendido entre ciertos límites. Se subdivide en dos categorías: urbana o rural.	Área urbana: ciudades, villas, pueblos (cabeceras departamentales y municipales), lugares poblados que tienen la categoría de colonia o condominio, mayores a 2,000 habitantes, siempre que el 51 % o más de los hogares disponga de alumbrado con energía eléctrica y de agua por tubería (chorro) dentro de sus locales de habitación (viviendas). Escala nominal. Área rural: lugares con categoría de aldea, caserío, paraje, finca, parcelamiento y cantón, siempre que tengan menos de 2,000 habitantes. Escala nominal.
Años cumplidos (AC)	Tiempo vivido en período de doce meses, a contar desde un día cualquiera.	Años cumplidos de una mujer comprendida en las edades de 15 a 19 años. Escala de razón.
Departamento de residencia (DR)	Ubicación geográfica de una vivienda familiar, la cual es utilizada la mayor parte del año como residencia habitual de una o más personas.	Departamento de Guatemala donde reside la mujer adolescente. Escala categórica

Continuación de la tabla I.

Variable	Definición teórica	Definición operativa
Pueblo de pertenencia (PP)	Comunidad humana definida por afinidades raciales, lingüísticas, culturales, entre otros.	Se refiere a los pueblos maya, garífuna, xinca y ladino, más la población afrodescendiente, <i>creole</i> , <i>afromestiza</i> que están reconocidos como los grupos que conforman la población del país. Escala nominal.
Nivel educativo (NE)	Cada una de las etapas que forman la educación de un individuo, tomando como base un promedio de edad determinada. Nivel de educación más alto que una persona ha obtenido. Es una variable categórica.	Último grado aprobado por una mujer adolescente. Posibles valores: ninguno, preprimaria, primaria, básico, diversificado, licenciatura. Escala nominal.
Estado conyugal (EC)	Situación legal de una persona en función de si tiene o no pareja.	Estado conyugal de una mujer adolescente. Posibles valores: soltera, unida, casada, separada de una unión libre, separada de un matrimonio, divorciada o viuda.

Fuente: elaboración propia.

Fases del estudio

El proceso mediante el cual fue realizado el estudio queda identificado en la descripción de las siguientes fases:

Fase 1: revisión bibliográfica

Se procedió a revisar la literatura en materia de fecundidad adolescente, para conocer el estado del arte sobre el tema y las técnicas estadísticas utilizadas para la asociación de la misma con variables explicativas del fenómeno. Posteriormente, la literatura estadística y conceptual que se va a utilizar en el análisis de la fecundidad adolescente.

Fase 2: gestión o recolección de la información

A través de las fuentes de información públicas del INE, se obtuvieron las desagregaciones de variables necesarias, así como una exploración inicial de datos para adecuarlos a los distintos programas estadísticos empleados en el desarrollo del estudio.

Fase 3: análisis de información

Con la información obtenida en la fase anterior, se procedió a identificar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente por departamento y edad simple de la madre. También se realizó un análisis clúster que permitió la creación de grupos en función de los departamentos de Guatemala que presentaban, en mayor medida, factores incidentales de fecundidad adolescente. Por último, se revisó si los factores propuestos con base en la revisión bibliográfica podían explicar significativamente una mayor incidencia en la fecundidad en adolescentes, a través del análisis de regresión logística binomial.

Fase 4: interpretación de información

A través de los resultados obtenidos en la fase anterior, se establecieron las principales interpretaciones para dar respuesta a las preguntas de investigación.

Fase 5: comunicación de resultados y hallazgos

Se expusieron las principales conclusiones de los resultados obtenidos en las fases anteriores.

Fase 6: redacción de informe final

Los resultados y hallazgos obtenidos en la fase anterior fueron redactados en el presente informe, incluyen tablas y gráficas para la inclusión de los resultados más relevantes.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es una sistematización, debido a que pretende, mediante técnicas gráficas, multivariadas y correlacionales, explicar, caracterizar e identificar tanto la tasa como el comportamiento de la fecundidad adolescente con factores demográficos y socioeconómicos que puedan describir significativamente la incidencia de este fenómeno social de interés en la niñez y adolescencia guatemalteca, desde el año 2009 al 2019.

El embarazo en niñas y adolescentes ha sido una problemática de suma importancia, ya que impacta negativamente en el desarrollo integral de la niñez y adolescencia mediante sus implicaciones económicas, sociales, demográficas y sanitarias. El problema de investigación radica en que se desconoce el comportamiento de la tasa de fecundidad en Guatemala, junto con las posibles causas de incidencia del embarazo en adolescentes de 10 a 19 años en función de los años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica de la madre a partir de un modelo estadístico.

Contar con un análisis estadístico que emplee técnicas gráficas, multivariadas y correlacionales permite no solo comprender la problemática social que puede presentar la falta de intervención pública y privada en el comportamiento histórico de la tasa de fecundidad adolescente, sino también identificar qué factores presentan una incidencia estadísticamente significativa en la probabilidad de que una mujer adolescente sea o no madre durante el grupo etario de 10 a 19 años de edad.

El aporte principal de este trabajo es caracterizar a nivel departamental tanto el comportamiento gráfico de la tasa de fecundidad adolescente, como el agrupamiento de las tipologías principales que influyen homogéneamente en la incidencia de ser madre con base en variables socioeconómicas y demográficas de interés. Asimismo, permite distinguir factores que dentro de sus categorías y valores numéricos explican significativamente el comportamiento de la fecundidad temprana en mujeres adolescentes.

El esquema de solución consistió en analizar tres bases de datos: la primera permitió calcular la tasa de fecundidad adolescente a nivel departamental para conocer su tendencia durante los años sujetos al análisis gráfico; la segunda, permitió caracterizar a los departamentos que presentaban desde el año 2009 al 2019 características homogéneas que incidían en la fecundidad adolescente; la tercera, permitió explicar el efecto significativo que presentan ciertas variables demográficas y socioeconómicas sobre la incidencia en el embarazo en adolescentes entre 10 a 19 años de edad. Los análisis se trabajaron mediante los programas estadísticos Infostat e IBM SPSS.

La investigación tiene un enfoque mixto debido a que presenta un enfoque cuantitativo y cualitativo; el alcance es descriptivo y correlacional y el diseño observacional, debido a que la información obtenida de las bases de datos consultadas no sufrió manipulación alguna. Por último, la información revisada fue una serie de tiempo, debido a que se analizaron las estadísticas vitales comprendidas entre los años 2009 al 2019; la transversalidad de la investigación se dio al incluir las características de las personas, hogares y viviendas al año 2018, presentadas por el Instituto Nacional de Estadística.

Este informe se encuentra estructurado en cuatro capítulos: el primero, detalla los resultados de la revisión bibliográfica de estudios en los cuales fue analizada la fecundidad adolescente a través de factores individuales y colectivos implicados en el fenómeno. En el segundo se exponen los fundamentos teóricos, tanto estadísticos como demográficos, referentes a la fecundidad y sus principales determinantes.

En el tercer capítulo se describen los resultados obtenidos a través de la estadística descriptiva e inferencial empleada, detallando los resultados mediante gráficos y cuadros, con base en los objetivos planteados.

Por último, en el cuarto capítulo se presenta la discusión de los resultados obtenidos, detallando un análisis interno y externo de la investigación efectuada. Se complementa el estudio con conclusiones, recomendaciones y el detalle de las referencias citadas.

1. MARCO REFERENCIAL

La fecundidad que se presenta en la adolescencia ha sido un tema de suma importancia para distintos sectores, tanto privados como públicos. Este interés colectivo surge como necesidad de mitigar el fenómeno complejo y relacional del tema, ya que no solo involucra a la adolescente, su familia y al varón progenitor del embarazo, sino que trasciende a los modos de organización social y simbólica. Para su análisis, es necesario un enfoque multidimensional, en el que se analicen de manera relacionada factores individuales y colectivos implicados en el fenómeno.

Para Galindo (2012) un embarazo en la etapa de la adolescencia tiene implicaciones negativas en la acumulación del capital humano de un país y por ende en la posibilidad de tener un mayor acceso a oportunidades laborales. Esto limita salir de la trampa de pobreza y aumentar la desigualdad en la población. Mediante la determinación de diferencias significativas en las dotaciones y retornos de las características que existen entre adolescentes con quintiles más altos y más bajos. Este autor buscó explicar las diferencias observadas mediante la proporción de jóvenes adolescentes que alguna vez habían estado embarazadas para el año 2010 en Colombia.

Los resultados de su investigación están basados en la Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2010; basó su análisis en 13,300 adolescentes comprendidas entre las edades de trece y diecinueve años de edad. Para caracterizar las diferencias por nivel de riqueza, fueron analizadas las proporciones de adolescentes que habían practicado relaciones sexuales y presentado un estado de embarazo, tenían el deseo de embarazo, utilizaban

métodos anticonceptivos, aceptaban la práctica de relaciones sexuales; estado civil y edad promedio de la primera relación, del nacimiento del primer hijo y de la primera unión. Estos determinantes fueron analizados mediante modelos de elección discreta y análisis de supervivencia, que incluyen la condición socioeconómica como predictor.

Galindo (2012) concluye que la educación sexual ha afectado primordialmente a las adolescentes de los quintiles más altos, mientras que las adolescentes de los más bajos, presentaban vulnerabilidad y dependencia de sus niveles educativos, contextos familiares y sociales. Este estudio permite concluir que las adolescentes en quintiles más bajos están más propensas a seguir en un nivel de pobreza, lo que puede traducirse a un resultado negativo sobre las posibilidades económicas futuras de las madres adolescentes dentro de este estrato socioeconómico. Se delimitó la propensión del embarazo en adolescentes, según el estrato socioeconómico en cada área geográfica.

Por otro lado, De Rosa *et al.* (2016) se enfocaron en analizar la fecundidad en adolescentes en Uruguay, donde hasta el año 2016, se mantenían niveles elevados de fecundidad y maternidad en la adolescencia en relación con la mayoría de las regiones del mundo. El interés para realizar dicho estudio, fue la necesidad de ampliar el conocimiento sobre los núcleos duros que sustentan la resistencia a la baja de la maternidad en adolescentes uruguayas, aportando un modelo de abordaje integral en salud y derechos sexuales reproductivos de la población adolescente.

Bajo esta problemática, el estudio de De Rosa *et al.* (2016) propusieron analizar como núcleos duros los fenómenos sociales, culturales, subjetivos y territoriales que incurren en el comportamiento reproductivo de mujeres y varones y que inciden en persistir la transición a la maternidad en etapa adolescente en

ciertas poblaciones. La investigación toma como áreas de análisis dos barrios de estratos económicos bajos, que presentaban altos niveles de pobreza y necesidades básicas insatisfechas.

La metodología de la investigación de De Rosa *et al.* (2016) estuvo basada en un diseño combinado de técnicas cuantitativas y cualitativas. Para el ámbito cuantitativo, se utilizaron las Encuestas Nacionales de Juventud INJU-INE (2008 y 2013) y datos del Censo de Población del Instituto Nacional de Estadística de Uruguay, correspondientes a los años 1996 y 2011. Para la aplicación de las técnicas cualitativas se efectuaron entrevistas semiestructuradas a mujeres y hombres adolescentes, con y sin hijos, dentro del grupo etario de los barrios seleccionados.

Los investigadores concluyen en que el embarazo y maternidad en adolescentes es producto de la desigualdad social existente en Uruguay, así como en los diversos países de América Latina; por lo tanto debe ser considerada como una problemática social y de derechos humanos, siendo de suma importancia la definición de políticas que atiendan integralmente los distintos factores que la producen, así como sus consecuencias. Este estudio refleja la importancia de analizar los factores sociales y territoriales que prorrogan la maternidad en adolescentes de grupos vulnerables por estrato económico.

Dentro de las investigaciones para establecer factores que asocian el inicio temprano de vida sexual en adolescentes se destaca la investigación de Pinzón *et al.* (2018), en la cual, mediante un análisis de corte transversal realizaron una regresión logística múltiple para identificar cuáles eran los factores individuales, de comportamiento sexual y del hogar en jóvenes adolescentes que se relacionaban con la fecundidad en edades tempranas en Colombia.

Mediante la aplicación de un análisis multivariado y tomando como base una muestra de trece mil trescientas trece mujeres entre las edades de trece y diecinueve años de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud 2010, Pinzón *et al.* (2018) encontraron que la edad, la convivencia en pareja, los antecedentes de violencia familiar y abuso sexual, han representado factores de riesgo para el inicio temprano de vida sexual y embarazos no deseados en adolescentes.

Adicionalmente, la investigación reveló que la asistencia a un establecimiento educativo era un factor preventivo para estas situaciones; por otro lado, la precariedad, las familias numerosas en condiciones de pobreza y el analfabetismo estaban asociados con la fecundidad adolescente, sin presentar relación alguna con el inicio del acto sexual temprano del grupo etario investigado. Dicha investigación establece la posible asociación, estadísticamente significativa, que puede tener el nivel educativo de una adolescente como factor para el embarazo en este grupo etario.

Para caracterizar el embarazo adolescente en dos ciudades de Colombia, Ariza *et al.* (2014) exploraron los factores que podrían estar relacionados con la ocurrencia del embarazo adolescente en dos áreas urbanas del departamento de Bocayá, Colombia. Esta investigación, de corte transversal y analítica, fue realizada a través de una muestra de 62 adolescentes gestantes, quienes eran asistentes a hospitales de tercer nivel en dos localidades del departamento de Bocayá.

El instrumento aplicado en la recolección de datos para las variables sujetas al análisis de la investigación fue una entrevista semiestructurada, cuyo propósito era explorar factores socioculturales asociados con la fecundidad adolescente muestreada para la investigación. Los resultados de Ariza *et al.* (2014)

establecieron como principales factores el bajo nivel de escolaridad, la pobreza, la actividad sexual temprana y la escasa información sobre factores sexuales.

Ariza *et al.* (2014) proponen el diseño y aplicación de estrategias de intervención educativa eficaces y atractivas en instituciones educativas, considerando estos establecimientos como núcleos importantes de difusión de conocimiento de la responsabilidad sexual en adolescentes. La investigación presentada por estos autores ayuda a delimitar como posibles variables explicativas de la ocurrencia de embarazo en adolescentes el nivel educativo y la edad en la que una adolescente puede embarazarse, poniendo en manifiesto la incidencia que estas variables pueden presentar en la investigación propuesta en el presente documento.

Siguiendo con la identificación de los principales factores predisponentes de embarazo en adolescentes, Rodríguez *et al.* (2013) buscaron explicar estos factores en un departamento de Venezuela, durante el período 2007-2008. Para el análisis fue realizado un estudio de corte transversal, con la participación de 32 adolescentes embarazadas, comprendidas entre 10 y 19 años.

Fueron realizadas entrevistas directas a la muestra de adolescentes embarazadas. Para identificar los factores predisponentes, las variables consultadas en la entrevista fueron las siguientes: edad, situación familiar, formación educativa, menarquía, inicio de actividad sexual, fecundidad deseada, conocimiento sobre métodos de control de fecundidad, uso de métodos de control de fecundidad, profesión u oficio, personas económicamente activas en el hogar, acceso a los medios de información y ocupación de tiempo de ocio.

Rodríguez *et al.* (2013) concluyeron que los principales factores en la incidencia de un embarazo en adolescentes en el departamento de Turumo,

Venezuela eran los siguientes: preponderancia de secundaria básica concluida, presencia de menarquía y relaciones sexuales tempranas, escasa educación sexual, acceso limitado a oportunidades laborales, acceso a medios de comunicación y tiempo libre. La investigación realizada por Rodríguez *et al.* (2013) refleja la incidencia que presenta el área geográfica en la que reside una adolescente en propensión a embarazarse, ya que las limitaciones de desarrollo en áreas rurales son mayores que en áreas urbanas.

Puede encontrarse una asociación significativa entre el embarazo en adolescentes y la deserción escolar como uno de los causantes principales de rezago educativo en mujeres adolescentes en edad escolar. Villalobos *et al.* (2015), buscaron relacionar el rezago educativo en adolescentes que habían registrado algún embarazo en México.

La información para esta investigación fue recopilada de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de 2012, analizando los datos sociodemográficos y reproductivos de una muestra de mil setecientas noventa mujeres de doce a diecinueve años de edad, que indicaban un inicio de vida sexual y antecedentes de embarazo. Los resultados presentados por Villalobos *et al.* (2015) indicaron que el rezago educativo de adolescentes mexicanas estaba presente en un 74.9 % de adolescentes con antecedentes de embarazo. Por otra parte, una adolescente embarazada presentaba una asociación con la convivencia conyugal, rezago educativo, deserción escolar y bajo nivel socioeconómico.

Los resultados de la investigación realizada por Villalobos *et al.* (2015) destacan la necesidad de adoptar políticas y tácticas eficientes que permitan regular la deserción educativa en las adolescentes con y sin hijos, ya que el mayor rezago educativo se traduce a un menor acceso a educación superior y

por consiguiente a una menor realización personal, la cual se busca evidenciar estadísticamente en el presente estudio.

Siguiendo en la línea de identificación de las principales causas que presentan incidencia con el embarazo en adolescentes se puede mencionar al análisis de Gómez y Montoya (2014) quienes evaluaron la relación existente entre el embarazo temprano en adolescentes de 13 a 19 años con factores comunitarios, poblacionales, consanguíneos y económicos. El área de estudio de su trabajo fue el municipio de Briceño, Antioquia, Colombia.

El tipo de estudio realizado por Gómez y Montoya (2014) fue de corte transversal, analizando una muestra de 193 mujeres que residían en el área urbana del municipio antes mencionado. Los datos analizados fueron obtenidos de la base de datos del Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales (SISBEN), en el 2012.

Gómez y Montoya (2014) aplicaron un análisis bivariado, a través de la prueba estadística de Chi-Cuadrado y un modelo de regresión logística multivariado, para determinar la incidencia del embarazo adolescente con variables independientes que cumplieran los criterios de los autores en el análisis.

Según las variables del modelo de regresión logística, Gómez y Montoya (2014) concluyeron que los factores relacionados con un riesgo mayor en el embarazo adolescente eran la edad, estrato socioeconómico, ocupación, convivencia con pareja, actividad sexual temprana, nivel de escolaridad en la familia, número parejas sexuales, violación e ingresos por núcleo familiar. La investigación realizada por los autores descritos identifica una asociación entre el embarazo con la variable edad, lo cual se busca relacionar en la investigación propuesta en el presente documento, ya que al ser una problemática

multidimensional el embarazo en adolescentes, se esperaría que las tasas de fecundidad no presenten valores altos en grupos etarios de menor edad.

Ante la necesidad de caracterizar las condiciones demográficas, sociales, familiares y económicas que inciden en la prevalencia de la fecundidad adolescente, Gómez y Mejía (2017) buscaron identificar las principales variables que mostraban incidencia en el embarazo de jóvenes entre 10 a 19 años del municipio de Carepa, departamento de Antioquía en Colombia, por medio de un estudio transversal, con información obtenida en un muestreo aleatorio simple de los registros del Sistema de Selección de Beneficiarios para Programas Sociales (SISBEN), versión III.

A través de una población constituida por 566 participantes, entre las edades de 10 a 19 años, Gómez y Mejía (2017) realizaron encuestas para recabar información respecto de la prevalencia del embarazo en las mujeres, por medio de sus características demográficas, sociales, familiares y económicas. Fueron aplicadas medidas descriptivas para presentar frecuencias absolutas y relativas en las variables cualitativas; por el contrario, en variables cuantitativas, fueron realizadas medidas de resumen.

La investigación efectuada por Gómez y Mejía (2017) concluye que, del total de adolescentes encuestadas, el 17.80 % presentaba prevalencia de embarazo; por otra parte, el 69.5 % cursaba estudios secundarios incompletos; el 51.9 % era de estrato socioeconómico bajo, el 37.9 % tenían ingresos mensuales en sus hogares inferiores a 500 mil pesos colombianos o menos, el 50 % de las adolescentes tenía quince años cuando se aplicó la encuesta, el 8.4 % fueron maltratadas física o verbalmente y el 1.3 % fueron violadas por su padre o algún familiar. Estos resultados establecen que el embarazo en jóvenes incide en

variables demográficas, socioeconómicas y familiares, lo cual se busca relacionar en la presente investigación.

Al presentarse un acrecentamiento en el número de mujeres adolescentes embarazadas en América Latina, se identificó la necesidad de relacionar si la exclusión laboral y la deserción escolar eran factores causados por esta problemática. Al respecto, Martínez (2019) buscó caracterizar la fecundidad adolescente e identificar la relación que podría existir entre la deserción escolar y la falta de oportunidades laborales en las adolescentes de quince a diecinueve años que habían registrado el antecedente de maternidad en México.

El trabajo realizado por Martínez (2019) fue descriptivo; se utilizó la Encuesta Nacional de Juventud 2010. Gracias a los resultados de esta encuesta fueron analizadas las preguntas relacionadas con la salud reproductiva de mujeres adolescentes entre quince a diecinueve años, junto con información concerniente a escuela y trabajo.

Los resultados obtenidos por Martínez (2019) establecieron en cuanto a la participación laboral, que el 56.5 % de madres adolescentes lo hizo después del embarazo; por tanto, no existe relación alguna respecto del embarazo por estrato socioeconómico. De acuerdo con la escolaridad, Martínez (2019) estableció que el 14.2 % de madres adolescentes aún asistía a la escuela. Estos resultados concluyen en que la deserción escolar se presenta antes del embarazo, y disminuye de manera inversamente proporcional a su nivel socioeconómico. Estos resultados reflejan que el embarazo adolescente tiene incidencia en la deserción escolar, pero no es el único factor ni el más importante.

Por medio de estos resultados se puede delimitar que es más importante identificar una relación entre la educación y el embarazo en adolescentes,

excluyendo la participación en el mercado laboral, ya que la mayoría de las mujeres sujetas al análisis, por la edad investigada, cursan un nivel educativo, registrado por su deserción.

Por último, para identificar la asociación de factores individuales, socioculturales y familiares con el embarazo en adolescentes, Blanco *et al.* (2015) estudiaron los casos y controles de adolescentes entre doce y diecinueve años, las cuales eran pacientes del hospital universitario de Caracas, en su unidad ambulatoria docente asistencial de Venezuela, en el 2012.

El análisis estadístico de la investigación se basó en la distribución chi-cuadrado, *t-student* y el modelo de regresión logística propuesto por Blanco *et al.* (2015). Dentro de los resultados obtenidos, los autores resaltan que los factores que presentan mayor asociación en la ocurrencia de embarazo en adolescentes fueron: pobreza extrema, pobreza no extrema, pertenencia a una familia con disfunción severa, no uso de métodos anticonceptivos y antecedentes por parte de madres y/o hermanas que presentaron embarazo en su adolescencia.

El resultado de la investigación de Blanco *et al.* (2015) refleja que la pobreza y los factores familiares y socioculturales son determinantes en el embarazo adolescente de las niñas y jóvenes registradas como pacientes en el hospital universitario de Caracas. Estos resultados establecen la importancia de identificar factores demográficos, sociales y geográficos en el análisis de embarazos en adolescentes, lo cual se busca analizar en el presente estudio a través de tablas de contingencia.

Estas investigaciones confirman que la fecundidad en adolescentes es un fenómeno complejo, relacional y multidimensional. El análisis tanto de factores propensos a explicar significativamente un embarazo en niñas y adolescentes,

como la caracterización de la tasa de fecundidad adolescente es de crucial importancia en las acciones intersectoriales de diferentes campos, como el de la salud, educación, vivienda y laboral, ya que permiten brindar la oportunidad de revertir los estereotipos actuales entre hombres y mujeres, que conlleven al desarrollo de condiciones sociales y subjetivas favorables para las adolescentes vulnerables de tener un embarazo prematuro.

Los estudios previamente descritos constituyen la base para el análisis de los principales factores que inciden en el embarazo adolescente, debido a que la experiencia en Colombia, Uruguay, Venezuela y México permite orientar a la identificación de los factores propensos a explicar significativamente la fecundidad adolescente en el caso guatemalteco. Estos estudios aportan conocimiento teórico para el análisis y discusión de resultados.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Análisis estadístico

A continuación, se presentan los temas estadísticos que fueron aplicados para la elaboración de los objetivos propuestos en la presente investigación.

2.1.1. División de la estadística

Por su estudio, objetivo y contenido, la estadística se clasifica en:

2.1.1.1. Estadística descriptiva

Las series de datos que proporcionan los registros u observaciones realizadas por un investigador deben ser ordenadas y presentadas de una manera inteligible mediante la aplicación de un análisis estadístico descriptivo, el cual ha desarrollado múltiples técnicas que permiten presentar y reducir los diferentes datos observados. Esta rama de la estadística también desarrolla técnicas que permiten el análisis de una posible dependencia que puede ocurrir entre dos o más características observadas en una serie de individuos, mediante técnicas de regresión y correlación (Fernández *et al.*, 2002).

2.1.1.2. Estadística inferencial

De acuerdo con Hines y Douglas (1996) es el proceso mediante el cual se utiliza la información proveniente de una muestra para la extracción de conclusiones o deducciones sobre la población de datos, a partir de los cuales

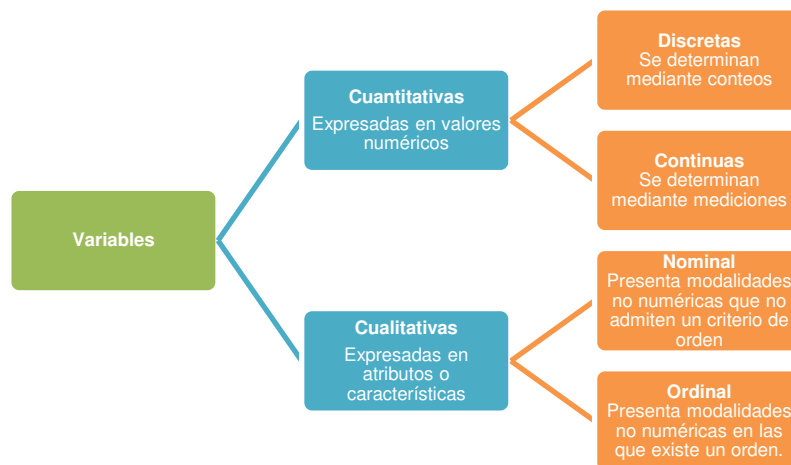
se selecciona una muestra. Esta rama de la estadística puede subdividirse en dos principales áreas: estimación de parámetros y pruebas de hipótesis.

La estadística inferencial ha generado un gran número de herramientas de los métodos estadísticos que, a su vez, son diseñados para contribuir en el proceso de realizar juicios científicos tomando en consideración la incertidumbre y variación de datos (Walpole *et al.*, 2012).

2.1.2. Variables de datos

Salazar y Castillo (2018) indican que la información obtenida de un estudio estadístico es recopilada de variables, las cuales están determinadas según el tipo de interés que se plantee sobre los diversos elementos de observación. La figura 1 presenta la categorización de variables en dos grandes grupos:

Figura 1. Tipos de variables

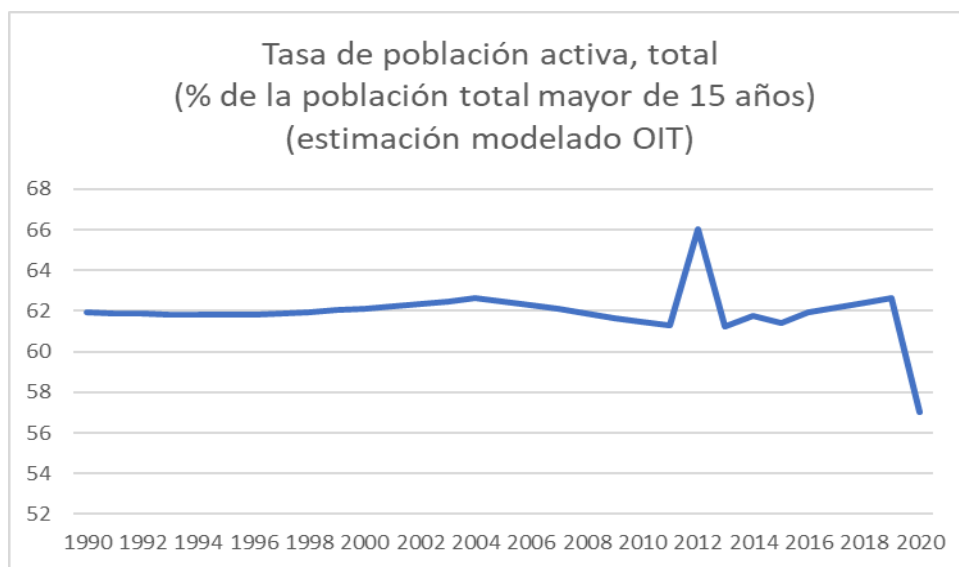


Fuente: Del Castillo Galarza, R. y Salazar Pinto, R. (2018). *Fundamentos básicos de estadística*. Consultado el 12 de julio de 2022. Recuperado de <https://pubhtml5.com/skfd/tkbj/basic>.

2.1.3. Gráficos para describir datos de series temporales

Las series temporales conforman una serie de mediciones con orden en el tiempo que describen una determinada cantidad de variables de interés. Es importante tomar en consideración que este análisis requiere una secuencia de observaciones. Esta secuencia puede ser descrita mediante un gráfico de series temporales, el cual representa una secuencia de datos en varios intervalos de tiempo. Regularmente, en estas gráficas se presenta la variable tiempo en las abscisas y en las ordenadas la cantidad numérica sujeta al interés estadístico, obteniendo un punto en el gráfico por cada observación incluida. Al unir cada uno de estos puntos en el tiempo, se generan líneas rectas que permiten la obtención del gráfico (Newbold *et al.*, 2013).

Figura 2. Ejemplo de gráfico de series de tiempo



Fuente: Banco Mundial (2021). *Tasa de población activa, total (% de la población total mayor de 15 años) (estimación modelada OIT)*. Consultado el 15 de julio de 2022. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.TLF.CACT.ZS>.

2.1.4. Análisis estadístico de datos multivariados

Al analizar datos multivariados, una de las técnicas más utilizada es el análisis de datos conglomerados, mismo que se describe a continuación.

2.1.4.1. Análisis de conglomerados

Según Díaz y Morales (2012) el principal objetivo para la utilización de un análisis de conglomerados, conocido también como análisis clúster, es repartir un conjunto de objetos en grupos, buscando que los mismos, al integrar cierto grupo, contengan características semejantes. Dentro de los fines más comunes para la realización de este análisis clúster se destacan los siguientes: la identificación de una tipología natural para la clasificación de objetos, la búsqueda de esquemas de organización de datos útiles para la explicación de un agrupamiento, la enunciación de conjeturas con base en la exploración y descripción de los grupos identificados, así como la confirmación de hipótesis previas sobre la organización de los datos sujetos al agrupamiento.

De acuerdo con Díaz y Morales (2012) el análisis de conglomerados es considerado como una técnica útil para la reducción de datos, en donde se requiere conocer la medida que pueda identificar el grado de similitud identificado entre los objetos agrupados, así como el procedimiento empleado para la formación de grupos homogéneos o conglomerados.

Hair *et al.* (1999) indican que dentro de los principales métodos para la medición de las similitudes están: “medidas de correlación, medidas de distancia y medidas de asociación” (p. 502).

2.1.4.1.1. Medidas de similitud

En el proceso de clasificación es necesario el reconocimiento de objetos semejantes o diferentes para la agrupación. Aparte de la simplicidad de la clasificación, para aspectos cuantitativos se requiere una similitud por conceptos de métrica. Es por ello que Díaz y Morales (2012) clasifican las medidas de similitud en dos clases: la primera conformada por similitudes y propiedades métricas y la segunda por coeficientes de asociación utilizados para datos en escalas nominales.

En este sentido, una métrica $d(\cdot)$ es una función o regla que permite asignar un número a cada par de objetos pertenecientes a un conjunto de datos Ω , de tal manera que:

$$\Omega \times \Omega: \overrightarrow{d} \rightarrow \mathbb{R} \text{ (Ec. 01)}$$

$$(x, y) \longrightarrow d(x, y) \text{ (Ec. 02)}$$

Lo que permite satisfacer sobre los objetos de x, y y z de Ω las condiciones siguientes:

- No negatividad: $d(x, y) \geq 0$, para todo par x, y verificando que $d(x, y) = 0$, sí y solo sí $x = y$.
- Simetría: al indicarse dos objetos x y y , la distancia d entre ellos satisface

$$d(x, y) = d(y, x) \text{ (Ec. 03)}$$

- Desigualdad triangular: en el caso de analizar tres objetos, x, y y z las distancias entre ellas cumplen con la expresión:

$$d(x, y) \leq d(x, z) + d(z, y) \text{ (Ec. 04)}$$

Es decir, la longitud entre uno de los lados del triángulo, es menor o igual que la suma de las longitudes de los otros lados de la figura.

- Identificación de no identidad: establecidos los objetos x y y

$$\text{Si } d(x, y) \neq 0, \text{ entonces } x \neq y \text{ (Ec. 05)}$$

- Identidad: en el caso de elementos idénticos x y x' , se tiene que

$$d(x, x') = 0 \text{ (Ec. 06)}$$

Es decir que, si los objetos son iguales, la distancia entre ellos es cero. Dentro de las medidas de similitud más utilizadas pueden detallarse las medidas de distancia, coeficientes de correlación y asociación, y medidas probabilísticas de similitud (Díaz y Morales (2012)).

Es importante mencionar que, para la correcta aplicación de esta técnica se debe de tomar en consideración la necesidad de estandarizar, transformar o asignar un peso o ponderación a las variables, para su correcto cálculo de similitud y creación de conglomerados (Alfenderfer y Blashfield, 1984).

2.1.4.1.2. Medidas de distancia

Díaz y Morales (2012) indican que, si X_i y X_j son los vectores p -dimensionales que permiten la identificación de los objetos i y j , las distancias más utilizadas son las siguientes:

- Distancia euclidiana, indicada por:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2} \quad (\text{Ec. 06})$$

- Distancia D^2 de Mahalanobis, también conocida como distancia generalizada:

$$D^2 = d_{ij} = (X_i - X_j)' \Sigma^{-1} (X_i - X_j) \quad (\text{Ec. 07})$$

Siendo Σ la matriz de varianzas y covarianzas de los datos sujetos que se van a analizar, se toma en cuenta lo siguiente:

- Distancia de Manhattan, la cual se define como:

$$d_{ij} = \sum_{k=1}^p |X_{ik} - X_{jk}| \quad (\text{Ec. 08})$$

- Medida de Minkowski

$$d_{ij} = \left(\sum_{k=1}^p |X_{ik} - X_{jk}|^r \right)^{1/r} \text{ con } r = 1..n \quad (\text{Ec. 09})$$

2.1.4.1.3. Coeficiente de correlación

Llamado también como media angular por su interpretación geométrica; permite precisar el grado de asociación lineal existente entre dos o más objetos agrupados en las variables generadas por el análisis clúster.

Díaz y Morales (2012) afirman que “el coeficiente de correlación con mayor uso, es el producto momento de *Pearson*, el cual determina el grado de correlación o asociación lineal entre casos” (p. 413).

Este coeficiente de correlación se determina de la siguiente manera:

$$r_{jk} = \frac{\sum_i (X_{ij} - \bar{X}_j)(X_{ik} - \bar{X}_k)}{\sqrt{\sum_i (X_{ij} - \bar{X}_j)^2} \sqrt{\sum_i (X_{ik} - \bar{X}_k)^2}} \text{ con } i = 1, \dots, p \quad (\text{Ec. 10})$$

Siendo X_{ij} el valor de la variable i para el caso j (objeto), y $\bar{X}_j$ la media de todas las variables que definen el caso j . Esta medida es empleada en variables que presenten escalas de intervalo; en el caso de variables binarias, estas son transformadas al coeficiente φ .

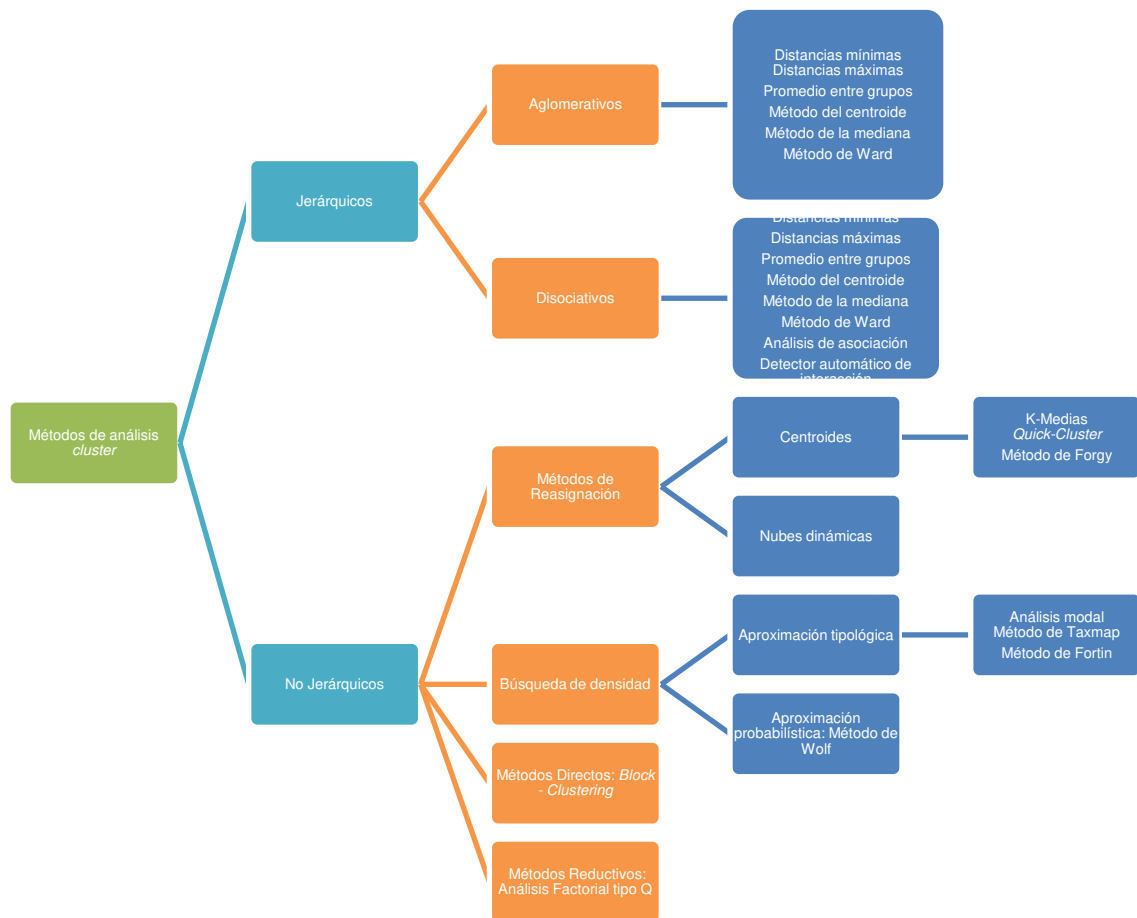
Este coeficiente toma en consideración valores entre -1 y 1, interpretando al valor cero como no similitud entre los casos analizados. Es frecuente que a este tipo de coeficiente se le interprete como una medida de forma que no es sensible a las variaciones en términos de magnitud de las variables sujetas al cálculo del mismo (Díaz y Morales, 2012).

Dentro de las principales limitaciones del coeficiente de correlación de Pearson se puede indicar que no satisfacen siempre la desigualdad triangular, limitando el análisis de comparabilidad entre perfiles; además de que su cálculo no debe obtenerse mediante casos, sino mediante medias, a través de diferentes tipos de variables. Pese a estas limitaciones, el coeficiente permite reducir la cantidad de clasificaciones erróneas y un análisis significativo de conglomerados.

2.1.4.1.4. Métodos de reducción de dimensiones

En la figura 3 pueden apreciarse los métodos de agrupamiento empleados en el análisis de conglomerados, cuyo principal objetivo es la identificación de grupos integrados por factores cuyos individuos estén conformados en cada espacio correspondiente.

Figura 3. Métodos de reducción de dimensiones en análisis clúster

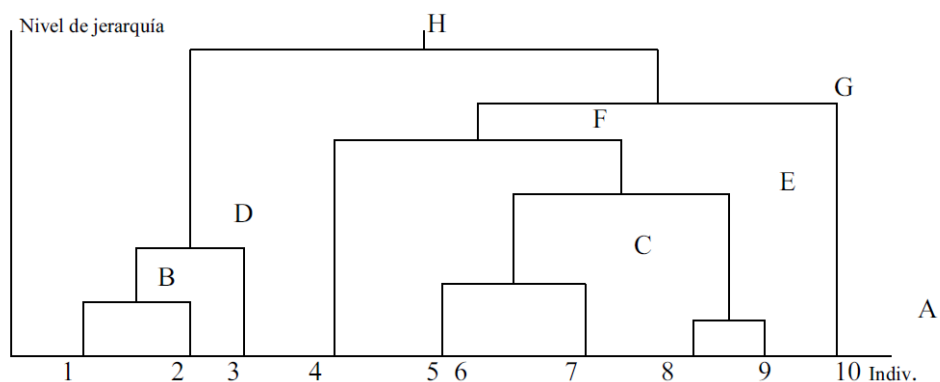


Fuente: elaboración propia, empleando SmartArt.

Los métodos jerárquicos parten de todos los grupos e individuos sujetos al estudio de interés, siendo su objetivo principal el obtener agrupaciones sucesivas entre los grupos, de manera tal que puedan integrarse consecuentemente agrupaciones hasta llegar a la creación de clústeres, que a su vez, serán unidos entre sí en un nivel superior al inicial, creando grupos mayores que posteriormente serán agrupados hasta la creación del clúster resultante que contenga todos los sujetos analizados (Pérez, 2004).

La representación gráfica de la creación de estas agrupaciones, a modo de árbol invertido se presenta en la figura 4, la cual se denomina dendograma.

Figura 4. **Dendograma ilustrativo de la obtención de conglomerados jerárquicos**



Fuente: Pérez López, C. (2004). *Técnicas de análisis multivariante de datos*. Consultado el 10 de julio de 2022. Recuperado de https://www.academia.edu/39613182/T%C3%A9cnicas_de_an%C3%A1lisis_multivariante_de_datos_Aplicaciones_con_SPSS_C%C3%A9sar_P%C3%A9rez_L%C3%B3pez_1ED.

Según Pérez (2004) dentro de los procesos que deben considerarse en la correcta decisión de agrupamiento resalta la identificación de una similitud multivariante o distancia que proporcione el conjunto de variables analizadas, así

como identificar el correcto algoritmo que debe utilizarse en la formación de grupos para proceder a la unión de los clústeres más cercanos a un nuevo nivel jerárquico.

Los métodos no jerárquicos, llamados también métodos partitivos o métodos de optimización, según Pérez (2004) tienen el objetivo de realizar una sola división de los individuos sujetos al análisis clúster en K clases homogéneas excluyentes con una máxima diferencia entre las clases resultantes. Esta agrupación no conlleva una estructura vertical de dependencia entre los grupos creados, por lo que los mismos pueden presentarse en diferentes niveles de jerarquía. Estos métodos no jerárquicos pueden agruparse como métodos de reasignación, de búsqueda de densidad, directos y de reducción de dimensiones.

Los métodos de reasignación, como su nombre lo indica, le permiten a un objeto asignado en determinado grupo a reasignarse en otro grupo posteriormente, cuando es optimizado el criterio de selección. Los métodos de búsqueda de densidad presentan una aproximación probabilística y tipológica. La aproximación probabilística se fundamenta en que las variables analizadas cumplen con una ley de probabilidad en donde los parámetros pueden variar de un grupo a otro, y la tipológica permite una creación de grupos con base en la concentración que reflejen los individuos analizados (Pérez, 2004).

Por otro lado, los métodos directos permiten una clasificación simultánea a variables e individuos sujetos al análisis no jerárquico. Las entidades resultantes son catalogadas como observaciones, basadas en cruces que configuran su matriz de datos

Los métodos de reducción de dimensiones buscan factores en el espacio de individuos que correspondan a un factor en específico en un grupo

determinado. Esta interpretación de grupos puede resultar compleja, debido a que cada individuo es libre de pertenecer a varios factores diferentes (Pérez, 2004).

2.1.5. Análisis estadístico no paramétrico

La estadística no paramétrica es un conjunto de métodos estadísticos inferenciales validados y utilizados en diversas distribuciones de la población sujeta a estudio. La aplicación de dichos métodos no toma en consideración la forma en cómo se distribuye la población sujeta al análisis estadístico (Pérez, 2008).

2.1.5.1. Regresión múltiple

Es el modelo de regresión característico por involucrar a más de una variable regresora:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon \quad (\text{Ec. 11})$$

Según la ecuación 11 esta clase de modelos se describe dentro de un hiperplano. El parámetro β_0 establece la distancia al origen del plano. En ocasiones se cataloga a β_1 y β_2 como coeficientes parciales de regresión, ya que β_1 mide la variación esperada en y por la variación esperada en x_1 cuando x_2 se mantiene constante; luego, β_2 mide el cambio esperado en y por cambio unitario en x_2 cuando x_1 se conserva igual. Usualmente, la variable dependiente “ y ” logra asociarse con k variables independientes.

Este modelo se cataloga como un modelo de regresión lineal múltiple con k variables independientes. Los parámetros $\beta_j, j = 0, 1, \dots, k$, son catalogados como

coeficientes de regresión. Este modelo busca describir un hiperplano del espacio k -dimensional de las variables independientes x_j . El parámetro β_j simboliza la variación esperada en la respuesta y por la variación unitaria en x_j cuando las restantes variables independientes x_i ($i \neq j$) permanecen fijas o constantes.

Los parámetros β_j , $j = 1, 2, \dots, k$, se denominan en ocasiones coeficientes parciales de regresión, ya que caracterizan el resultado fragmentado de una variable independiente cuando las demás variables independientes en el modelo se mantienen fijas o constantes.

El modelo de regresión lineal múltiple, es utilizado frecuentemente como una función de proximidad. Esto significa que, la certera relación funcional entre y y $x_1, x_2, \dots, x_k$ no es conocida; sin embargo, en algunos intervalos específicos de variables independientes, la regresión lineal es una intermediación conveniente.

2.1.5.2. Análisis de regresión logística

Para modelizar respuestas binarias, se utiliza la regresión logística, ya que permite modelar variables dicotómicas independientes codificadas con valores 0 y 1. Estos permiten interpretar los resultados y parámetros del modelo en términos de probabilidad (Walpole, *et al.*, 2012).

La función logística se establece a partir de:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-x'\beta}} \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde la porción $x'\beta$ se conoce como predictor lineal.

Cuando coexista más de una variable regresora X , el modelo implica la modelización de la distribución binomial con la media en vez de una distribución de Bernoulli; de esta forma la media es indicada por:

$$np = \frac{n}{1+e^{-x'\beta}} \quad (\text{Ec. 13})$$

A continuación, se representa un modelo de regresión mediante logaritmos:

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln x + \epsilon \quad (\text{Ec. 14})$$

Cuando se utilizan variables transformadas en logaritmos, la interpretación de los $\hat{\beta}$ corresponde al incremento ante una unidad del logaritmo natural de x . Por las propiedades de los logaritmos pueden interpretarse como elasticidades como el cambio porcentual en y cuando cambia un 1 % en la variable X (Montero, 2016).

2.1.5.3. Análisis de regresión logit

La regresión logit permite realizar un ajuste al modelo de regresión lineal a través de los parámetros de regresión mediante logaritmos que permitan la distinción entre variables independientes y dependientes. Pérez (2004) indica: “una vez realizada la estimación, la combinación lineal de los parámetros obtenidos expresa los logaritmos de las razones esperadas de la variable dependiente (odds) y no la frecuencia esperada de la casilla” (p. 388).

Tanto la variable dependiente como las independientes son categóricas en este análisis; sin embargo, el modelo logit también admite variables covariadas continuas, en donde cada valor represente la media de todas las observaciones

o casos pertenecientes a una casilla (Pérez, 2004). Al tomar como base, un modelo de regresión múltiple se obtiene lo siguiente:

$$P_i = \beta_1 + \beta_2 X_i \quad (\text{Ec. 15})$$

Donde X represente la variable independiente y $P_i = E(Y_i = 1|X_i)$ la posibilidad de ocurrencia de P_i , considerando:

$$P_i = \frac{1}{1+e^{-(\beta_1+\beta_2 X_i)}} \quad (\text{Ec. 16})$$

Se reescribe la ecuación 16 para mayor facilidad en la exposición:

$$P_i = \frac{1}{1+e^{-(Z_i)}} = \frac{e^{Z_i}}{1+e^{Z_i}} \quad (\text{Ec. 17})$$

Siendo $Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i$.

La ecuación 17 representa una función de distribución logística acumulativa; Gujarati y Porter (2010) señalan que es sencilla la verificación, ya que mientras Z_i se encuentra dentro de un rango de $-\infty$ a $+\infty$, P_i se ubica dentro de un rango entre cero y uno; adicionalmente, puede agregarse que P_i no está relacionada con Z_i (X_i), la cual tiende a cero y aumenta indefinidamente.

Si la ecuación 17 representa la probabilidad de ocurrencia de un evento, la probabilidad de que no ocurra puede representarse como:

$$1 - P_i = \frac{1}{1+e^{Z_i}} \quad (\text{Ec. 18})$$

Por consiguiente, puede reescribirse como:

$$\frac{P_i}{1-P_i} = \frac{1+e^{Zt}}{1+e^{-Zt}} = e^{Zt} \quad (\text{Ec. 19})$$

Siendo $P_i/(1 - P_i)$ la razón de las probabilidades en favor de cumplir con la probabilidad de ocurrencia de un evento.

Al considerar el logaritmo natural de la ecuación 19 se obtiene:

$$L_i = \ln\left(\frac{P_i}{1-P_i}\right) = Z_i = \beta_1 + \beta_2 X_i \quad (\text{Ec. 20})$$

Donde L , según Gujarati y Porter (2010) es considerado el logaritmo de la razón de probabilidades, el cual no solo presenta linealidad en X , sino también en los parámetros. L es denominado logit; esta es la denominación para modelos como los presentados en la ecuación 20.

Dentro de las características principales de los modelos probit, Gujarati y Porter (2010) destacan las siguientes:

- Cuando P aumenta de 0 a 1, es decir, mientras Z varía de $-\infty$ a $+\infty$, el logit L va de $-\infty$ a $+\infty$. Es decir que, pese a que las posibilidades se encuentren entre los valores de cero y uno, los logit no están restringidos de esta manera.
- Pese a que L es lineal en X , las probabilidades en sí mismas no lo son.
- Se pueden incluir tantas variables regresoras como lo establezca la teoría fundamental.

- Si L , el logit, es positivo, significa que cuando se incrementa el valor de la(s) regresora(s), también aumentan las posibilidades de que la variable dependiente sea igual a 1 (lo cual indica que sucederá algo de interés). Por el contrario, si L es negativo, las posibilidades de que la variable dependiente iguale a 1 disminuyen conforme se incrementa el valor de X . Dicho en otras palabras, el logit se convierte en negativo y se incrementa en gran medida conforme la razón de las probabilidades decrece de 1 a 0. Por el contrario, se incrementa en gran medida y se convierte en positivo cuando la razón de las probabilidades incrementa de 1 al infinito.

La ecuación 20 se puede interpretar de la siguiente manera: β_2 , la pendiente, cuantifica el cambio en L ocasionado por un cambio unitario en X ; es decir, establece el cambio en el logaritmo de las posibilidades en caso la ocurrencia de un evento sea favorable o desfavorable a medida que la variable independiente se modifica en una unidad. El intercepto β_1 establece el valor numérico del logaritmo de las posibilidades en caso la ocurrencia de un evento sea favorable o desfavorable a medida que la variable independiente sea igual a cero. Al igual que la mayoría de las interpretaciones del intercepto de una regresión, puede que esta interpretación no tenga significado estadístico alguno (Gujarati y Porter, 2010).

Para estimar el modelo logit, además de necesitar los valores de las variables independientes, son necesarios los valores de la variable dependiente, o del logit, L . Este valor depende directamente de los tipos de datos sujetos al análisis, los cuales pueden dividirse en dos clases: como datos de nivel individual/micro o datos agrupados o duplicados. Al utilizar variables dicotómicas, donde la variable dependiente puede tomar valores entre cero y uno, es necesario acudir al método de máxima verosimilitud para el cálculo de procedimientos no lineales.

2.1.5.3.1. Método de máxima verosimilitud

Este método permite la estimación de los parámetros no conocidos, de tal forma que la probabilidad de observancia de las variables dependientes establecidas sean lo máxima posible. Por lo tanto, se debe de identificar el máximo valor de la función de verosimilitud (FV).

Al catalogar la función log como monótona, el logaritmo de FV llegará a su máximo valor en el semejante valor de FV, tal y como se describe a continuación:

$$\ln FV = -\frac{n}{2} \ln \sigma^2 - \frac{n}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \sum \frac{(Y_i - \beta_1 - \beta_2 X_i)^2}{\sigma^2} \quad (\text{Ec. 21})$$

Al diferenciar la ecuación 21 parcialmente respecto de β_1 , β_2 y σ^2 se obtiene:

$$\frac{\partial \ln FV}{\partial \beta_1} = -\frac{1}{\sigma^2} \sum (Y_i - \beta_1 - \beta_2 X_i)(-1) \quad (\text{Ec. 22})$$

$$\frac{\partial \ln FV}{\partial \beta_2} = -\frac{1}{\sigma^2} \sum (Y_i - \beta_1 - \beta_2 X_i)(-X_i) \quad (\text{Ec. 23})$$

$$\frac{\partial \ln FV}{\partial \sigma^2} = -\frac{n}{2\sigma^2} + \frac{1}{2\sigma^4} \sum (Y_i - \beta_1 - \beta_2 X_i)^2 \quad (\text{Ec. 24})$$

Al igualar estas ecuaciones a cero (la condición de primer orden para la optimización) e identificar a $\widetilde{\beta}_1$, $\widetilde{\beta}_2$ y $\widetilde{\sigma}^2$ como los estimadores de máxima verosimilitud, se obtiene:

$$\frac{1}{\widetilde{\sigma}^2} \sum (Y_i - \widetilde{\beta}_1 - \widetilde{\beta}_2 X_i) = 0 \quad (\text{Ec. 25})$$

$$\frac{1}{\tilde{\sigma}^2} \sum (Y_i - \tilde{\beta}_1 - \tilde{\beta}_2 X_i) X_i = 0 \quad (\text{Ec. 26})$$

$$-\frac{n}{2\tilde{\sigma}^2} + \frac{1}{2\tilde{\sigma}^4} \sum (Y_i - \tilde{\beta}_1 - \tilde{\beta}_2 X_i)^2 = 0 \quad (\text{Ec. 27})$$

Después de simplificar las ecuaciones 25 y 26, se llega a las siguientes expresiones:

$$\sum Y_i = n \tilde{\beta}_1 + \tilde{\beta}_2 \sum X_i \quad (\text{Ec. 28})$$

$$\sum Y_i X_i = \tilde{\beta}_1 \sum X_i + \tilde{\beta}_2 \sum X_i^2 \quad (\text{Ec. 29})$$

Estas son consideradas como ecuaciones que presentan normalidad con base en la teoría de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). Por tal razón en los estimadores de máxima verosimilitud, las $\tilde{\beta}$ son iguales que los estimadores calculados con MCO. Según Gujarati y Porter (2010) esta igualdad no es imprevista; ya que al examinar la verosimilitud de la ecuación 21, se observa que el último término es representado con signo negativo. Por lo tanto, la maximización de la ecuación 21 es semejante a la minimización de esta expresión, con base en el enfoque de la teoría que MCO presenta.

Al reemplazar los estimadores de máxima verosimilitud en la ecuación 27 y realizar el procedimiento indicado, se obtiene el estimador de máxima verosimilitud de $\tilde{\sigma}^2$ de la siguiente manera:

$$\tilde{\sigma}^2 = \frac{1}{n} \sum (Y_i - \tilde{\beta}_1 - \tilde{\beta}_2 X_i)^2 = \frac{1}{n} \sum (Y_i - \hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2 X_i)^2 = \frac{1}{n} \sum \hat{u}_i^2 \quad (\text{Ec. 30})$$

Se puede deducir de la ecuación 30 que el estimador de máxima verosimilitud es sesgado, identificando la magnitud de dicho sesgo mediante el valor esperado de la ecuación 30 en ambos lados de la ecuación, como sigue:

$$\begin{aligned}
E(\sigma^2) &= \frac{1}{n} E\left(\sum \hat{u}_i^2\right) \\
&= \left(\frac{n-2}{n}\right) \sigma^2 \\
&= \sigma^2 - \frac{2}{n} \sigma^2 \quad (\text{Ec. 31})
\end{aligned}$$

Esto demuestra que $\tilde{\sigma}^2$ está sesgado hacia abajo, subestimando el verdadero valor de σ^2 en muestras pequeñas. Gujarati y Porter (2010) establecen lo siguiente: “a medida que se incrementa indefinidamente n , el tamaño de la muestra..., el factor de sesgo, tiende a ser cero. Por consiguiente, asintóticamente, (es decir, en una muestra muy grande) $\tilde{\sigma}^2$ también es insesgada” (p. 105).

Esto indica que, el límite del valor esperado de $\tilde{\sigma}^2$ es igual a σ^2 en tanto que n tienda al infinito. También puede demostrarse que $\tilde{\sigma}^2$ es un estimador constante, ya que, a medida que n aumenta indefinidamente, $\tilde{\sigma}^2$ tiende hacia su valor verdadero σ^2 (Gujarati y Porter, 2010).

2.1.5.4. Evaluación de suposiciones de la regresión logística

Dentro de los principales supuestos que deben validarse para conocer si el modelo logit resultante, con base en la metodología empleada en una regresión logística presenta validez estadística significativa, se destacan los siguientes:

- El supuesto de linealidad hace referencia a que el modelo de regresión debe ser lineal en los parámetros; sin embargo, al ser paradójica la comprobación de este supuesto por no cumplirse en este tipo de regresiones logísticas, la linealidad se garantiza por el procedimiento que se está realizando; debido

a que, en vez de realizar una regresión múltiple, se realiza una regresión logística para garantizar la correcta utilización de un modelo de regresión.

- El supuesto de no multicolinealidad, según Gujarati y Porter (2010) busca que no exista una relación lineal entre alguna o todas las variables explicativas de un modelo de regresión. Los autores establecen que existe una multicolinealidad perfecta si se cumple con lo siguiente:

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_k X_k = 0 \quad (\text{Ec. 32})$$

Donde $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_k$ son constantes que no todas son simultáneamente iguales a cero.

Sin embargo, Gujarati y Porter (2010) establecen que puede existir X variables intercorrelacionadas, pero no en forma perfecta, como se indica a continuación:

$$\lambda_1 X_1 + \lambda_2 X_2 + \dots + \lambda_k X_k + v_i = 0 \quad (\text{Ec. 33})$$

Donde v_i es un término de error estocástico.

Por tal razón, Gujarati y Porter (2010) concluyen que, si la multicolinealidad se presenta de forma perfecta, los coeficientes de las variables independientes del modelo son indeterminados, siendo sus errores estándar infinitos. Cuando se presenta una multicolinealidad parcial, se interpreta que los coeficientes de regresión, pese a que sean específicos, presentan errores estándar significativos (en función de los mismos coeficientes) representando que los coeficientes resultantes no pueden ser estimadores insesgados con un gran nivel de precisión estadística.

- El supuesto de independencia entre errores hace referencia a que no exista una autocorrelación, o correlación serial, entre las perturbaciones, de tal manera que:

$$\text{cov}(u_i, u_j) = 0 \quad i \neq j \quad (\text{Ec. 34})$$

Gujarati y Porter (2010) indican que el término autocorrelación puede definirse como “la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo [como datos de series de tiempo] o en el espacio [como datos de corte transversal]” (p. 413). Es decir, se deduce que el término de perturbación referente a una observación en específico, no ocupa ninguna influencia de cualquier otro término de perturbación que se relacione con cualquier otra observación.

2.2. La fecundidad y sus principales determinantes

A continuación, se expondrán las principales teorías de la población, mediante los estudios más relevantes referentes a los determinantes de la fecundidad y la estimación de su tasa general y por grupo etario.

2.2.1. Teorías globales de la población

A continuación, se presentan las principales teorías de la población, desarrolladas para explicar el comportamiento demográfico de las poblaciones a través del tiempo.

2.2.1.1. Malthus

Thomas Robert Malthus fue un economista y demógrafo británico del siglo XVIII, para quien el crecimiento poblacional siempre está en un constante movimiento. Fue el primer teórico que enunció una Ley General de Población a través de su obra *Primer ensayo sobre la población*, en la cual buscó explicar el crecimiento general de la población mediante su relación con otras variables no demográficas. En síntesis, Malthus (1798) afirmó que no es posible la obtención de un crecimiento demográfico estadísticamente paralelo entre la población humana y los recursos disponibles para su subsistencia.

A través de su obra estableció que la población seguiría una fluctuación geométrica y desenfrenada, hasta que se llegara a un punto en el que los recursos serían tan escasos en la vida, lo que provocaría una escasez en el largo plazo que conllevaría un decremento en la tasa de natalidad.

Sin embargo, el error de estimación en sus previsiones sobre el incremento de la población no permite la viabilidad de cálculos de población a largo plazo, derivado a que se desconocen las condiciones futuras del comportamiento de la población, además de ser necesario medir con exactitud los factores que inciden en la modificación del ritmo de crecimiento a corto plazo (Sarrible, 1998).

2.2.1.2. Marx

Marx (1959), en su obra *El capital*, examina la solicitud de mano de obra, en la edificación de la línea férrea que deriva en temporales salidas de pobladores de los países involucrados en dicho proceso; también analiza el cambio que experimenta el sector de trabajadores al sufrir modificaciones la oferta y demanda de puestos de trabajo.

Pese a que Marx no es reconocido por su teorización acerca del exceso relativo de la mano de obra trabajadora, su análisis permite identificar el movimiento de población, tanto sectorial como espacial en busca de empleo. Actualmente, podría entenderse como una evaluación de la movilidad de población activa, desocupada y ocupada (Sarrible, 1998).

2.2.2. Determinantes de la fecundidad

Salazar (2003) establece que los factores que inciden en la fecundidad son variables que buscan explicar las variaciones en la fecundidad de un poblado en específico. Estos determinantes intervienen en las tres etapas necesarias para que exista fecundidad: la unión sexual, la concepción y el nacimiento vivo.

2.2.2.1. Determinantes económicos individuales

Farooq y Simmons (1985) establecen que se dispone de una asociación negativa y significativa entre la fecundidad y educación. Salazar (2003) indica que esta relación es mayormente observada en personas con niveles de educación altos, las cuales disminuyen la cantidad de nacimientos.

Al respecto, Singh y Casterline (2010) indicaron que la educación está asociada con ciertas pautas de comportamiento más moderno; también amplían el conocimiento y uso de métodos anticonceptivos eficientes para retardar la edad de ingreso al matrimonio; luego, en relación con estudios superiores, a menudo las mujeres postergan por largo tiempo los nacimientos.

Según Salazar (2003) el nivel educativo en una mujer es la variable individual que mayor efecto posee sobre la explicación de la fecundidad. Este comportamiento no solo se debe a las mejores oportunidades laborales que

permite la educación, sino porque las mujeres educadas presentan ideas más amplias sobre la familia y maternidad.

Respecto de la zona de residencia, Salazar (2003) indica también que el entorno que rodea al individuo establece una influencia mediante otras variables sobre la comunidad, familia y sus decisiones de fecundidad. Esta influencia se presenta, por un lado, a través de las características inherentes a la sociedad, como valores, cultura y normas en comunidad y, por otro lado, a través de las políticas públicas que presentan asociaciones con la fecundidad.

Se aprecian diferencias de fecundidad entre zonas urbanas y rurales, derivado a la influencia que manifiesta el efecto de modernización sobre la fecundidad, la cual presenta mayor incidencia en zonas urbanas (Farooq y Simmons, 1985).

2.2.3. Tasa de fecundidad general

La tasa de fecundidad general anual representa la asociación entre los nacidos vivos entre edades fértiles de embarazo. Es calculada mediante la división entre el total de nacimientos registrados en un área geográfica específica dentro de un tiempo establecido, con la estimación de la población de féminas en edad fértil a la mitad del período, pertenecientes a esa misma área. El resultado es expresado por cada mil mujeres.

Generalmente, se ha considerado que la edad fértil de una mujer abarca desde los quince hasta los cuarenta y nueve años de edad, pese a que ciertos autores establecen una edad límite superior de cuarenta y cuatro años, por la escasa importancia en términos relativos que representan los embarazos de mujeres entre cuarenta y cinco a cuarenta y nueve años de edad (Camisa, 1975).

Lo anterior se representa de la siguiente manera:

$$TFG^Z = \frac{B^Z}{30-VI-x} * 100 \quad (\text{Ec. 35})$$

Donde el tiempo base es el año X y la media poblacional está compuesta por una valoración a la mitad de dicho año, para las mujeres con edades de quince a cuarenta y nueve años.

2.2.4. Tasa específica de fecundidad por edades

Para la estimación de la tasa anual de fecundidad por edades es necesario conocer la ubicación y año de análisis, los nacimientos vivos clasificados con base en los años de la madre y, por último, el número del grupo de mujeres fértiles en las mismas edades. Las tasas resultantes, se derivan de la división entre los nacimientos de madres pertenecientes a un mismo grupo de edad entre la población de mujeres con los mismos años de vida. El resultado es expresado por mil mujeres y/o mujer (Camisa, 1975).

El indicador es calculado como sigue:

$$TEFE_a = \frac{B_a}{E_a} * 1000 \quad (\text{Ec. 36})$$

Siendo B_a la cantidad de hijos de las mujeres en el grupo de edad a en un año o período de referencia determinado y E_a el número de años-persona de exposición en el grupo de edad a durante el período de referencia especificado.

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se inició con la identificación de tres bases de datos, las cuales fueron utilizadas para el desarrollo de un objetivo en específico, obtenidas de la siguiente manera:

La base de datos utilizada para el primer objetivo fue obtenida mediante los principales resultados del INE (2021) correspondientes a estadísticas vitales de nacimientos, así como de las proyecciones de la población total según sexo y edad (revisión 2019) correspondiente al período de 1950 – 2050 del Instituto Nacional de Estadística, con el apoyo del Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía -CELADE- y de la División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe -CEPAL- de la Organización de las Naciones Unidas (2021).

Esta base de datos permitió el análisis de 1864 tasas de fecundidad adolescente, separadas por departamento y año de registro (2009-2019) tomando en consideración las siguientes variables: años cumplidos, departamento de residencia y tasa de fecundidad adolescente.

La base de datos utilizada para el segundo objetivo, fue obtenida a través de la base de datos nacimientos dentro de las estadísticas vitales presentadas por el INE (2021) en el formato del programa estadístico IBM SPSS, mediante el cual fueron registradas las siguientes variables: años cumplidos, departamento de residencia, pueblo de pertenencia, estado conyugal, nivel educativo y fecundidad adolescente. Dicha base de datos permitió el análisis de 817,492 registros de nacimientos con base en las características de cada variable

indicada con anterioridad. Esta base de datos fue analizada en su totalidad, por lo que no fue utilizado un marco muestral de la información.

Por último, la base de datos empleada para el desarrollo del tercer objetivo, fue obtenida mediante el XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda del Instituto Nacional de Estadística (2019) en el formato del programa IBM SPSS, a través del cual fueron detalladas las siguientes variables: años cumplidos, departamento de residencia, pueblo de pertenencia, estado conyugal, nivel educativo, fecundidad adolescente y área.

3.1. Análisis gráfico de la tasa de fecundidad adolescente por departamento

Objetivo 1: caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente por departamento de residencia y edad simple de la madre durante el período de años comprendidos del 2009 al 2019.

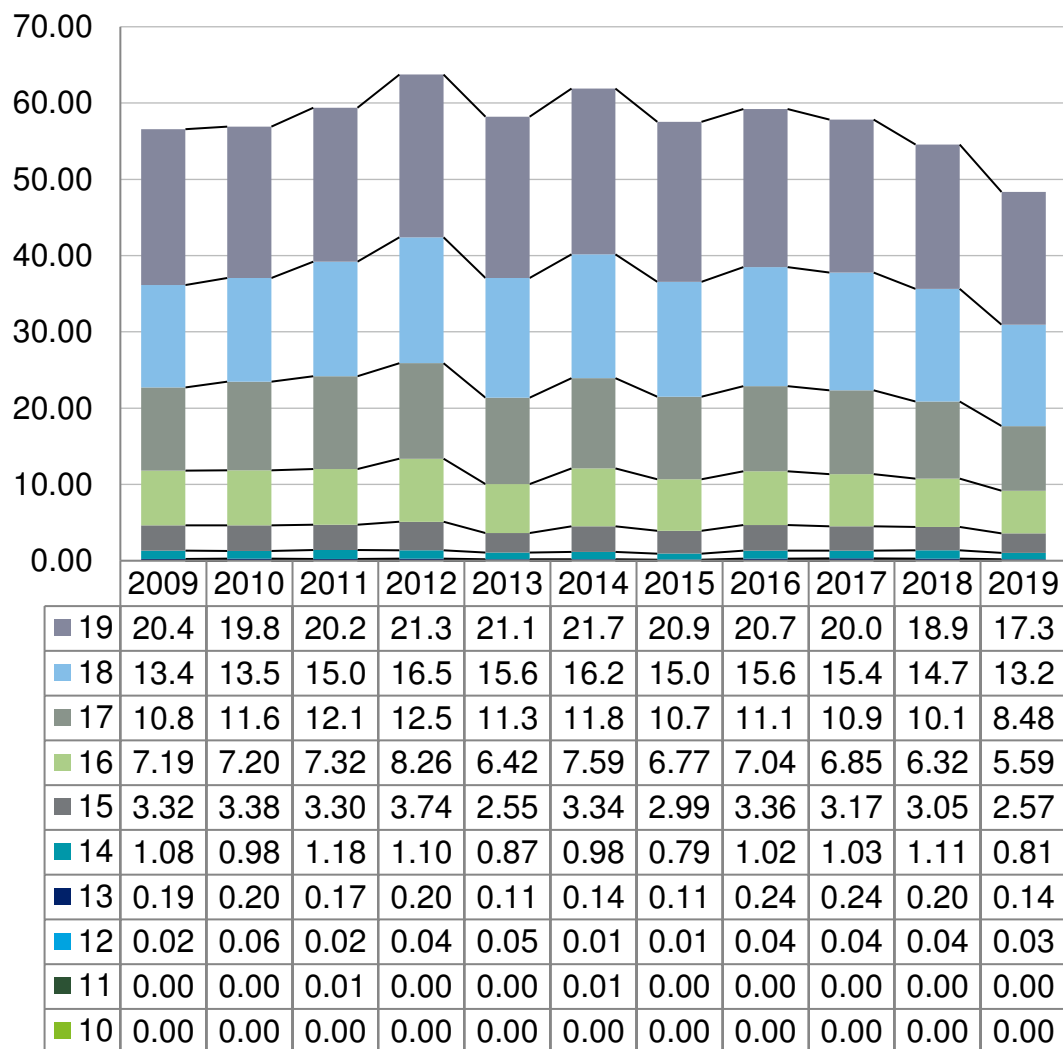
Para caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad comprendida desde el año 2009 al año 2019, se procedió inicialmente a identificar el número de nacimientos registrados por adolescente, así como el número de población estimada de mujeres comprendidas entre las edades de 10 a 19 años de edad.

Posteriormente, al ser el objetivo el caracterizar la tasa de fecundidad por departamento, se procedió a clasificar los registros por departamento de residencia de la madre, así como por los años cumplidos de las mujeres que fueron registradas en la base de datos analizada, con al menos un hijo nacido vivo. A continuación, se presenta la caracterización de las tasas de fecundidad adolescente por departamento:

3.1.1. Guatemala

A continuación, se describe gráficamente el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Guatemala.

Figura 5. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019)**
en el departamento de Guatemala



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

Dentro de las principales características del gráfico puede resaltarse que, la edad que representa mayores tasas de fecundidad es las de diecinueve años, mostrando en el año 2014 una tasa del 21.76, lo cual indica que existieron 22 nacimientos por cada 1000 mujeres en el año descrito.

Consecuentemente, la máxima tasa de fecundidad adolescente mostrada para la edad de dieciocho años ha sido la registrada en el año 2012, la cual representaba un valor de 16.51; esto significa que, por cada 1000 mujeres, existe una prevalencia de nacimientos en 17 mujeres de dicha edad. En el grupo de adolescentes con edad de diecisiete años se mostró la mayor tasa de fecundidad en el año 2012, la cual representaba un 12.52, es decir, existieron 13 nacimientos por cada mil mujeres dentro del rango de años indicado.

Se representan tasas de fecundidad menores en los grupos de edad de diez a dieciséis años, representando las siguientes tasas máximas: dentro del grupo de dieciséis años, existió un máximo de 8.26 nacimientos por cada mil adolescentes en el año 2012; por otro lado, en el grupo de quince años, siempre durante el año 2012, existió una tasa de 3.74, lo cual estableció 4 nacimientos por cada mil adolescentes dentro del grupo etario. Respecto de la edad de catorce años, en el año 2011 se registró la tasa máxima de 1.18 nacimientos por cada mil adolescentes.

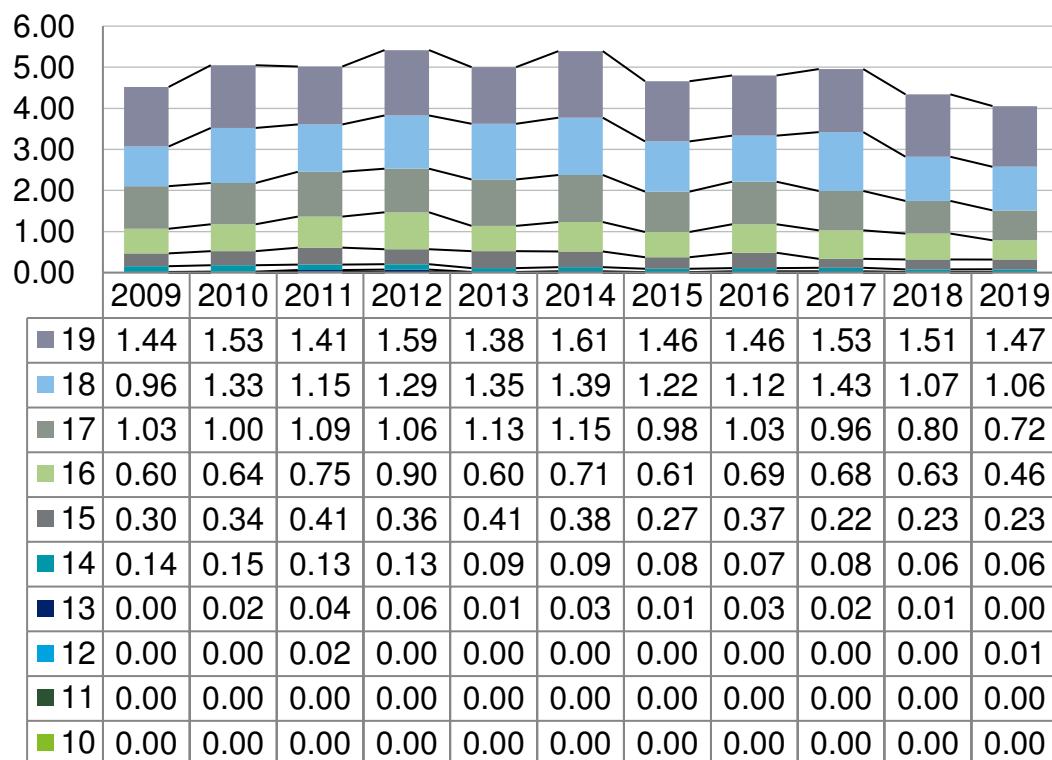
A partir del grupo etario de trece años, existieron tasas por debajo de la unidad, ponderando en 2017 una tasa de 0.25 nacimientos por cada mil adolescentes; dentro del grupo de doce años, existió una tasa máxima de fecundidad en el año 2010 con una tasa de 0.06 nacimientos por cada mil mujeres; por último, en los grupos etarios de once y diez años, existió en los años 2013 y 2014 tasas máximas de 0.01 casos de nacimientos por cada mil mujeres.

Es importante resaltar que, existe una tendencia hacia la baja de tasas de fecundidad principalmente en los grupos etarios con edades menores; así como el registro de tasas con valor cero en los grupos etarios de 11 años durante el 2009, 2015 y 2016; así como en los 10 años para el 2009, 2010, 2012, y del 2015 al 2019.

3.1.2. El Progreso

A continuación, se describe gráficamente el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento El Progreso.

Figura 6. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento El Progreso**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

El gráfico presenta una tasa de fecundidad creciente en función de la edad. Dentro de sus principales características se destaca la tasa de fecundidad con valor cero en los grupos etarios de 10 a 11 años, desde el 2009 al 2019. Por otro lado, a partir de la edad de doce años, la tasa máxima registrada es de 0.02 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2011.

Respecto del grupo etario de trece años, la tasa mayor registrada fue de 0.07 nacimientos por cada mil mujeres durante al 2012; le sigue el próximo grupo etario de catorce años, en el cual la tasa máxima fue de 0.15 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2010.

Las tasas máximas de fecundidad adolescente registradas para los años quince y dieciséis se mantuvieron con valores menores que uno, correspondiendo para la primera edad una tasa de 0.41 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2013 y para la segunda edad una tasa de 0.90 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012.

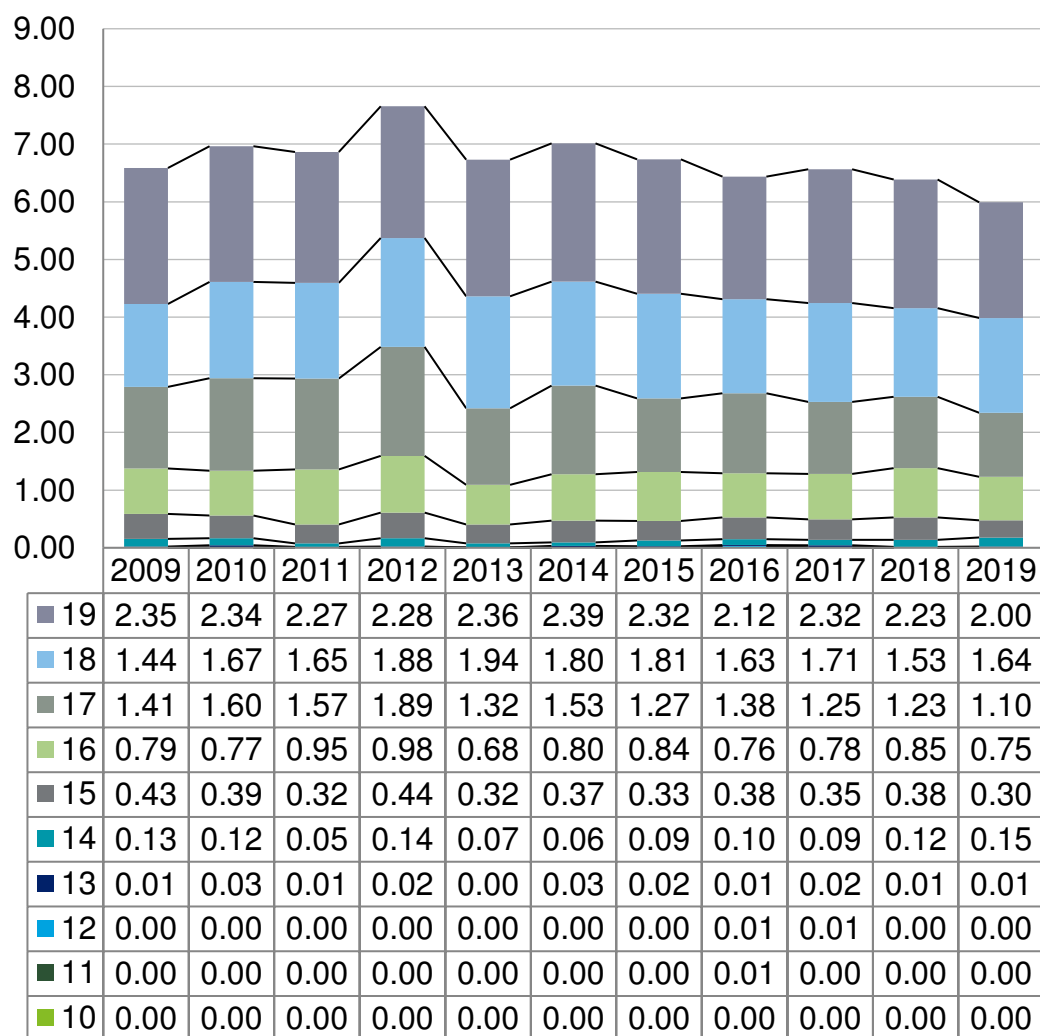
A partir del grupo etario de diecisiete años, inicia el registro de tasas por encima de la unidad, correspondiendo la tasa máxima de fecundidad adolescente para dicho grupo de un valor de 1.15 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2014; siguiendo con la edad de dieciocho años, en este grupo se registró una tasa máxima de fecundidad adolescente en el 2017 con 1.43 nacimientos por cada mil mujeres.

Por último, el grupo etario de diecinueve años, registró en el 2014 su tasa máxima de fecundidad adolescente, la cual correspondía a 1.62 nacimientos por cada mil mujeres dentro del mismo grupo etario.

3.1.3. Sacatepéquez

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Sacatepéquez.

Figura 7. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019)**
en el departamento de Sacatepéquez



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La figura 7 describe las observaciones de las tasas de fecundidad adolescente en los grupos etarios de 10 y 11 años de edad; estas corresponden a una sola observación dentro de los años analizados, siendo la tasa de fecundidad de la edad de diez años 0.06 nacimientos por cada mil mujeres en el 2016; para los once años, la tasa de fecundidad correspondiente al 2016 fue de 0.011 nacimientos por cada mil mujeres.

El grupo etario de doce años, reportó una tasa de fecundidad máxima en el 2016 correspondiente a 0.017 nacimientos por cada mil mujeres. Respecto del grupo de trece años, se observa que en el 2010 se refleja la tasa máxima de fecundidad adolescente, que es de 0.035 nacimientos por cada mil mujeres.

Para el grupo etario de catorce años, la tasa reflejada en el 2019 estableció un valor máximo de 0.155 nacimientos por cada mil mujeres. En el grupo etario de quince años resaltó la tasa del 2012 como su punto máximo con 0.444 nacimientos por cada mil mujeres.

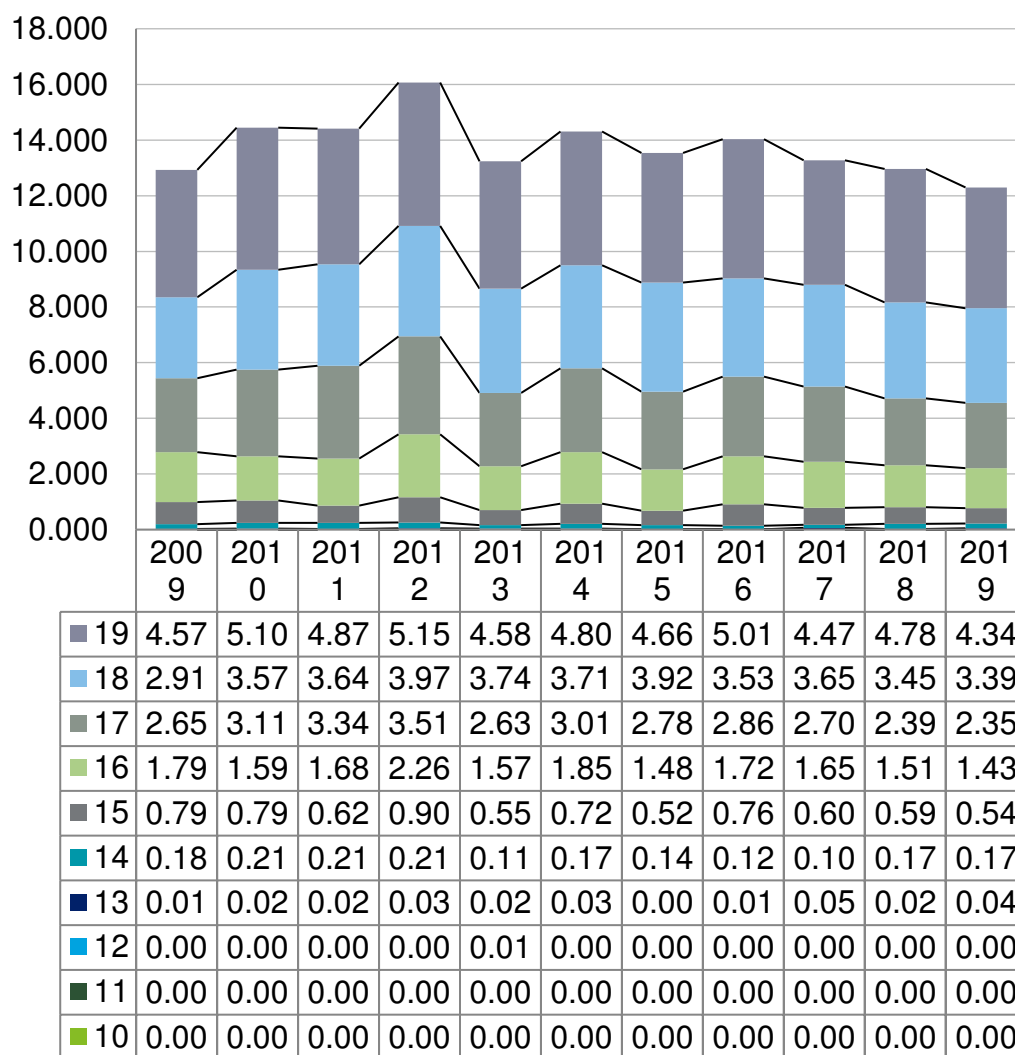
A partir del grupo etario de dieciséis años se registran tasas por encima de la unidad, ocurriendo en el 2012 el valor máximo de 1 nacimiento por cada mil mujeres; seguido del grupo etario de diecisiete años que registró una tasa máxima de 1.89 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012.

Respecto de la edad de dieciocho años, la tasa del 2013 identificó 2 nacimientos por cada mil mujeres; por último, en el 2014 se registró la mayor tasa de fecundidad de la serie de años analizada en Sacatepéquez, siendo esta de 2.40 nacimientos por cada mil mujeres del mismo grupo etario.

3.1.4. Chimaltenango

A continuación, se describe gráficamente el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Chimaltenango.

Figura 8. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019)**
en el departamento de Chimaltenango



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

Respecto del comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente en el departamento de Chimaltenango, puede resaltarse que sigue la tendencia observada en los departamentos anteriores, ya que tasas superiores a la unidad se observan a partir de los dieciséis años de edad.

El grupo etario de diecinueve años refleja en el 2012 su mayor tasa de fecundidad, con valor de 5.15 nacimientos por cada mil mujeres. En el grupo de dieciocho años, se identificó que, en el 2012, la tasa máxima correspondió a 3.97 nacimientos por cada mil mujeres.

Seguidamente, se encuentra el grupo de diecisiete años, donde en el 2012 registró 3.52 nacimientos por cada mil mujeres. Para el último grupo que registra valores por encima de la unidad, se observa que, en el 2012, el grupo de dieciséis años de edad registró una tasa de 2.63 nacimientos por cada mil mujeres.

Dentro de los grupos etarios que muestran tasas por debajo de la unidad, se destaca el grupo de quince años, que en el 2012 registró una tasa máxima de 0.905 nacimientos por cada mil mujeres; seguido del grupo de catorce años que en el 2010 registró una tasa máxima de 0.217 nacimientos por cada mil mujeres.

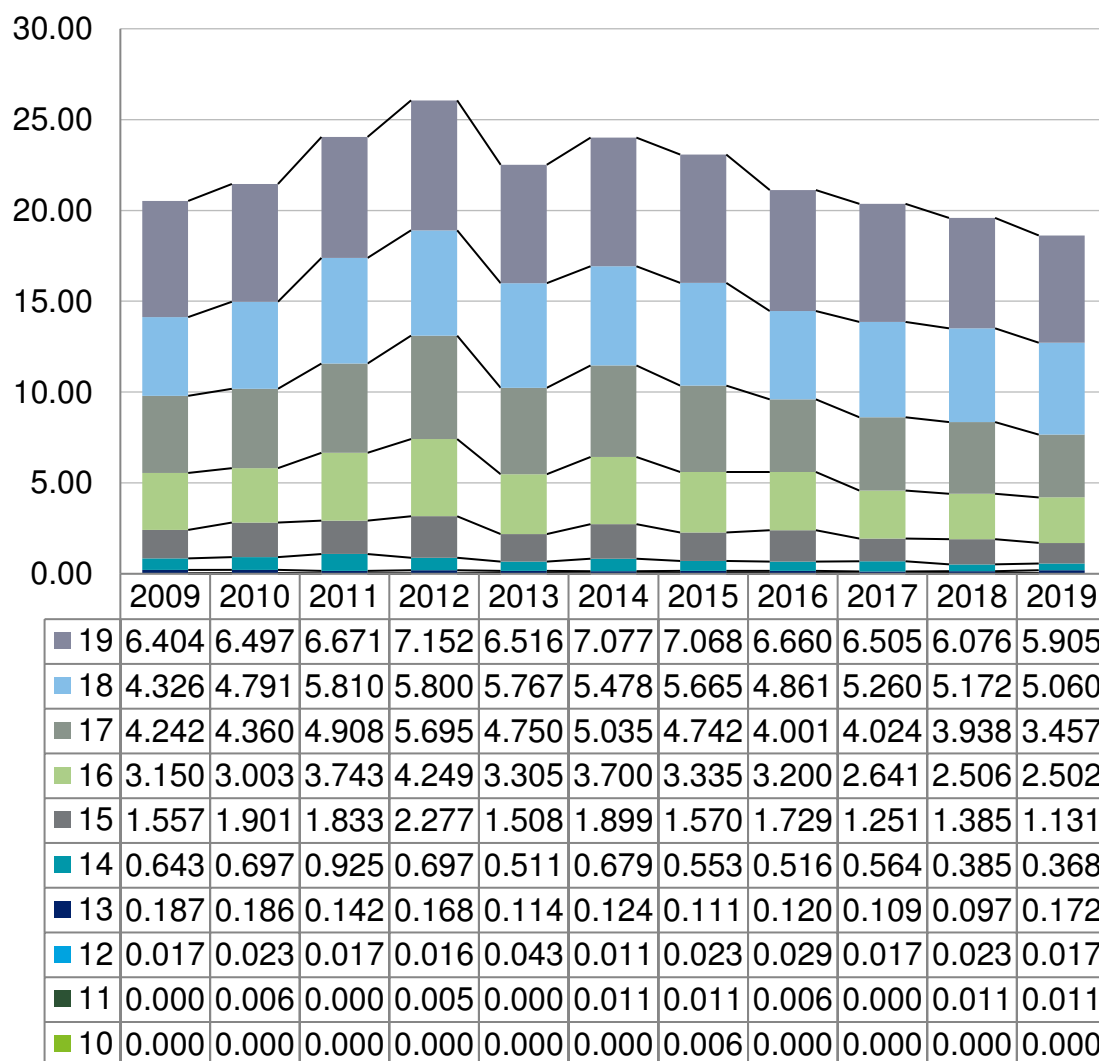
Las tasas máximas de fecundidad adolescente que se observan en los grupos etarios de trece años son 0.057 nacimientos por cada mil mujeres (en el 2017), y en los doce años, 0.011 nacimientos por cada mil mujeres (en el 2013).

Es importante mencionar que en los grupos etarios de once y diez años de edad no se presentan tasas de fecundidad en ninguno de los años sujetos al análisis gráfico.

3.1.5. Escuintla

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Escuintla.

Figura 9. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019)**
en el departamento de Escuintla



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

En la figura 9 se observa una tendencia creciente a partir del grupo etario de doce años, culminando de manera congruente con la tendencia de las series departamentales anteriores, al identificar mayores tasas de fecundidad a mayor edad de años cumplidos por la madre.

Inicialmente, puede observarse que, a partir de los quince años existe una tasa de fecundidad adolescente por encima de la unidad, correspondiendo su valor máximo en el 2012 con un total de 2.27 nacimientos por cada mil mujeres. Respecto del grupo etario de dieciséis años, se resalta una tasa de fecundidad máxima de 3.74 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2011. La edad de diecisiete años refleja en el 2012 una tasa de fecundidad mayor con valores de 5.70 nacimientos por cada mil mujeres.

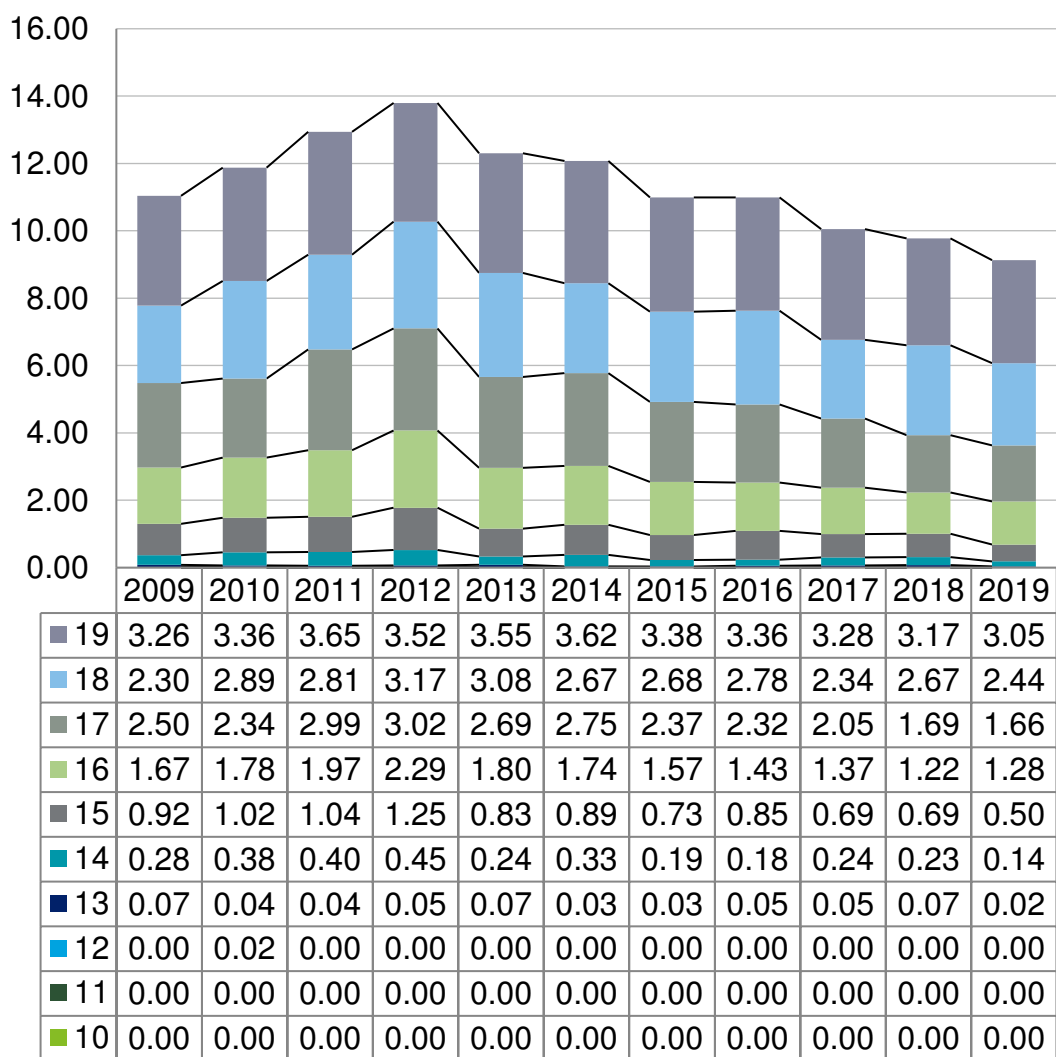
Seguidamente, en el grupo etario de dieciocho años se observa que, en el 2011 se registró una tasa de 5.81 nacimientos por cada mil mujeres; permitiendo reflejar en el grupo de 19 años valores mayores de tasas de fecundidad adolescente, con 7.15 nacimientos por cada mil mujeres adolescentes.

Se resalta que, en los grupos etarios de 10 a 14 años existen tasas por debajo de la unidad como se indicó anteriormente, correspondiéndole al grupo de catorce años una tasa máxima de 0.92 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2011; en el grupo de trece años una tasa menor de 0.187 (tasa máxima de nacimientos por cada mil mujeres) en el 2009. Respecto de los tres grupos etarios faltantes, se observa que, en el grupo de doce años, su tasa máxima fue de 0.043 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2013; 0.011 nacimientos por cada mil mujeres comprendidas en la edad de once años en el 2014, y 0.006 nacimientos por cada mil mujeres en la edad de 10 años durante el 2015.

3.1.6. Santa Rosa

A continuación, se describe gráficamente el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Santa Rosa.

Figura 10. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019)**
en el departamento de Santa Rosa



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La figura 10 indica que, a partir de la edad de doce años, existe una tasa de fecundidad mayor que cero; interpretando que durante los años 2009 a 2019 para los grupos etarios de diez y once años, no se obtuvo registro alguno de nacimientos, que se interpreta en una tasa nula de fecundidad adolescente.

Sin embargo, siguiendo con el grupo etario de doce años, se observa que su tasa máxima está ubicada en el 2010 con 0.028 nacimientos por cada mil mujeres. Seguidamente, el grupo etario de trece años registró una tasa máxima de 0.076 nacimientos por cada mil mujeres en el 2013.

Respecto del grupo de edad de catorce años, su tasa máxima se ubica en el 2012 con 0.0457 nacimientos por cada mil mujeres; el grupo de edad siguiente, quince años, reflejó una tasa máxima en el 2012, correspondiente a 1.255 nacimientos por cada mil mujeres adolescentes.

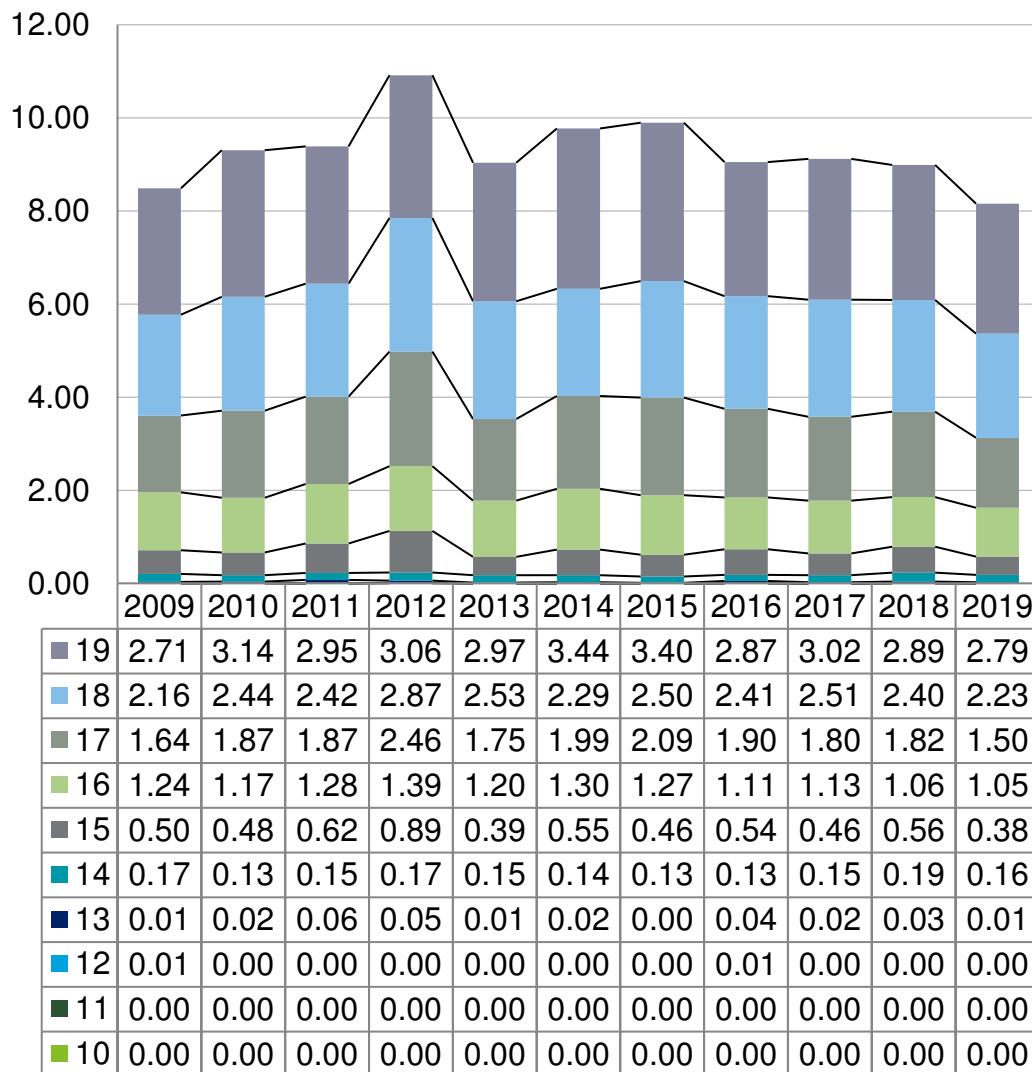
En el grupo etario de dieciséis años, la tasa de 2.29 nacimientos por cada mil mujeres fue registrada en el 2012; así como en el mismo año fue registrada la tasa de fecundidad adolescente más alta para el grupo de diecisiete años, ubicándose en 3.03 nacimientos para dicho grupo.

Finalmente, los grupos etarios de dieciocho y diecinueve años de edad presentan sus tasas de fecundidad máximas en el 2012 (3.17 nacimientos por cada mil mujeres) y en el 2011, 3.65 nacimientos por cada mil mujeres pertenecientes a los grupos etarios analizados, respectivamente.

3.1.7. Sololá

A continuación, se describe gráficamente el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Sololá.

Figura 11. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Sololá**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

El grupo etario con mayor tasa de fecundidad, sigue mostrando prevalencia en los diecinueve años de edad, mostrando una tasa máxima de 3.45 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2014.

Seguidamente, el grupo de dieciocho años de edad muestra tasas de fecundidad que oscilan entre 2 y 3 nacimientos por cada mil mujeres. Respecto del grupo de diecisiete años, la tasa mínima de fecundidad desciende a 1.50 en el 2019 y su tasa máxima hacia 2.46 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012. En el grupo etario siguiente, dieciséis años, su tasa de fecundidad adolescente oscila entre 1.05 a 1.39 nacimientos por cada mil mujeres.

En el grupo de quince años se observan tasas menores a la unidad de nacimientos, siendo su tasa máxima la reflejada en el 2012 (con 0.893 nacimientos) y su tasa mínima en el 2019 con 0.39 nacimientos por cada mil mujeres.

En el grupo de catorce años se observa que en el año 2018 registró su tasa máxima con 0.19 nacimientos por cada mil mujeres y su tasa mínima en el 2016 con 0.133 nacimientos por cada mil mujeres.

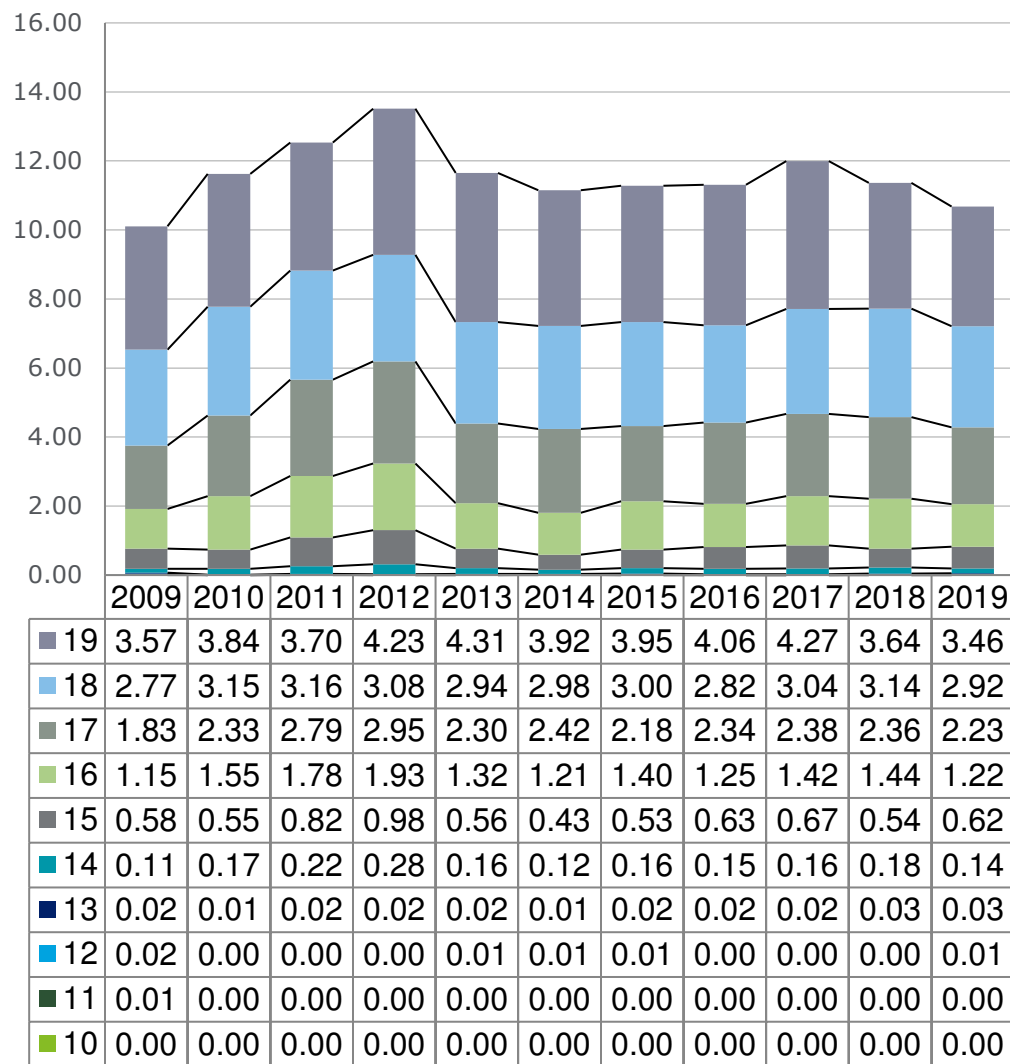
Los grupos etarios entre doce y trece años de edad presentan sus tasas de fecundidad máximas en el 2011 (0.05 nacimientos por cada mil mujeres) y en el 2009 (0.02 nacimientos por cada mil mujeres, pertenecientes a los grupos etarios analizados, respectivamente.

A partir de los grupos etarios de diez y once años, gráfica y numéricamente, se presentan tasas de fecundidad con valor cero, lo cual se traduce en que, dentro del período de años sujetos al análisis gráfico, no se presentaron nacimientos en adolescentes entre 10 y 11 años de edad.

3.1.8. Totonicapán

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Totonicapán.

Figura 12. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Totonicapán**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

Gráficamente, existen observaciones en el plano a partir de los doce años de edad, representando una tasa máxima de 0.029 nacimientos por cada mil mujeres en el 2009. Para el grupo de trece años de edad, se identifica en el 2018 una tasa máxima de 0.034 nacimientos por cada mil mujeres.

En el grupo etario de catorce años, se presenta una tasa máxima en el 2012 que corresponde a 0.286 nacimientos por cada mil mujeres. Seguidamente, en el grupo de quince años llega a ubicarse la tasa máxima de fecundidad en el 2012, con 0.987 nacimientos por cada mil mujeres.

A partir del grupo etario de dieciséis años, empieza a identificarse una tasa de fecundidad mayor a la unidad; siendo el rango de tasas correspondiente al grupo de dieciséis años una tasa entre 1.16 y 1.93 nacimientos por cada mil mujeres.

El rango perteneciente al grupo etario de diecisiete años, oscila entre un 2.18 a 2.96 nacimientos por cada mil mujeres; siendo el año de registro de esta última tasa máxima el 2012.

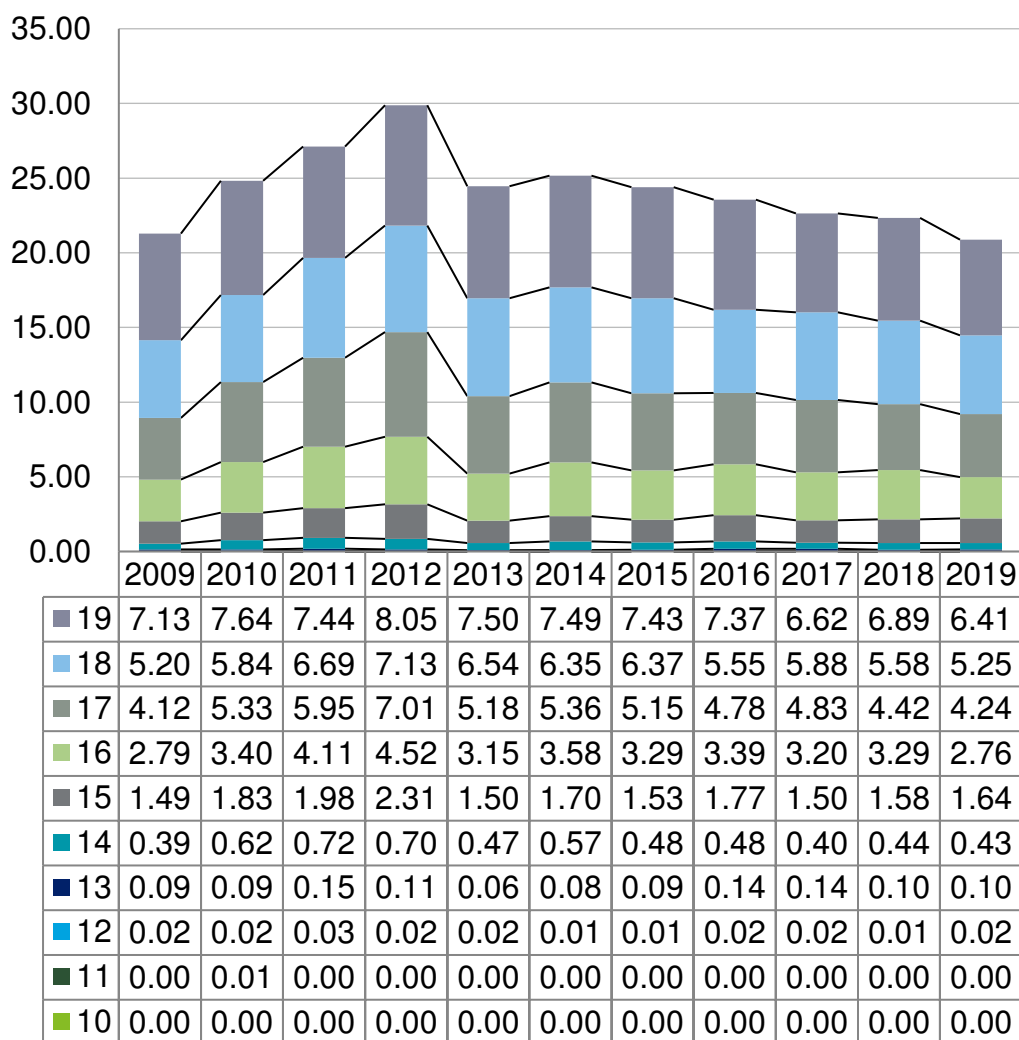
Respecto del grupo de dieciocho años de edad, la tasa de fecundidad máxima registrada fue de 3.16 nacimientos por cada mil mujeres (2011) y 2.77 nacimientos por cada mil mujeres (2009). El grupo de edad con mayor tasa, tal y como se indicó previamente, fue el de diecinueve años, ya que presentó un intervalo de tasas entre 3.47 nacimientos en el 2019 y 4.31 nacimientos en el 2013, por cada mil mujeres adolescentes.

Nuevamente, los grupos de edad entre diez y once años, no presentan valores en sus tasas de fecundidad, lo cual refleja un registro de nacimientos con valor de cero en el departamento de Totonicapán para estos grupos etarios.

3.1.9. Quetzaltenango

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Quetzaltenango.

Figura 13. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Quetzaltenango**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La tendencia creciente reflejada en la figura 13 establece que en Quetzaltenango prevalecen tasas mayores de fecundidad adolescente en los grupos etarios con un nivel de edad mayor. Es importante resaltar que, la tasa máxima de fecundidad presentada en el departamento corresponde al grupo etario de diecinueve años de edad, la cual alcanza los 8.05 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012; este valor se ubica por debajo de la tasa máxima departamental analizada hasta el momento, que corresponde al departamento de Guatemala.

En el grupo etario de dieciocho años puede observarse un rango de tasas de fecundidad que oscila entre 5.205 para el año 2009 y 7.13 nacimientos para el 2012, por cada mil mujeres. Por debajo de este rango, el grupo de diecisiete años presenta tasas de fecundidad adolescente entre 4.12 (2009) a 6 nacimientos (2011) por cada mil mujeres. En el grupo de dieciséis años se presenta una tasa máxima 4.52 (2012) y una tasa mínima de fecundidad adolescente de 2.76 nacimientos (2019) por cada mil mujeres.

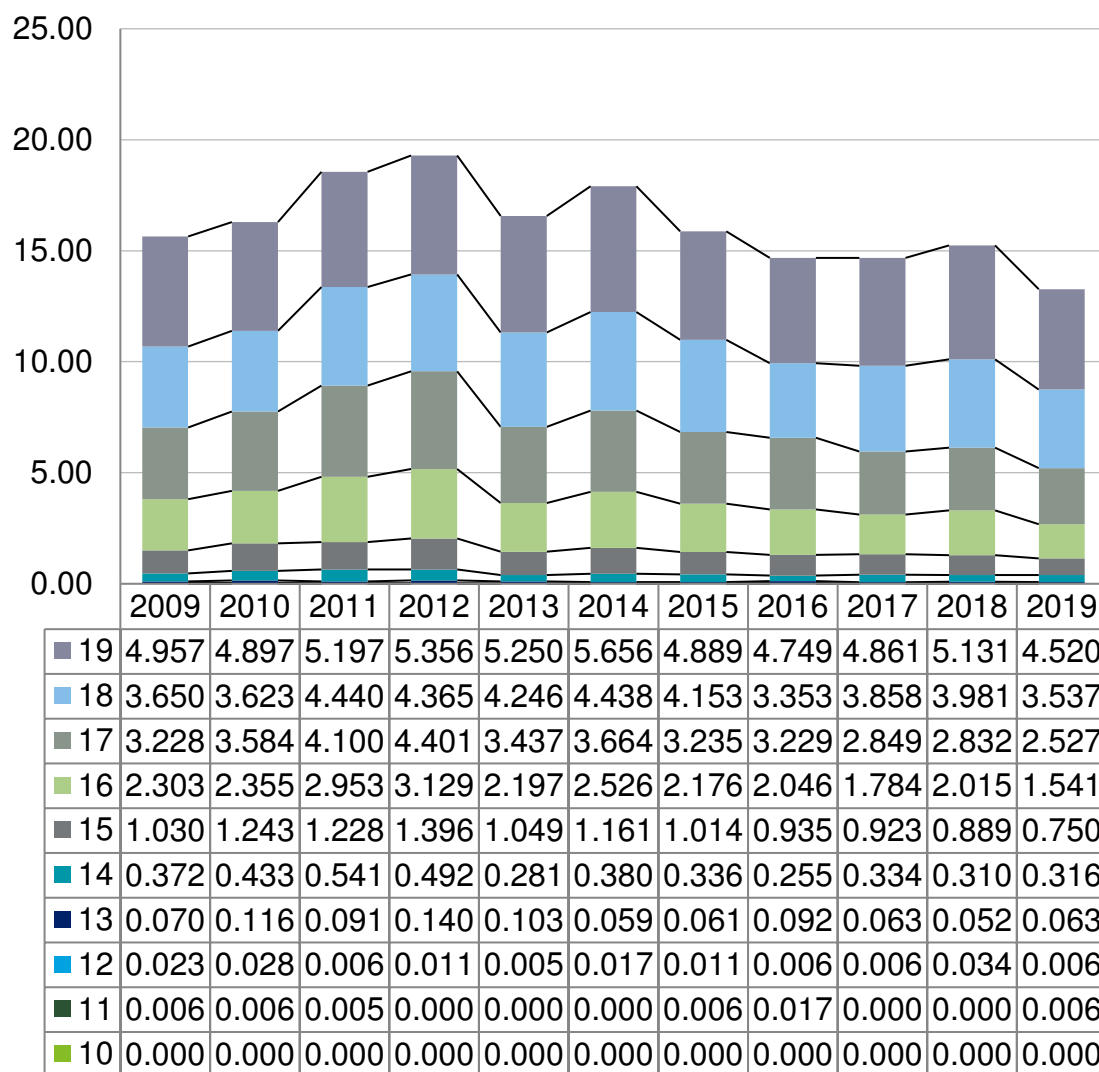
Siguiendo con el grupo etario de quince años, este presenta una tasa mínima de fecundidad adolescente en el 2009 (1.50 nacimientos por cada mil mujeres) y una tasa máxima de fecundidad adolescente en el 2012 (2.32 nacimientos por cada mil mujeres).

A partir del grupo de edad de catorce años, se observan tasas de fecundidad por debajo de la unidad, que representan las tasas máximas por edades como sigue: catorce años, 0.73 nacimientos (2011); trece años, con una tasa de 0.15 nacimientos (2011); doce años, con una tasa de 0.03 nacimientos (2011); once años, con una tasa de 0.017 nacimientos (2010) y para el grupo de diez años, se presenta una tasa de fecundidad de 0.006 nacimientos por cada mil mujeres sujetas al análisis gráfico en el 2009.

3.1.10. Suchitepéquez

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Suchitepéquez.

Figura 14. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Suchitepéquez**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

En la figura 14 se puede observar que inicia una tendencia creciente de la tasa de fecundidad adolescente a partir de los doce años de edad, registrando en los años de 2009 al 2019 unas tasas de fecundidad con valor cero para los grupos de diez y once años de edad. Al analizar el grupo etario de doce años, se observa que su valor máximo fue registrado en el 2018, con una tasa de 0.034 nacimientos por cada mil mujeres; en el grupo etario de trece años se observa una tasa relativamente mayor (0.14 nacimientos por cada mil mujeres) en el 2012.

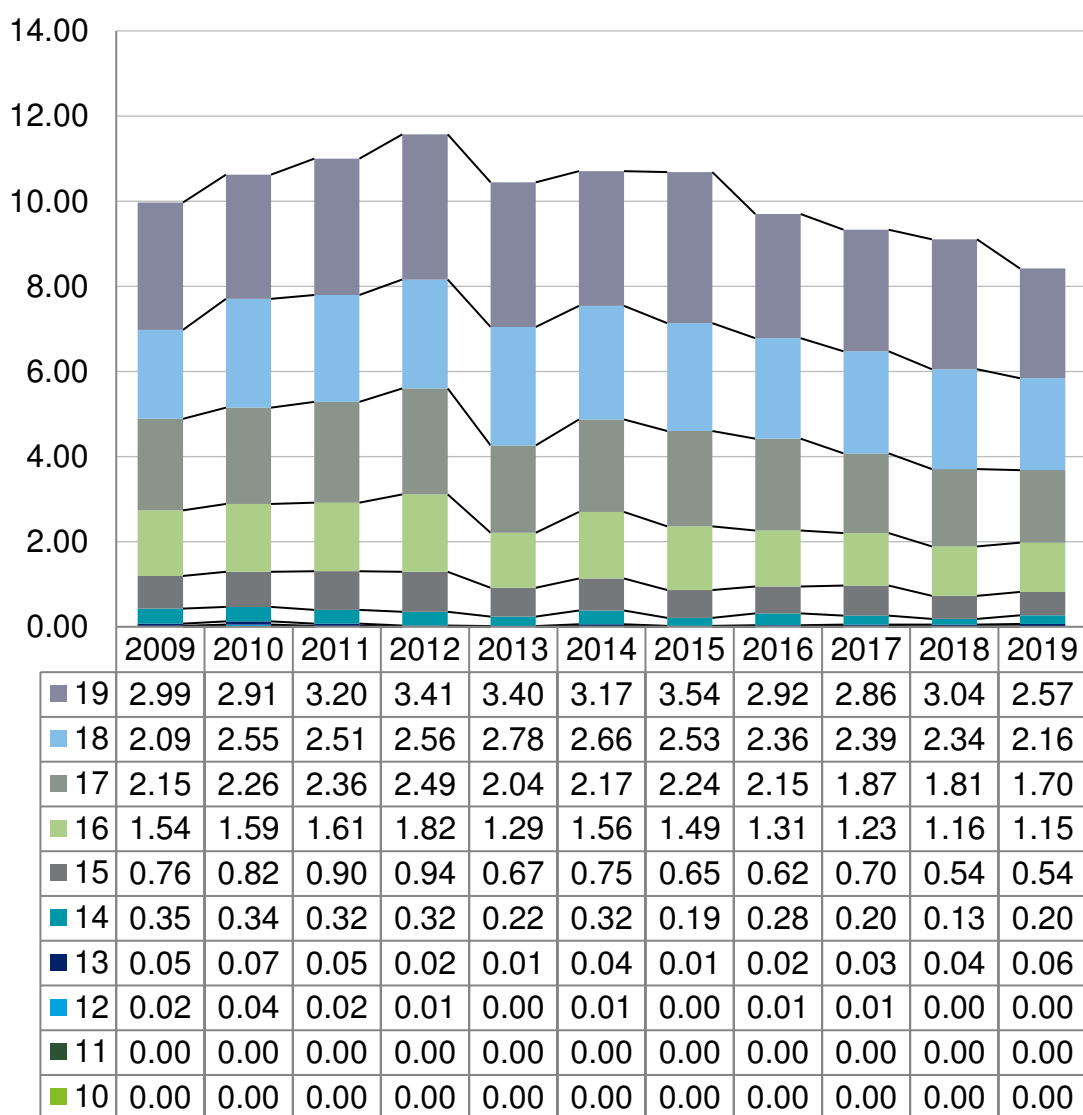
En el grupo de adolescentes de catorce años se observan tasas por debajo de la unidad de nacimientos, siendo su máxima la identificada en el 2011, con 0.54 nacimientos por cada mil mujeres. A partir del grupo etario de quince años se observa una tasa de fecundidad adolescente por encima de la unidad, siendo su tasa mínima la registrada en el 2019 (0.75 nacimientos por cada mil mujeres) y su tasa máxima durante el 2012, presentando 1.40 nacimientos por cada mil mujeres. Respecto del grupo etario de dieciséis años, se identifica en el 2019 una tasa mínima de 1.54 nacimientos por cada mil mujeres y una máxima de 2.53 nacimientos por cada mil mujeres durante el año 2014.

El grupo etario de diecisiete años sigue presentando durante el 2019 una tasa mínima de 2.53 nacimientos por cada mil mujeres y una máxima de 4.40 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012. En el grupo de dieciocho años, durante el año 2016 se registró su tasa mínima de fecundidad adolescente, con valores de 3.35 nacimientos por cada mil mujeres y durante el 2011 su tasa máxima de 4.44 nacimientos por cada mil mujeres. Por último, en el grupo etario de diecinueve años, se identificó en el 2019 su tasa mínima de fecundidad adolescente, con valor de 4.52 nacimientos por cada mil mujeres y durante el 2014 su tasa máxima de fecundidad tuvo un valor de 5.66 nacimientos por cada mil mujeres del mismo grupo etario sujeto al análisis de fecundidad.

3.1.11. Retalhuleu

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Retalhuleu.

Figura 15. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Retalhuleu**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

En el departamento de Retalhuleu, tal y como se observa, los grupos etarios de diez y once años, presentan tasas de fecundidad adolescente con valor cero, lo cual indica que durante los años 2009 al 2019 no se registraron nacimientos y, por ende, tasas de fecundidad dentro de estos grupos de edad.

El grupo etario de doce años refleja su tasa máxima de fecundidad en el 2010, siendo esta de 0.04 nacimientos por cada mil mujeres. El grupo de trece años de edad sigue presentando tasas de fecundidad por debajo de la unidad, siendo su máxima tasa la registrada en el 2010 con valor de 0.075 nacimientos por cada mil mujeres. El grupo de catorce años refleja su tasa máxima de fecundidad en el 2009, siendo esta de 0.354 nacimientos por cada mil mujeres; de la misma manera, el grupo etario de quince años sigue reflejando tasas por debajo de la unidad, siendo su tasa máxima la registrada en el 2012 con 0.94 nacimientos por cada mil mujeres dentro del mismo grupo.

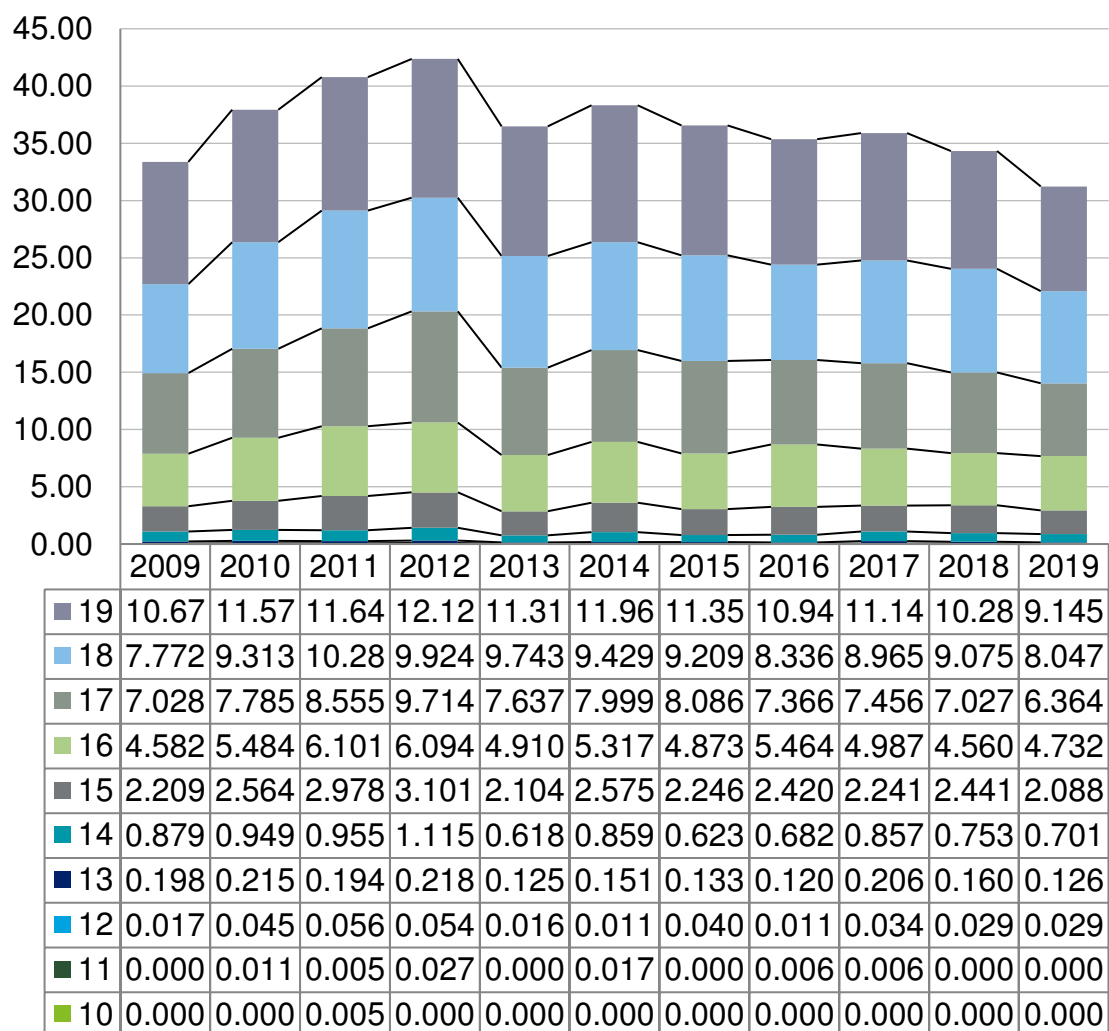
En el grupo de dieciséis años, se registró una tasa mínima de fecundidad adolescente de 1.16 nacimientos por cada mil mujeres (2019) y una máxima de 1.82 nacimientos por cada mil mujeres (2012). Le sigue el grupo de diecisiete años, que en el 2019 presentó una tasa mínima de 1.70 y una máxima de 2.49 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012. El grupo etario de dieciocho años reflejó en el 2009 su tasa mínima de fecundidad adolescente con un valor de 2.10 nacimientos por cada mil mujeres, y una máxima en el 2013 con 2.79 nacimientos por cada mil mujeres dentro del mismo grupo de edad.

Por último, el grupo de diecinueve años, al igual que los departamentos descritos con anterioridad, presentan las tasas de fecundidad adolescente más significativas, siendo la mínima la registrada en el 2019 de 2.58 nacimientos por cada mil mujeres, y su tasa máxima la registrada en el 2015, con 3.55 nacimientos por cada mil mujeres.

3.1.12. San Marcos

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de San Marcos.

Figura 16. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de San Marcos**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La figura 16 presenta una tasa de fecundidad adolescente significativa a nivel departamental por cada grupo etario analizado. Puede resaltarse inicialmente, que la tasa de fecundidad máxima alcanzada en el período del 2009 al 2019 asciende a 12.12 nacimientos por cada mil adolescentes en edades de diecinueve años (2012), presentando una tasa mínima dentro del mismo grupo etario de 9.15 nacimientos por cada mil mujeres (2019). Es importante mencionar que las tasas reflejadas en este departamento, posicionan al mismo en el segundo con mayores tasas de fecundidad adolescente hasta el momento; ya que el departamento de Guatemala es el que se ubica en la primera posición y el departamento de Quetzaltenango en la tercera.

Respecto del grupo etario de dieciocho años, la tasa de fecundidad máxima fue registrada en el 2011, con 10.29 nacimientos por cada mil mujeres, siendo su tasa de fecundidad mínima de 7.72 nacimientos por cada mil mujeres en el 2009. Le sigue el grupo de diecisiete años, el cual en el 2019 registró una tasa mínima de 6.36 y una máxima de 9.71 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012. En el grupo etario de dieciséis años, durante el 2018 se registró su tasa mínima de fecundidad adolescente, la cual fue de 4.56 nacimientos por cada mil mujeres; de igual manera, durante el 2011 se registró su tasa máxima de fecundidad adolescente, la cual ascendió a 6.10 nacimientos por cada mil mujeres.

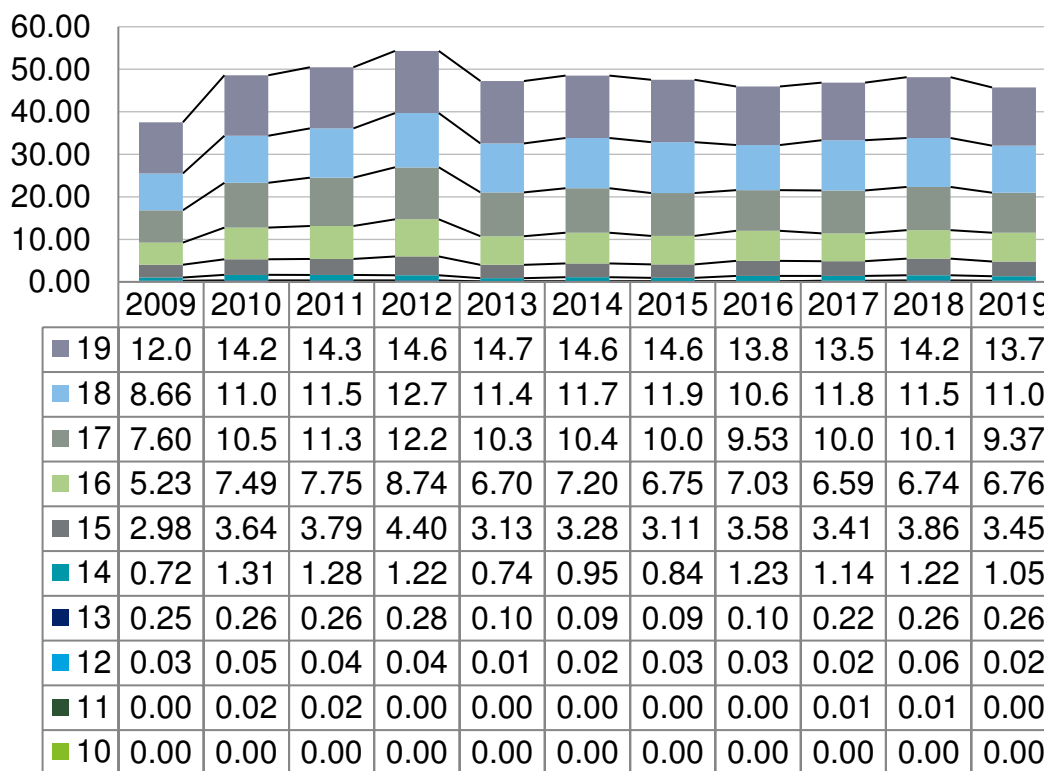
Dentro del grupo de quince años, se registró una tasa máxima de fecundidad en el 2012, con un valor de 3.10 nacimientos por cada mil mujeres. Su valor mínimo de tasa de fecundidad fue registrado en el 2019, con 2.09 nacimientos por cada mil mujeres. En el grupo etario de catorce años siguen reflejándose tasas por encima de la unidad, ya que su valor máximo es de 1.12 nacimientos por cada mil mujeres (2012) y su valor mínimo 0.62 nacimientos por cada mil mujeres (2013).

A partir del grupo etario anterior, se registran tasas por debajo de la unidad, siendo las tasas máximas de fecundidad las siguientes: trece años, 0.22 nacimientos por cada mil mujeres (2012); doce años, 0.06 nacimientos por cada mil mujeres (2011); once años, 0.027 nacimientos por cada mil mujeres (2012).

3.1.13. Huehuetenango

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Huehuetenango.

Figura 17. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Huehuetenango**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La figura 17 indica una tendencia creciente en la tasa de fecundidad adolescente a partir de los doce años, siendo el valor máximo del grupo etario de 0.06 nacimientos por cada mil mujeres (2018). Seguidamente, el grupo de adolescentes con edades de trece años presentan una tasa máxima de fecundidad de 0.29 nacimientos por cada mil mujeres del mismo grupo de edad (2012). Respecto del grupo de catorce años, este presenta una tasa máxima de fecundidad adolescente, superior a la unidad en el 2010, la cual ascendía a 1.31 nacimientos por cada mil mujeres.

En el grupo etario de quince años se resalta un crecimiento significativo en su tasa máxima de fecundidad, la cual fue registrada en el 2012 con 4.41 nacimientos por cada mil mujeres. Su tasa mínima fue registrada en el 2009, con 2.99 nacimientos por cada mil mujeres. El siguiente grupo etario, de dieciséis años, refleja una tasa mínima de fecundidad adolescente de 5.23 nacimientos por cada mil mujeres en el 2009, siendo su tasa máxima la registrada en el 2010, con 7.49 nacimientos por cada mil mujeres. El grupo de diecisiete años de edad presentó una tasa máxima de 12.23 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012, y una tasa mínima de 9.38 nacimientos por cada mil mujeres en el 2019.

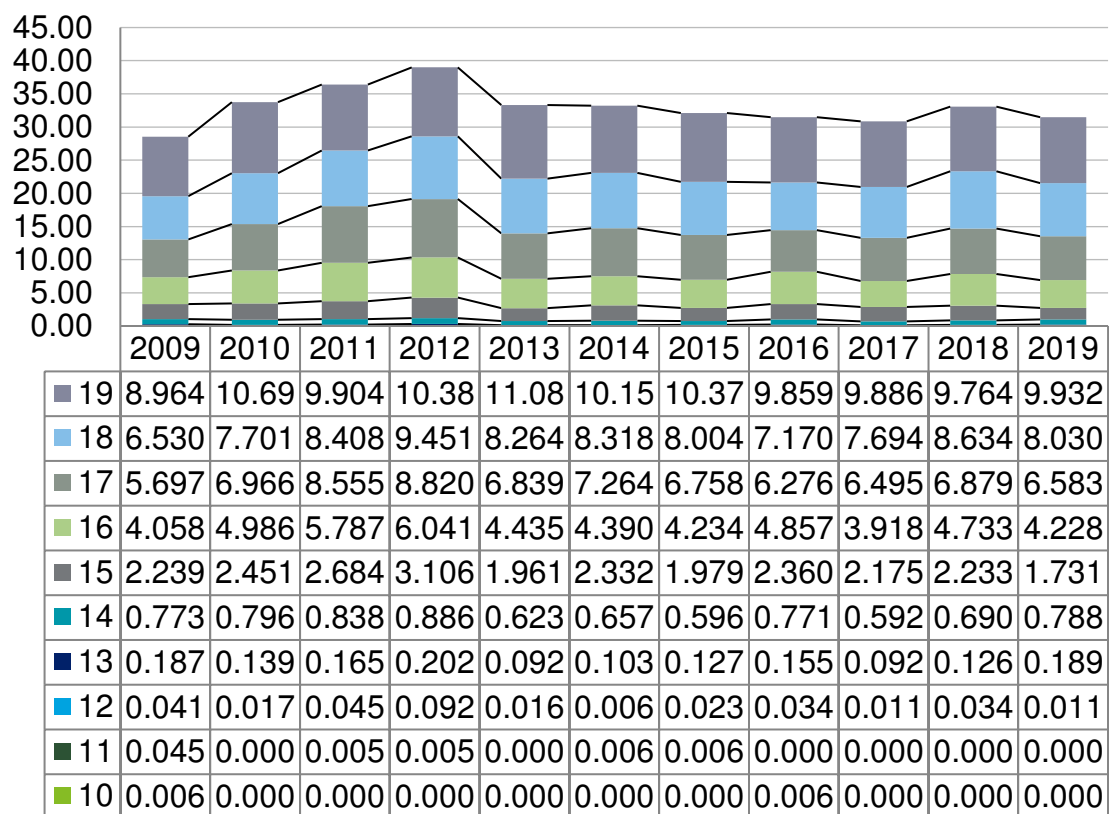
Respecto del grupo de dieciocho años, se registró en el 2009 una tasa mínima de fecundidad de 8.66 nacimientos por cada mil mujeres y en el 2012 su tasa máxima fue de 12.75 nacimientos por cada mil mujeres. En el último grupo etario, correspondiente a diecinueve años de edad, se presentó una tasa de fecundidad mínima de 12.03 nacimientos por cada mil mujeres en el año 2009 y una tasa de fecundidad máxima de 14.75 nacimientos por cada mil mujeres en el año 2013. Estas cifras posicionan al departamento de Huehuetenango en el segundo departamento con tasas de fecundidad superiores, posteriormente al departamento de Guatemala.

Tal como se mencionó con anterioridad, en los grupos etarios de diez y once años, no se registran tasas de fecundidad significativas, por tener valores iguales o cercanos a cero nacimientos por cada mil mujeres dentro de los grupos etarios.

3.1.14. Quiché

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Quiché.

Figura 18. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019)**
en el departamento de Quiché



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

El comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente en Quiché presenta tasas por encima de la unidad a partir del grupo etario de quince años, siendo las tasas máximas de fecundidad adolescente a partir de los diez a los catorce años de edad en el siguiente orden: diez años, 0.006 nacimientos por cada mil mujeres (2016); once años, 0.05 nacimientos por cada mil mujeres (2009); doce años, 0.09 nacimientos por cada mil mujeres (2012); trece años, 0.20 nacimientos por cada mil mujeres (2012) y catorce años, 0.89 nacimientos por cada mil mujeres (2012).

El grupo etario de quince años presenta una tasa mínima de fecundidad adolescente de 1.73 nacimientos por cada mil mujeres (2019) y una máxima de 3.11 nacimientos por cada mil mujeres (2012). El grupo de dieciséis años, presentó en el 2017 su tasa mínima de 3.92 nacimientos por cada mil mujeres y en el 2012, su tasa máxima de fecundidad adolescente, que ascendió a 6.04 nacimientos por cada mil mujeres.

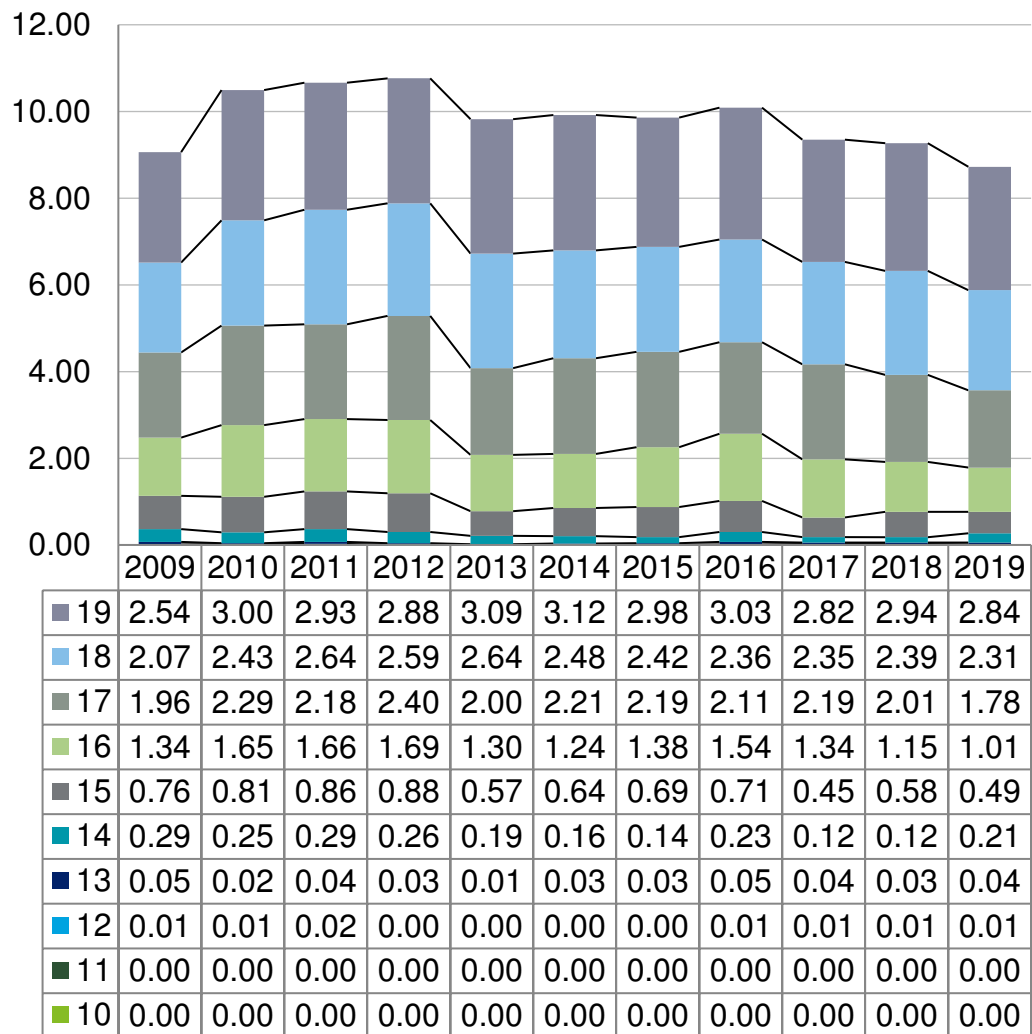
El grupo de diecisiete años presentó su tasa máxima de fecundidad en el 2012, con 8.82 nacimientos por cada mil mujeres; adicionalmente, su tasa mínima de fecundidad fue registrada en el 2016, con 6.28 nacimientos por cada mil mujeres del mismo grupo etario. En el grupo de dieciocho años, se registraron tasas de fecundidad que variaban con valores mínimos de 6.53 nacimientos por cada mil mujeres en el 2009 y valores máximos de 9.45 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012.

Por último, el grupo etario de diecinueve años presentó en el 2009 su tasa de fecundidad mínima de 8.96 nacimientos por cada mil mujeres y en el 2013, su tasa de fecundidad máxima de 11.09 nacimientos por cada mil mujeres.

3.1.15. Baja Verapaz

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Baja Verapaz.

Figura 19. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Baja Verapaz**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

El departamento de Baja Verapaz presenta una de las tasas más bajas en relación con la fecundidad adolescente en comparación con los departamentos anteriores, ubicándose después de las tasas mínimas de Sacatepéquez y el Progreso. Gráficamente, se observa que inicia un registro mayor a una tasa de cero a partir del grupo etario de doce años, cuya tasa de fecundidad máxima asciende a 0.02 nacimientos por cada mil mujeres dentro de la misma edad en el 2011. Posteriormente, la tasa del grupo de trece años asciende a un valor máximo de 0.06 nacimientos por cada mil mujeres en el 2009.

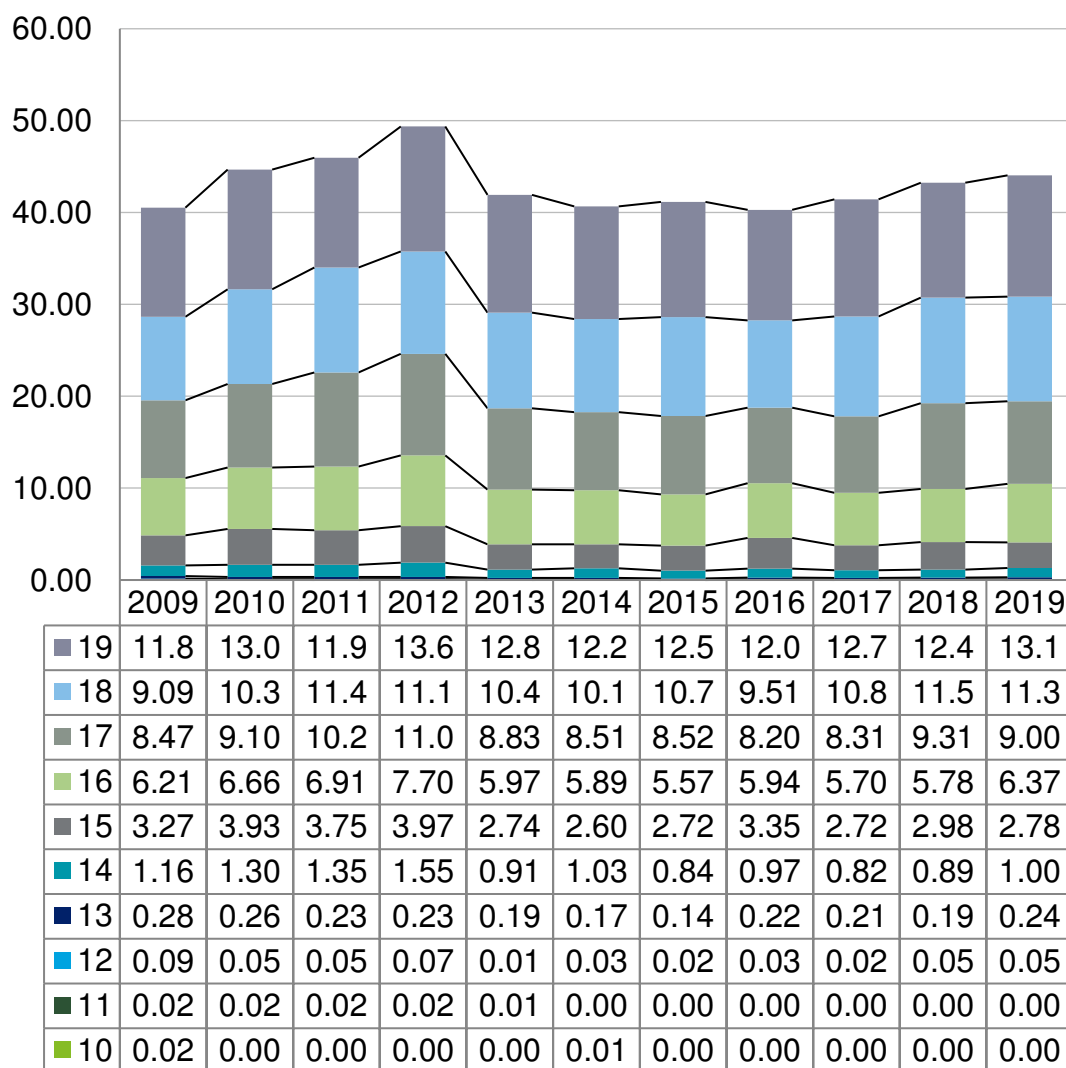
El grupo de catorce años tiene un valor máximo en tasas de fecundidad adolescente de 0.30 nacimientos por cada mil mujeres en el 2011. El grupo etario de quince años es el último que presenta tasas por debajo de la unidad, siendo su tasa máxima registrada en el 2012, de 0.89 nacimientos por cada mil mujeres dentro de la misma edad. A partir del grupo de dieciséis años se presenta una tasa mínima de fecundidad adolescente de 1.02 nacimientos por cada mil mujeres en el 2019 y una máxima de 1.69 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012.

En el grupo de diecisiete años, se observó que en el 2019 se registró la tasa mínima de fecundidad adolescente con 1.78 nacimientos por cada mil mujeres, así como una tasa máxima en el 2012 de 2.40 nacimientos por cada mil mujeres. El grupo etario de dieciocho años registra en el 2009 una tasa mínima de fecundidad adolescente con 2.07 nacimientos por cada mil mujeres y una tasa máxima de 2.65 nacimientos por cada mil mujeres en el 2011. Respecto del último grupo etario, diecinueve años, se observan las tasas de fecundidad más significativas, con una tasa mínima de 2.55 nacimientos por cada mil mujeres en 2009 y una tasa máxima de 3.04 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2016.

3.1.16. Alta Verapaz

A continuación, se describe gráficamente el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Alta Verapaz.

Figura 20. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Alta Verapaz**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

El departamento de Alta Verapaz presenta cifras de fecundidad similares al departamento de Huehuetenango, cuya tasa de fecundidad máxima en el grupo etario de diecinueve años alcanzó valores de 14.74 nacimientos por cada mil mujeres; siendo las cifras máximas del grupo etario de diecinueve años del departamento de Alta Verapaz con 13.60 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012, y el valor mínimo de tasa de fecundidad 11.87 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2009.

En el grupo etario de dieciocho años la tasa de fecundidad oscila entre un valor máximo de 11.51 nacimientos por cada mil mujeres en el 2018 y un valor mínimo de 9.09 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2009. En el grupo de diecisiete años se observa una tasa máxima de fecundidad correspondiente a 11.06 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012 y una tasa de fecundidad mínima de 8.21 nacimientos por cada mil mujeres en el 2016.

Respecto del grupo etario de dieciséis años, puede observarse que en el año 2015 se dio una tasa mínima de fecundidad de 5.57 nacimientos por cada mil mujeres, así como una tasa máxima de 7.71 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012. Para el grupo etario de quince años se registraron 2.61 nacimientos por cada mil mujeres (valor mínimo) en el año 2014, y 3.97 nacimientos por cada mil mujeres (valor máximo) dentro del mismo grupo etario, en el 2012.

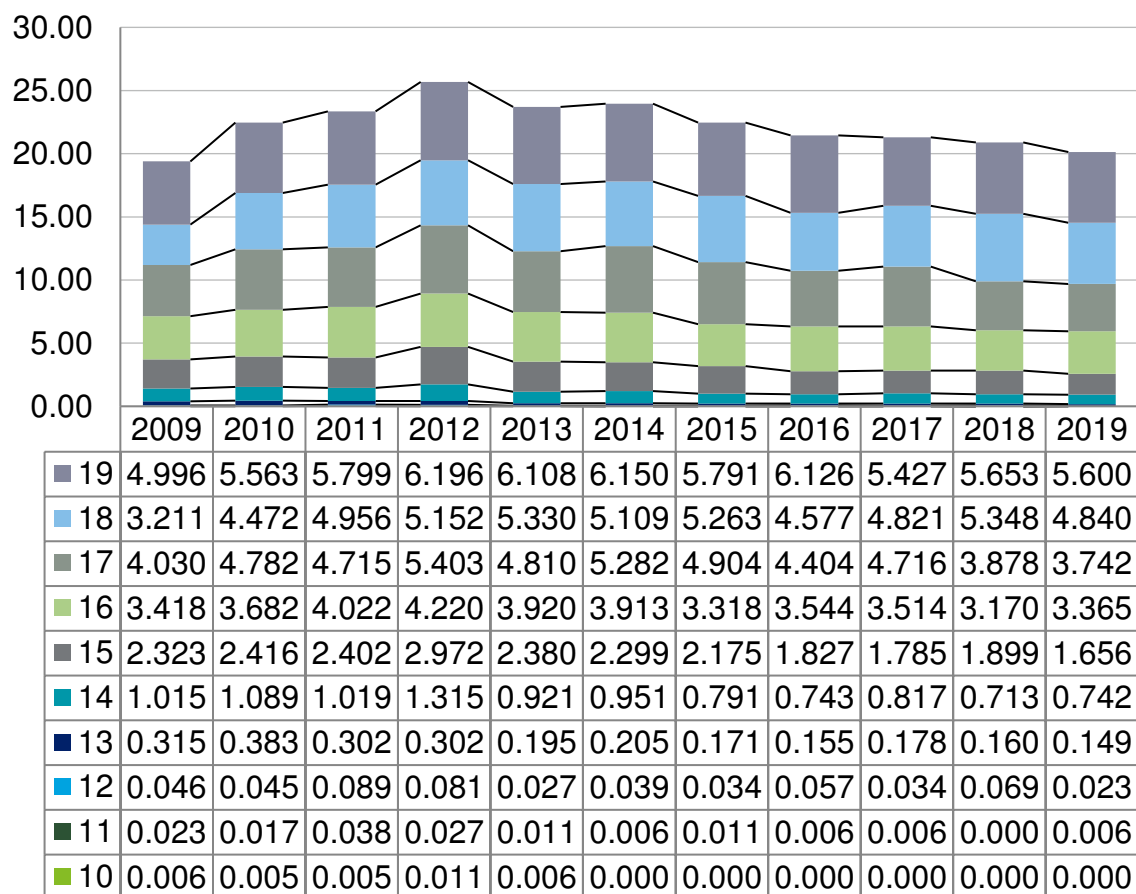
El grupo de catorce años presenta una tasa mínima de fecundidad adolescente correspondiente a 0.82 nacimientos por cada mil mujeres durante 2015, así como una tasa máxima de 1.56 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012. A partir del grupo etario de trece años se presentan tasas por debajo de la unidad, siendo los valores máximos los siguientes: trece años, 0.29 nacimientos por cada mil mujeres (2009); doce años, 0.09 nacimientos por cada

mil mujeres (2009); once años, 0.03 nacimientos por cada mil mujeres (2009) y, por último, diez años, 0.02 nacimientos por cada mil mujeres (2009).

3.1.17. Petén

A continuación, se describe gráficamente el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Petén.

Figura 21. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Petén**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La figura 21 describe el comportamiento de la tasa de fecundidad del departamento de Petén a partir del año 2009 al 2019, en donde se observa que las tasas de fecundidad a lo largo de estos años han mostrado una mayor incidencia en grupos etarios con mayor edad, como se ha observado igualmente en los gráficos anteriores. La gráfica inicia su tendencia a partir del grupo etario de doce años, lo cual indica que, los grupos etarios de diez y once años, presentan tasas cercanas a cero, por lo que los nacimientos por cada mil mujeres tienden a cero.

En el grupo etario de doce años se presenta una tasa máxima de fecundidad adolescente en el 2011, la cual es de 0.09 nacimientos por cada mil mujeres. Le sigue el grupo de mujeres de trece años, cuya tasa máxima en el período de tiempo analizado fue de 0.38 nacimientos por cada mil mujeres en el 2010. Seguidamente, el grupo etario de catorce años presenta una tasa máxima de fecundidad adolescente de 1.32 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012, reflejando también una tasa mínima de 0.71 nacimientos por cada mil mujeres en el 2018. El grupo etario de quince años registró una tasa mínima de 1.66 nacimientos por cada mil mujeres (2019) y una tasa máxima de 2.97 nacimientos por cada mil mujeres (2012).

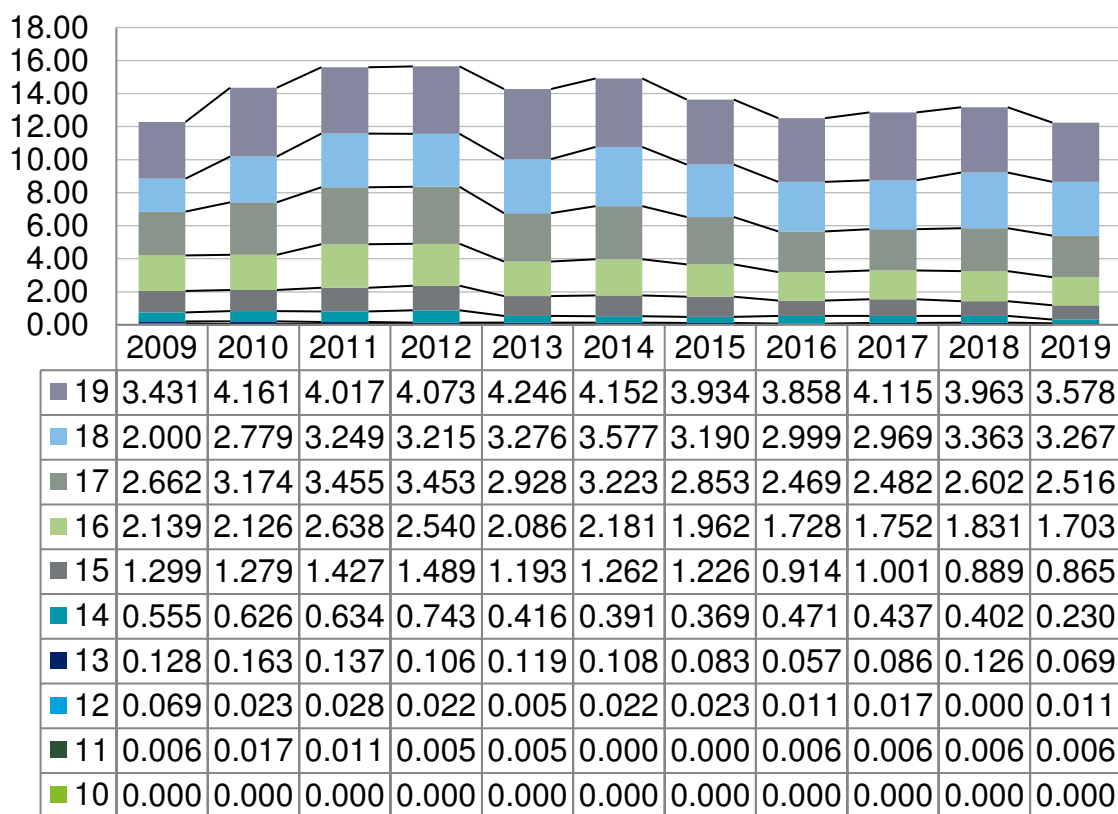
Seguidamente, el grupo etario de dieciséis años muestra rango de tasas que oscilan entre 3.17 nacimientos por cada mil mujeres (tasa mínima de fecundidad en el 2018) a 4.22 nacimientos por cada mil mujeres (tasa máxima de fecundidad en el 2012). El grupo etario de diecisiete años presenta rangos de tasas que oscilan entre 3.74 nacimientos por cada mil mujeres (tasa mínima de fecundidad en el 2019) a 5.40 nacimientos por cada mil mujeres (tasa máxima de fecundidad en el 2012). Por último, el grupo etario de dieciocho años presenta una tasa mínima de 4.47 nacimientos por cada mil mujeres (2010) y una tasa máxima de 5.35 nacimientos por cada mil adolescentes (2018).

El grupo etario de diecinueve años presenta una tasa mínima de 5 nacimientos por cada mil mujeres (2009) y una tasa máxima de 6.20 nacimientos por cada mil mujeres (2012) dentro del mismo grupo de edad analizada.

3.1.18. Izabal

A continuación, se describe gráficamente el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Izabal.

Figura 22. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Izabal**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

El departamento de Izabal presenta una tendencia creciente de la tasa de fecundidad adolescente, a partir del grupo etario de doce años, correspondiéndole a dicho grupo un valor máximo de 0.07 nacimientos por cada mil mujeres.

Esto interpreta que, en los grupos etarios de diez y once años, las tasas de fecundidad resultantes en los años analizados presentan valores cercanos e iguales a cero. Respecto del grupo etario de trece años, en el 2010 presentó una tasa máxima de fecundidad de 0.16 nacimientos por cada mil mujeres.

El grupo de mujeres de catorce años registra una tasa máxima de fecundidad de 0.74 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012. El grupo etario de quince años presenta tasas máximas por encima de la unidad, reflejando 1.49 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012 y como tasa mínima, 0.87 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2019.

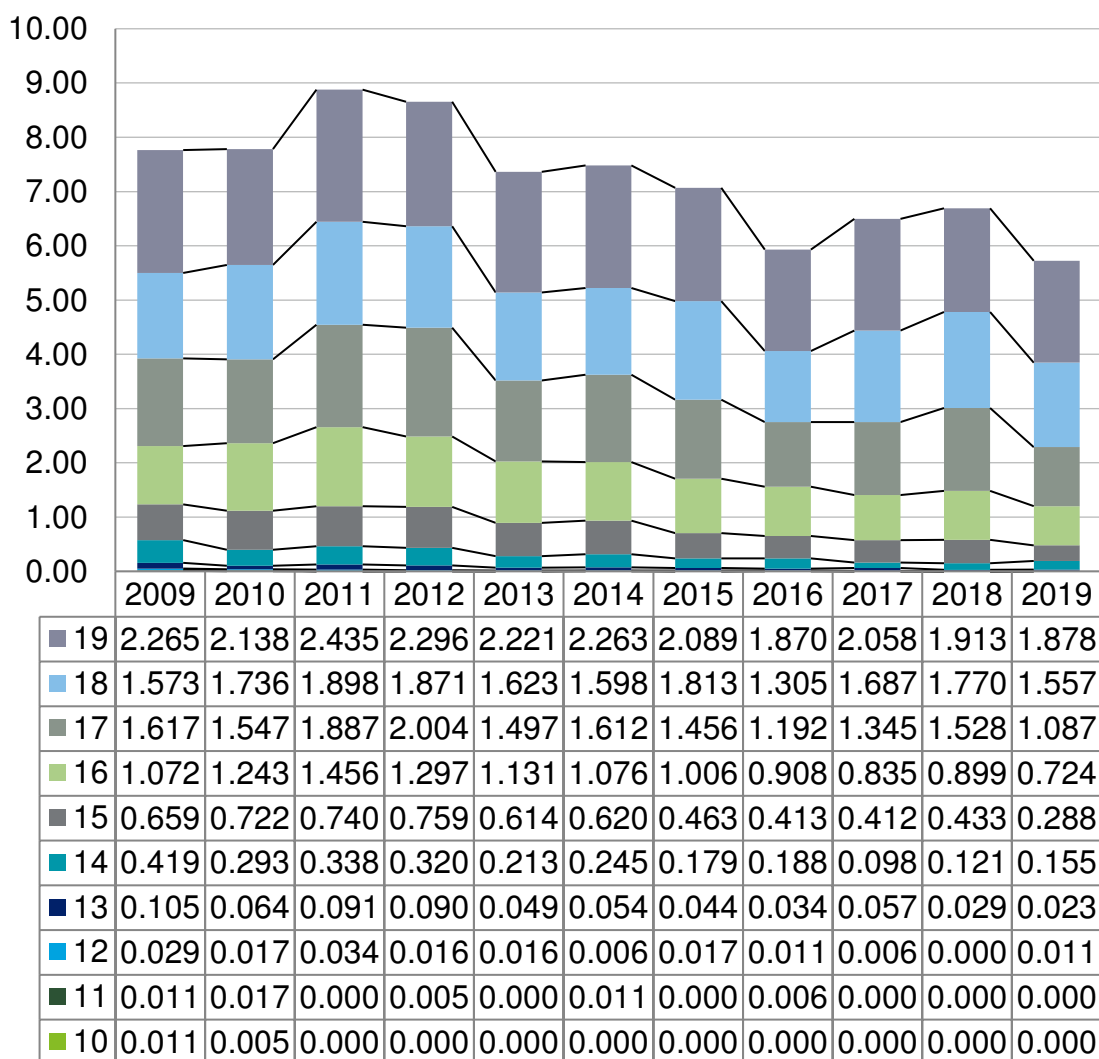
Seguidamente, el grupo de dieciséis años presenta un rango de tasas de fecundidad con valores mínimos de 1.70 nacimientos por cada mil mujeres en el 2019 y valores máximos de 2.64 nacimientos por cada mil mujeres en el 2011. El grupo etario de diecisiete años presenta una tasa mínima de fecundidad de 2.47 nacimientos por cada mil mujeres (2016) y una tasa máxima de 3.45 nacimientos por cada mil mujeres (2011).

El grupo de dieciocho años, presenta un rango de tasas de fecundidad que varían entre 2.78 nacimientos por cada mil mujeres en el 2010, a 3.58 nacimientos por cada mil mujeres en el 2014. Por último, el grupo etario de diecinueve años presenta una tasa máxima de fecundidad mínima de 3.43 nacimientos por cada mil mujeres en el 2009 y una tasa máxima de fecundidad adolescente de 4.25 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2013.

3.1.19. Zacapa

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Zacapa.

Figura 23. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Zacapa**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

El comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente en Zacapa muestra una tendencia creciente, iniciando con valores mayores o iguales a la unidad a partir del grupo etario de dieciséis años.

A continuación, se dan a conocer las tasas máximas establecidas a partir del grupo etario de diez a quince años, como se presenta a continuación: diez años, 0.011 nacimientos por cada mil mujeres (2009); once años, 0.017 nacimientos por cada mil mujeres; doce años, 0.017 nacimientos por cada mil mujeres; trece años, 0.091 nacimientos por cada mil mujeres; catorce años, 0.42 nacimientos por cada mil mujeres y quince años, 0.76 nacimientos por cada mil mujeres.

Tal y como se indicó con anterioridad, la tasa de fecundidad adolescente del grupo etario de dieciséis años presenta una tasa mínima de fecundidad de 0.84 nacimientos por cada mil mujeres (2017) y una tasa máxima de 1.47 nacimientos por cada mil mujeres (2011). Respecto del grupo de diecisiete años, durante el 2019 presentó la tasa mínima de fecundidad de 1.09 nacimientos por cada mil mujeres y durante el 2012 la tasa máxima de fecundidad (2 nacimientos por cada mil mujeres).

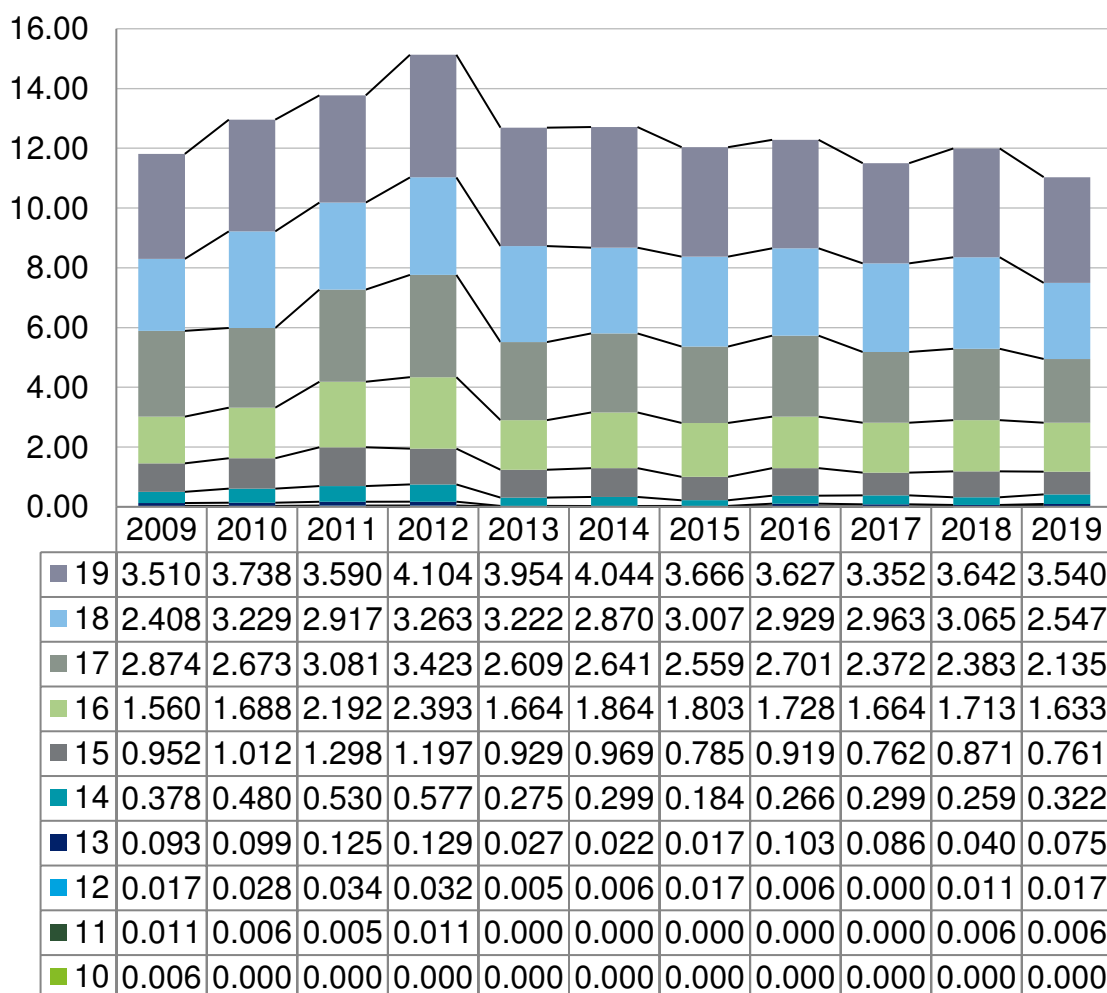
Respecto del grupo etario de dieciocho años, presentó en el 2019 su tasa mínima de 1.56 nacimientos por cada mil mujeres; así mismo, durante el 2011 se dio la tasa máxima de 1.90 nacimientos por cada mil mujeres

Es en el grupo de diecinueve años en donde se presentan las mayores tasas de fecundidad, de acuerdo con los resultados obtenidos por departamento, presenta en el 2016 su tasa mínima (1.87 nacimientos por cada mil mujeres) y su tasa máxima en el 2011 (2.44 nacimientos por cada mil mujeres).

3.1.20. Chiquimula

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Chiquimula.

Figura 24. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Chiquimula**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

La figura 24 permite identificar que, el departamento de Chiquimula presenta tasas de fecundidad con valores cercanos o iguales a cero para los grupos etarios de diez y once años; lo que permite deducir que durante la serie de años analizados (2009 - 2019), no existió un registro de nacimientos entre las edades de mujeres indicadas. Respecto de la tasa de fecundidad establecida para el grupo etario de doce años, se identifica que durante el 2011 se registró la tasa máxima de fecundidad adolescente del grupo, siendo esta de 0.034 nacimientos por cada mil mujeres. En el grupo de trece años de edad se identifica que, en el 2012 se presenta la tasa máxima de fecundidad, la cual corresponde a 0.13 nacimientos por cada mil mujeres.

En el grupo de catorce años de edad, durante el 2012 se registraron las tasas de fecundidad más altas (0.58 nacimientos por cada mil mujeres). El grupo etario de quince años presenta tasas de fecundidad con valores superiores a la unidad, siendo la tasa mínima del grupo la registrada en el 2019 (0.76 nacimientos por cada mil mujeres) y la tasa máxima la registrada durante el 2011, que ascendió a 1.30 nacimientos por cada mil mujeres dentro del mismo grupo etario. Respecto del grupo de dieciséis años, el rango de tasas de fecundidad presenta valores mínimos de 1.56 nacimientos por cada mil mujeres (2009) y valores máximos de 2.39 nacimientos por cada mil mujeres (2012).

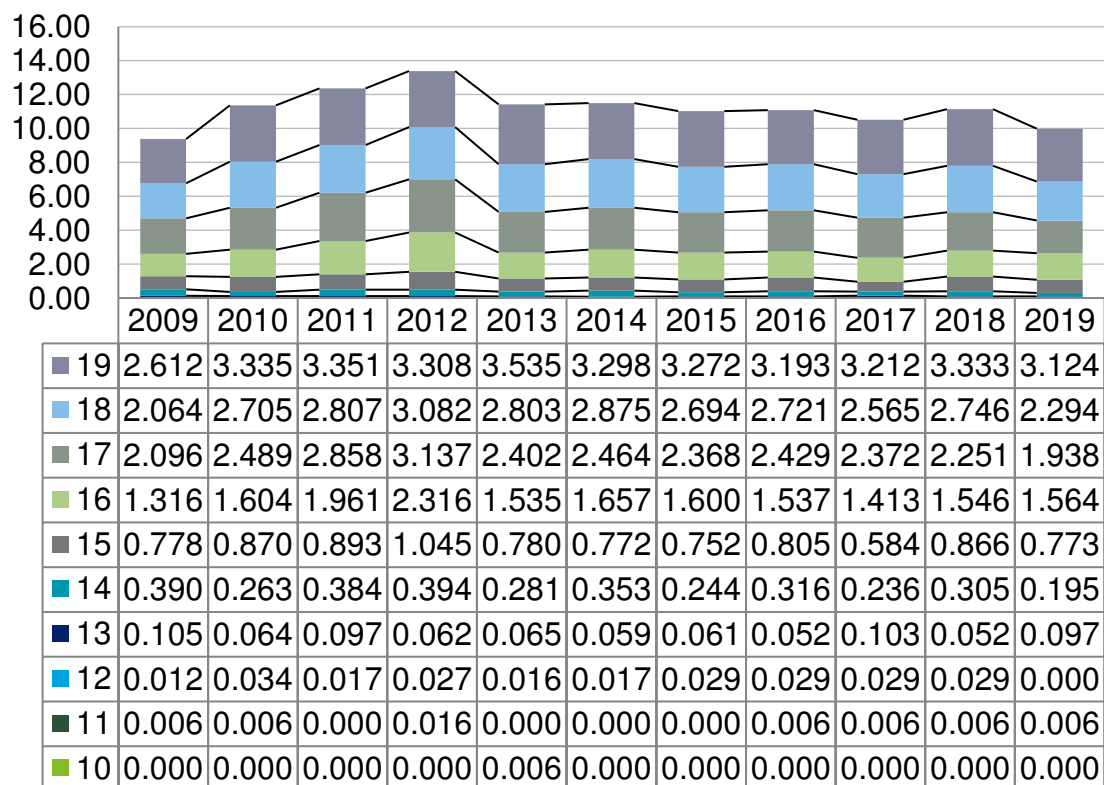
El grupo etario de diecisiete años presentó una tasa mínima de fecundidad en el 2019, de 2.13 nacimientos por cada mil adolescentes, así como una tasa máxima de 3.42 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012. En el grupo de dieciocho años, se presentó la tasa mínima de fecundidad de 2.41 nacimientos por cada mil adolescentes en el 2009; así también, en el 2012 la tasa máxima de fecundidad con valor de 3.26 nacimientos por cada mil mujeres, valor que se encuentra por debajo de la tasa máxima establecida para el grupo de diecisiete años indicado en párrafos anteriores.

Por último, el grupo etario de diecinueve años sigue mostrando las tasas más altas de fecundidad adolescente, presentando su valor mínimo de 3.35 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2017 y su valor máximo de 3.74 nacimientos por cada mil mujeres durante el año 2010.

3.1.21. Jalapa

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Jalapa.

Figura 25. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Jalapa**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

Respecto del comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente en Jalapa, puede observarse que la tasa máxima que alcanza la serie se ubica siempre en el grupo etario de diecinueve años, el cual, durante el 2013 ascendió a 3.54 nacimientos por cada mil mujeres. Por otro lado, la tasa mínima registrada en el mismo grupo etario, fue observada en el 2019 con 3.12 nacimientos por cada mil mujeres. En el grupo etario de dieciocho años de edad, el rango de las tasas de fecundidad oscila entre un valor mínimo de 2.57 nacimientos por cada mil mujeres en el 2017 y un valor máximo de 3.08 nacimientos en el 2012.

Le sigue el grupo etario de diecisiete años, el cual durante el 2019 alcanzó la tasa mínima de 1.94 nacimientos por cada mil mujeres y durante el 2012, los 3.14 nacimientos por cada mil mujeres, que corresponden a su tasa máxima. El grupo de dieciséis años presentó en el 2009 una tasa mínima de fecundidad de 1.32 nacimientos por cada mil mujeres y durante el 2012 una tasa máxima de fecundidad de 2.32 nacimientos por cada mil mujeres de la misma edad.

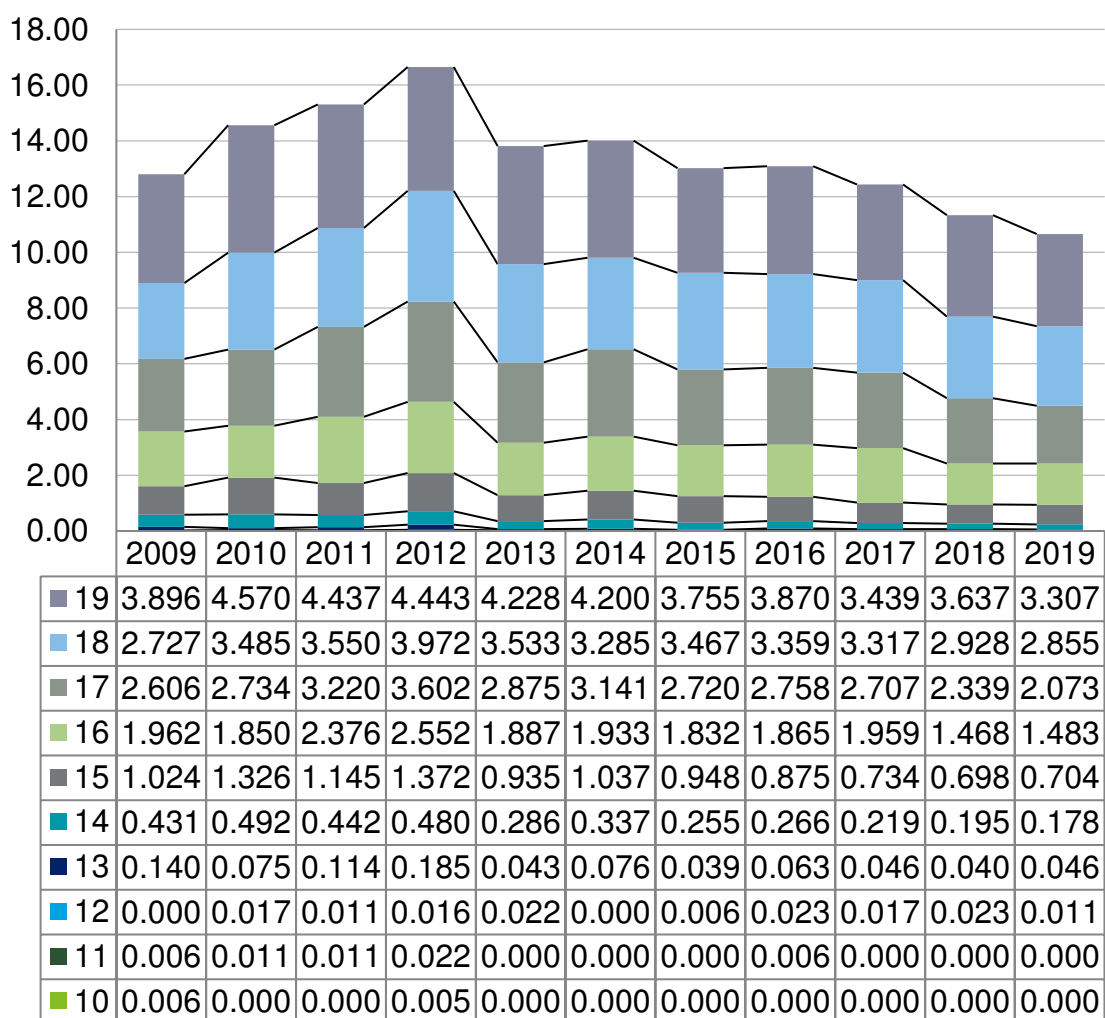
Respecto del grupo etario de quince años, su tasa máxima de fecundidad adolescente fue registrada en el 2012 con 1.05 nacimientos por cada mil mujeres, y su tasa mínima con 0.58 nacimientos por cada mil mujeres en el 2017.

A partir del grupo etario de catorce años se presentan tasas de fecundidad adolescente por debajo de la unidad, por lo que a continuación se detallan las tasas máximas obtenidos en los grupos siguientes: catorce años, 0.39 nacimientos por cada mil mujeres (2012); trece años, 0.105 nacimientos por cada mil mujeres (2009); doce años, 0.034 nacimientos por cada mil mujeres (2010); once años, 0.016 nacimientos por cada mil mujeres (2012) y por último, la tasa de fecundidad máxima alcanzada en el grupo etario de diez años fue de 0.006 nacimientos por cada mil mujeres (2013) dentro del mismo grupo de edad.

3.1.22. Jutiapa

En la gráfica siguiente se describe el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica en el departamento de Jutiapa.

Figura 26. **Comportamiento tasa de fecundidad adolescente (2009-2019) en el departamento de Jutiapa**



Fuente: elaboración propia, utilizando Excel.

En el departamento de Jutiapa se establece que las tasas de fecundidad de los grupos de diez y once años, presentan valores iguales o cercanos a cero; lo cual confirma un nulo o bajo registro de nacimientos en los grupos de edad indicados.

Desde el grupo etario de doce años hasta el de catorce años, se presentan en toda la serie de datos, valores por debajo de la unidad, por lo que a continuación se detallan las tasas máximas obtenidas por grupo de edad: doce años, 0.02 nacimientos por cada mil mujeres (2016); trece años, 0.19 nacimientos por cada mil mujeres (2012); catorce años, 0.49 nacimientos por cada mil mujeres (2010). A partir del grupo etario de quince años puede observarse un rango de tasas de fecundidad que presentan valores por encima de la unidad, correspondiéndole al grupo una tasa mínima de 0.70 nacimientos por cada mil mujeres en el 2018 y una tasa máxima de 1.37 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012.

Respecto del grupo de dieciséis años, se observa una tasa mínima de 1.47 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2018, así como una tasa máxima de 2.55 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2012. Luego, en el grupo etario de diecisiete años se presenta un rango de tasas de fecundidad que oscilan entre valores mínimos de 2.07 nacimientos por cada mil mujeres en el 2019, y un valor máximo de 3.60 nacimientos por cada mil mujeres en el 2012.

El grupo etario de dieciocho años refleja un comportamiento mínimo en su tasa de fecundidad con valores de 2.73 nacimientos por cada mil mujeres, y valores máximos de 3.55 nacimientos por cada mil mujeres, durante los años 2009 y 2012, respectivamente. Por último, el grupo etario de diecinueve años, presenta un rango de tasas de fecundidad que oscila en valores mínimos de 3.31

nacimientos por cada mil mujeres durante el 2019 y valores máximos de 4.57 nacimientos por cada mil mujeres durante el 2010.

3.2. Análisis de conglomerados

Objetivo 2: identificar la cantidad y características de los diferentes estratos que describan la fecundidad adolescente, con base en los años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo, clasificados por el departamento de residencia de la madre durante el período del 2009 al 2019.

Para la identificación de las características principales de los departamentos agrupados por análisis de conglomerados se procedió inicialmente a dividir la información de las variables fecundidad adolescente, años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo por la operacionalización de cada variable, así como por año de observación. La operacionalización de las variables analizadas, se detalla a continuación:

Tabla II. **Agrupamiento de análisis de conglomerados**

Variables incluidas en el análisis		
Nombre	Categoría	Descripción
Fecundidad adolescente	0	Sin al menos un hijo vivo
	1	Con al menos un hijo vivo
Años cumplidos	10-19	Edad cumplida en años
Estado conyugal	1	Soltero
	2	Casado
	3	Unido
	9	Ignorado
Pueblo de pertenencia	1	Indígena
	2	No indígena
	9	Ignorado

Continuación de la tabla II.

Variables incluidas en el análisis		
Nombre	Categoría	Descripción
Nivel educativo	0	Ninguno
	1	Primaria
	2	Básica
	3	Diversificado
	4	Universitario
	9	Ignorado
Departamento de residencia	1	Guatemala (GU)
	2	El Progreso (PR)
	3	Sacatepéquez (SA)
	4	Chimaltenango (CM)
	5	Escuintla (ES)
	6	Santa Rosa (SR)
	7	Sololá (SO)
	8	Totonicapán (TO)
	9	Quetzaltenango (QZ)
	10	Suchitepéquez (SU)
	11	Retalhuleu (RE)
	12	San Marcos (SM)
	13	Huehuetenango (HU)
	14	Quiché (QC)
	15	Baja Verapaz (BV)
	16	Alta Verapaz (AV)
	17	Petén (PE)
	18	Izabal (IZ)
	19	Zacapa (ZA)
	20	Chiquimula (CQ)
	21	Jalapa (JA)
	22	Jutiapa (JU)

Fuente: elaboración propia.

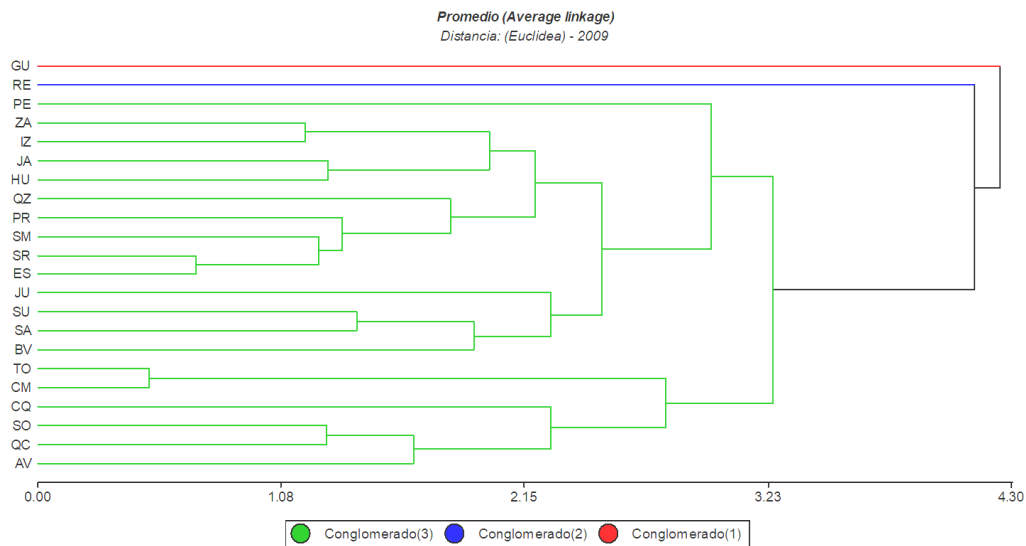
Adicional a esta operacionalización, para una mayor evaluación de la incidencia de las variables sobre la fecundidad adolescente se separó la información de cada una de las variables detalladas en la tabla II en períodos anuales.

El total de datos sujetos al análisis de conglomerados asciende a 817,492 casos, los cuales corresponden a los períodos anuales desde 2009 al 2019. Los resultados fueron obtenidos empleando el método jerárquico aglomerativo de promedio entre grupos, utilizando la distancia euclídea para conformar grupos homogéneos de los departamentos que tienen características similares. A continuación, se describen los resultados obtenidos:

3.2.1. Año 2009

Para el análisis de conglomerados del 2009, se tomaron en consideración 63,472 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.746, lo cual indica que las agrupaciones efectuadas, presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 75 %. Este porcentaje establece una menor distorsión por el agrupamiento efectuado.

Figura 27. **Dendograma correspondiente al año 2009**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

Se puede observar en la figura 27 que el primer conglomerado, representado en color rojo, agrupa al departamento de Guatemala, con 8,934 casos de fecundidad adolescente.

El segundo conglomerado, representado en color azul, agrupa al departamento de Retalhuleu, el cual presentó 1,585 casos de fecundidad adolescente durante el 2009.

El tercer conglomerado, simbolizado en color verde, agrupa un total de 52,953 casos de fecundidad adolescente, representando en un primer nivel los departamentos de Chimaltenango y Totonicapán; en un segundo nivel se agrupa Escuintla y Santa Rosa; en un tercer nivel, Izabal y Zacapa; en un cuarto nivel, la agrupación del segundo nivel junto con San Marcos; en un quinto nivel, Sololá y Quiché; en un sexto nivel, Huehuetenango y Jalapa; en un séptimo nivel, la

agrupación del cuarto nivel junto con El Progreso; el octavo nivel presenta los departamentos de Sacatepéquez y Suchitepéquez; en un noveno nivel, se incluye la agrupación del quinto nivel junto con Alta Verapaz; en el décimo nivel, el departamento de Quetzaltenango junto con la agrupación del séptimo nivel; en un undécimo nivel, la agrupación del octavo nivel junto con el departamento de Baja Verapaz.

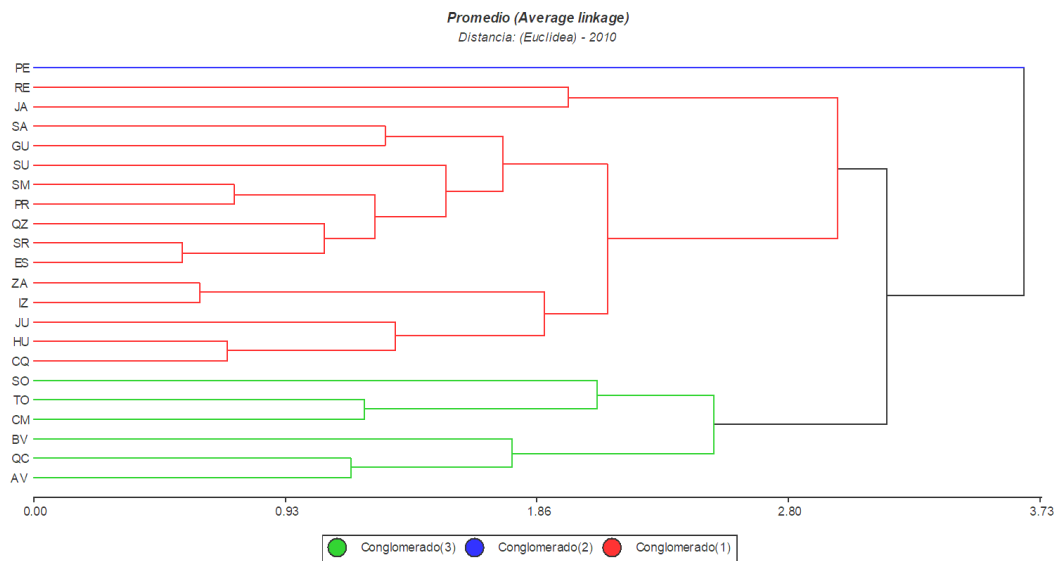
El duodécimo nivel presenta la agrupación del sexto nivel, junto con la agrupación del tercer nivel; en el decimotercer nivel se presenta la agrupación del décimo nivel junto con la agrupación del duodécimo nivel; en el nivel decimocuarto se agrupa al departamento de Chiquimula junto con la agrupación del noveno nivel; en el decimoquinto nivel se incluye la agrupación del undécimo nivel junto con el departamento de Jutiapa; en el decimosexto nivel se presenta la agrupación del decimotercero nivel junto con la del decimoquinto nivel; en el nivel decimoséptimo se presenta el grupo de departamentos del primer nivel junto con el decimocuarto nivel.

En la decimoctava posición se ubica el departamento de Petén junto con la agrupación de departamentos del decimosexto nivel; por último, el segundo conglomerado se unifica con la unión del decimoctavo y decimoséptimo nivel.

3.2.2. Año 2010

Para la realización del análisis de conglomerados correspondiente al 2010 se tomaron en consideración 72,432 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.769, lo cual indica que las agrupaciones efectuadas, presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 77 %. Este porcentaje establece una menor distorsión por el agrupamiento efectuado.

Figura 28. **Dendograma correspondiente al año 2010**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

El primer conglomerado, identificado con color rojo, agrupa un total de 48,716 casos de fecundidad adolescente, representando en un primer nivel a los departamentos de Escuintla y Santa Rosa; en un segundo nivel a Izabal y Zacapa; en un tercer nivel, Huehuetenango y Chiquimula; en un cuarto nivel, El Progreso y San Marcos; el quinto nivel está representado por Quetzaltenango y la agrupación de departamentos del primer nivel; en el sexto nivel se encuentran ubicadas las agrupaciones del cuarto y quinto nivel; en el séptimo, se ubican los departamentos de Jutiapa y la agrupación del tercer nivel; en el octavo nivel se encuentran los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez.

En el noveno nivel, se ubican las agrupaciones del sexto nivel junto con el departamento de Suchitepéquez; en el décimo, la agrupación anterior del noveno nivel junto con la agrupación del octavo; en el undécimo nivel se ubica la agrupación del segundo y séptimo nivel; en un nivel superior, duodécimo, se

ubican los departamentos de Retalhuleu y Jalapa; seguidamente, en el decimotercer nivel se encuentran las agrupaciones del décimo y undécimo nivel; finalmente, en el decimocuarto nivel se ubican las agrupaciones del nivel anterior, decimotercer nivel, y las agrupaciones del duodécimo nivel.

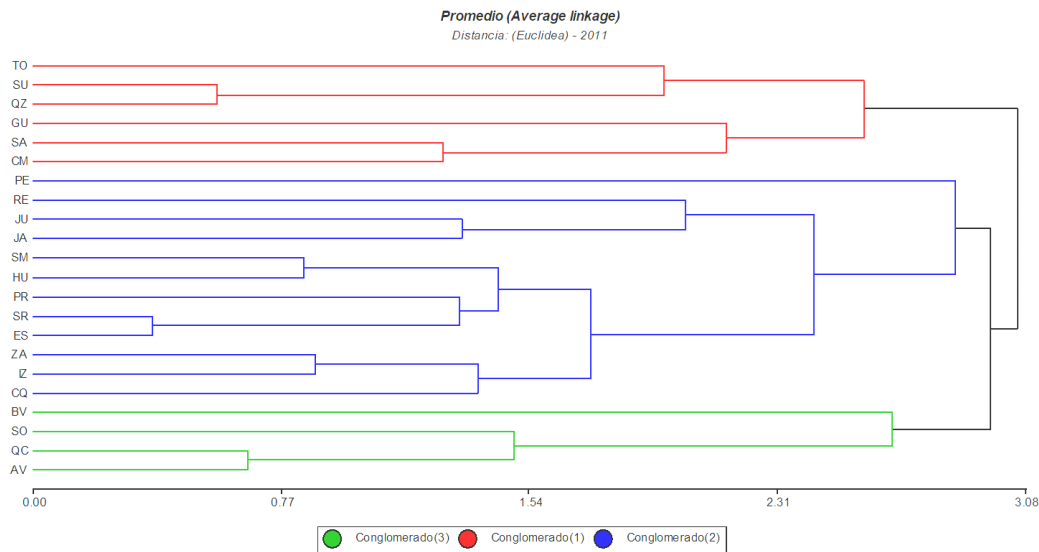
En el segundo conglomerado, representado en color azul, se agrupan 3,652 casos de fecundidad adolescente, que corresponden únicamente al departamento de Petén.

Por último, el tercer conglomerado, identificado con color verde, agrupa 20,064 casos de fecundidad adolescente, representando en un primer nivel a los departamentos de Quiché y Alta Verapaz; seguido de un segundo nivel con Chimaltenango y Totonicapán; en el tercer nivel están ubicados los departamentos de Baja Verapaz y la agrupación del primer nivel; el cuarto nivel está representado por el departamento de Sololá y el grupo de departamentos agrupados en el segundo nivel; por último, en el quinto nivel están las agrupaciones del tercer y cuarto nivel.

3.2.3. Año 2011

Para el análisis de conglomerados del 2011 se tomaron en consideración 77,957 observaciones estandarizadas, de las cuales se conformaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.646, lo cual indica que las agrupaciones efectuadas presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 65 %.

Figura 29. **Dendograma correspondiente al año 2011**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

La figura 29 indica que en el primer conglomerado, identificado con el color rojo, están ubicadas 22,750 casos de fecundidad adolescente, ubicándose en un primer nivel los departamentos de Quetzaltenango y Suchitepéquez; seguidamente, Sacatepéquez y Chimaltenango; en el tercer nivel del clúster se ubica Totonicapán junto con el grupo de departamentos del primer nivel; en un cuarto nivel está ubicado el departamento de Guatemala junto con la agrupación del segundo nivel; por último, en un quinto nivel, están agrupados los grupos indicados en el tercer y cuarto nivel.

Seguidamente, el segundo conglomerado, identificado con el color azul, está conformado por 38,383 casos de fecundidad adolescente, representando en el primer nivel a los departamentos de Escuintla y Santa Rosa; en el segundo, a San Marcos y Huehuetenango; seguidamente, en el tercer nivel, Izabal y Zacapa; en un cuarto nivel se ubica El Progreso junto con el grupo de departamentos

indicados en el primer nivel; seguidamente, en un quinto nivel se agrupan los departamentos de Jalapa y Jutiapa; en un sexto nivel, el departamento de Chiquimula junto con el grupo indicado en el tercer nivel; en el séptimo se ubican las agrupaciones del segundo y cuarto nivel; en el octavo, las del sexto y séptimo nivel.

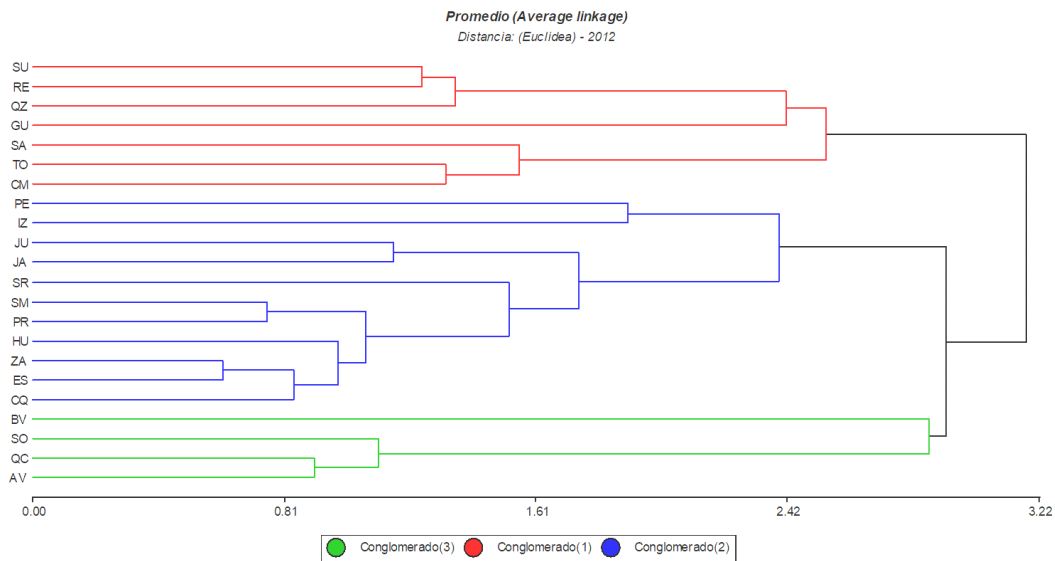
En el noveno nivel está ubicado el departamento de Retalhuleu, junto con el quinto nivel de departamentos agrupados; en el décimo, se encuentran los departamentos agrupados en el octavo y noveno nivel; por último, en el undécimo nivel se ubica el departamento de Petén junto con la agrupación del décimo nivel.

El tercer conglomerado, identificado con color verde, representa 16,824 casos de fecundidad adolescente, que se agrupan de la siguiente manera: en el primer nivel se ubican los departamentos de Quiché y Alta Verapaz; en el segundo, el departamento de Sololá junto con los departamentos agrupados en el primer nivel; por último, en el tercer nivel, se ubica la agrupación de departamentos del segundo nivel junto con Baja Verapaz.

3.2.4. Año 2012

Para la realización del análisis de conglomerados correspondiente al 2012, se tomaron en consideración 84,654 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.739; esto indica que las agrupaciones efectuadas presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 74 %. Este porcentaje establece una menor distorsión por el agrupamiento efectuado.

Figura 30. **Dendograma correspondiente al año 2012**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

El primer conglomerado, identificado con el color rojo, contiene 26,849 casos de fecundidad adolescente. En el primer nivel se agrupan los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu; en el segundo, se observa Chimaltenango y Totonicapán; seguidamente, en el tercer nivel se ubica Quetzaltenango, junto con el clúster del primer nivel; en el cuarto nivel se observa el departamento de Sacatepéquez junto con el grupo de departamentos detallados en el segundo nivel; en el quinto nivel se ubica el departamento de Guatemala junto con el clúster del tercer nivel; por último, en el sexto nivel, se incluyen las agrupaciones de departamentos indicados en el cuarto y quinto nivel.

El segundo conglomerado, representado con azul, agrupa 39,493 casos de fecundidad adolescente, agrupados de la siguiente manera: en un primer nivel, se ubican los departamentos de Escuintla y Zacapa; en el segundo, los departamentos de El Progreso y San Marcos; en un tercero, la agrupación

indicada en el primer nivel junto con el departamento de Chiquimula; en un cuarto nivel se observa la agrupación de departamentos del tercer nivel, junto con Huehuetenango; en el quinto, se ubican las agrupaciones del segundo y cuarto nivel.

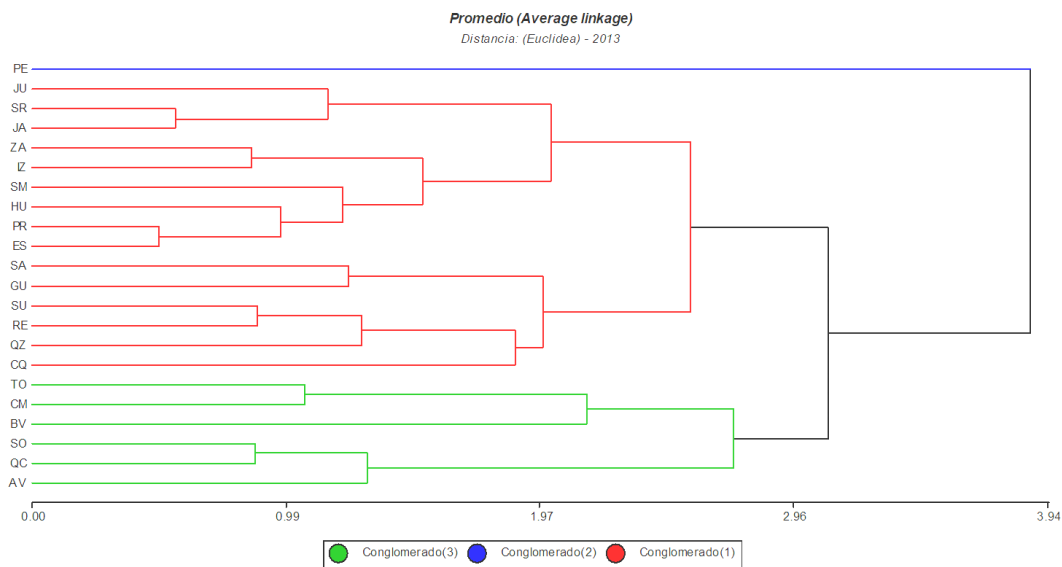
En el sexto nivel se identifican los departamentos de Jalapa y Jutiapa; seguidamente, en el séptimo nivel, las agrupaciones del quinto nivel junto con el departamento de Santa Rosa; posteriormente, en el octavo nivel aparecen las agrupaciones del sexto y séptimo nivel; en el noveno, los departamentos de Petén e Izabal; en el décimo, los departamentos del octavo y noveno nivel.

Por último, el tercer conglomerado, identificado con color verde, representa 18,312 casos de fecundidad adolescente, los cuales se dividen de la siguiente manera: en el primer nivel se identifican los departamentos de Quiché y Alta Verapaz; en el segundo, se ubica el departamento de Sololá junto con el clúster del primer nivel; finalmente, en el tercero, se ubica el departamento de Baja Verapaz junto con el segundo clúster.

3.2.5. Año 2013

Para el análisis de conglomerados del 2013 se tomaron en consideración 74,214 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.758, lo cual indica que las agrupaciones efectuadas presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 76 %.

Figura 31. **Dendograma correspondiente al año 2013**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

El primer conglomerado, identificado con color rojo, agrupa 50,260 casos de fecundidad adolescente. A continuación se presenta la agrupación obtenida: en un primer nivel, se ubican los departamentos de El Progreso y Escuintla; en el segundo, los departamentos de Santa Rosa y Jalapa; en el tercero, Suchitepéquez y Retalhuleu; en un cuarto nivel, los departamentos de Izabal y Zacapa; seguidamente, en el quinto nivel, la agrupación de departamentos del primer nivel junto con el departamento de Huehuetenango; en el sexto nivel, se ubica el departamento de Jutiapa junto con el grupo representado por el segundo nivel; en un séptimo nivel, el departamento de San Marcos junto con el clúster del quinto nivel.

En el octavo nivel se ubican los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez; seguidamente, en el noveno, el departamento de Quetzaltenango junto con el clúster del tercer nivel; en el décimo, puede observarse el clúster del

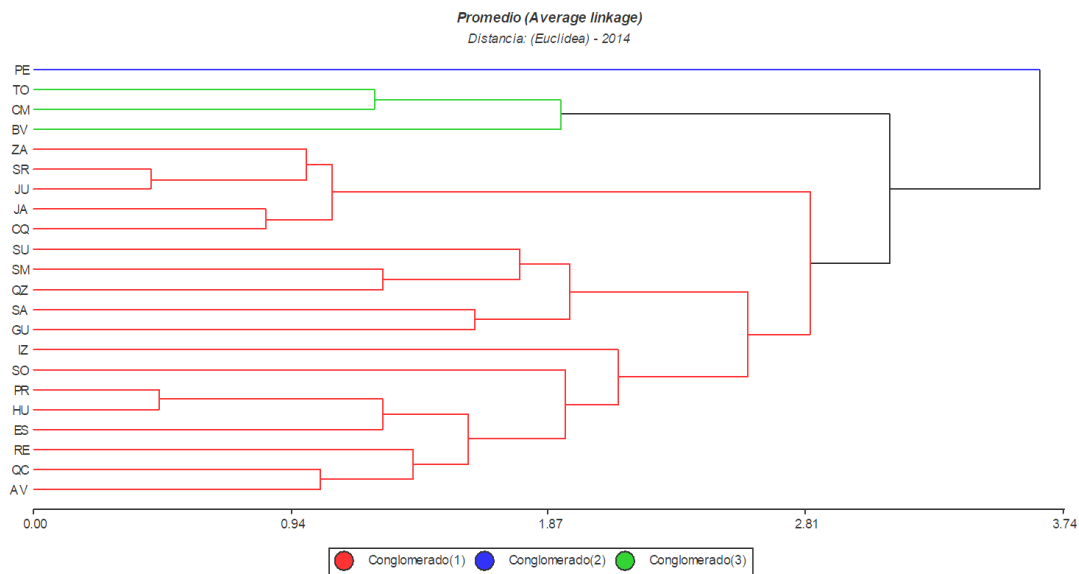
cuarto nivel junto con el del séptimo; en el undécimo nivel se ubica el clúster del noveno nivel junto con el departamento de Chiquimula; en el duodécimo nivel se ubica el clúster del nivel anterior, undécimo, junto con el del octavo nivel; en el decimotercer nivel están ubicados los grupos de departamentos del sexto nivel, junto con el clúster del décimo nivel; por último, en un decimocuarto nivel, se agrupan los clústeres del duodécimo y decimotercer nivel.

El segundo conglomerado, identificado con color azul, agrupa únicamente al departamento de Petén, el cual representa 3,999 observaciones de fecundidad adolescente durante el 2013. Seguidamente, el tercer conglomerado, representado por el color verde, agrupa 19,955 casos de fecundidad adolescente, los cuales se dividen en la siguiente manera: en el primer nivel, están agrupados los departamentos de Sololá y Quiché; en el segundo, los departamentos de Chimaltenango y Totonicapán; en el tercero, el clúster del primer nivel junto con el departamento de Alta Verapaz; en un cuarto nivel se ubica el departamento de Baja Verapaz con el clúster indicado en el segundo nivel; por último, el quinto nivel está integrado por los clústeres del tercer y cuarto nivel.

3.2.6. Año 2014

Para el análisis de conglomerados del 2014 se tomaron en consideración 77,201 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.684, lo cual indica que las agrupaciones efectuadas presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 68 %.

Figura 32. **Dendograma correspondiente al año 2014**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

El primer conglomerado, identificado con color rojo, agrupa a la mayoría de casos de fecundidad adolescente durante el año, el cual asciende a 67,122 observaciones. Su clasificación, presenta los siguientes resultados: en el primer nivel se agrupan los departamentos de Santa Rosa y Jutiapa; en el segundo, se identifican los departamentos de El Progreso y Huehuetenango; el tercer clúster contiene a los departamentos de Chiquimula y Jalapa; seguidamente, en el cuarto nivel, se ubica el departamento de Zacapa junto con el clúster identificado en el primer nivel; el quinto nivel agrupa a los departamentos de Quiché y Alta Verapaz; en el sexto, se observan los agrupamientos de los clústeres tercero y cuarto.

En el séptimo nivel se ubican los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos; en un nivel superior, el octavo, se ubica el departamento de Escuintla junto con el clúster indicado en el segundo nivel; en el noveno nivel se identifica

el departamento de Retalhuleu junto con la agrupación de departamentos descrita en el quinto nivel; en el décimo nivel se agrupan los departamentos del octavo y noveno nivel; en el undécimo nivel se ubican los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez; en el duodécimo, el departamento de Suchitepéquez junto con el clúster del séptimo nivel; en el decimotercero, se identifican las agrupaciones indicadas en el undécimo nivel junto con el departamento de Sololá.

En el decimocuarto nivel se ubican las agrupaciones indicadas en los niveles duodécimo y undécimo; en el nivel decimoquinto se identifican los departamentos agrupados en el decimotercer nivel junto con el departamento de Izabal; seguidamente, en el decimosexto, se identifican las agrupaciones realizadas en el decimocuarto y decimoquinto nivel; por último, en el decimoséptimo nivel se ubican las agrupaciones del nivel anterior, decimosexto, junto con las agrupaciones del nivel sexto.

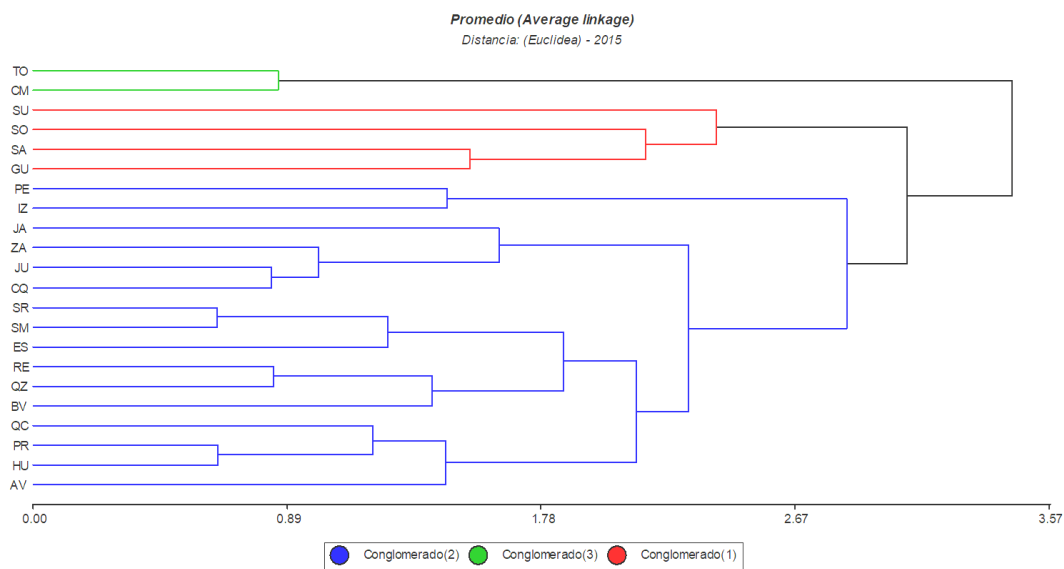
El segundo conglomerado, identificado con color azul, agrupa únicamente al departamento de Petén, el cual representa 4,089 observaciones de fecundidad adolescente durante el 2014. Seguidamente, el tercer conglomerado, identificado con color verde, agrupa 5,990 casos de fecundidad adolescente, los cuales se jerarquizan de la siguiente manera: en un primer nivel, se ubican los departamentos de Chimaltenango y Totonicapán; en el segundo, se identifica la unión entre el primer nivel junto con el departamento de Baja Verapaz.

3.2.7. Año 2015

Para el análisis de conglomerados del 2015 se tomaron en consideración 74,750 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.652, lo cual

indica que las agrupaciones efectuadas, presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 65 %.

Figura 33. Dendograma correspondiente al año 2015



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

El primer conglomerado, identificado con color rojo, agrupa 15,434 casos de fecundidad adolescente. Su clasificación presenta los siguientes resultados: en un primer nivel se ubican los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez; en el segundo, está el nivel anterior junto con el departamento de Sololá; por último, en un tercer nivel, está ubicado el grupo de departamentos del segundo nivel junto con Suchitepéquez.

En el segundo conglomerado, representado en color azul, se presenta la mayoría de observaciones, que ascienden a 55,068 casos de fecundidad adolescente, agrupados en 16 departamentos de la siguiente manera: en el primer nivel, El Progreso y Huehuetenango; en el segundo, cercano gráficamente

al primero, los departamentos de Santa Rosa y San Marcos; en el tercero, los departamentos de Quetzaltenango y Retalhuleu; en el cuarto, los departamentos de Chiquimula y Jutiapa; en el quinto, se identifica al departamento de Zacapa junto con el clúster del cuarto nivel; en el sexto nivel se ubica el departamento de Quiché junto con el grupo de departamentos del primer nivel.

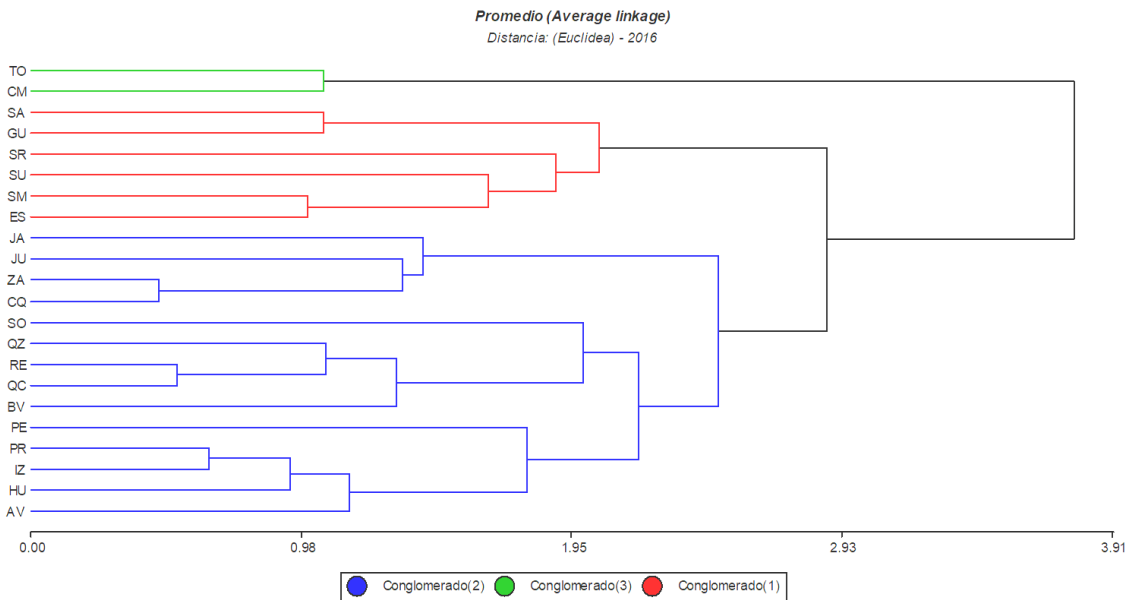
En el séptimo nivel se ubica el departamento de Escuintla junto con el clúster del segundo nivel; en un octavo nivel se ubica el departamento de Baja Verapaz junto con el clúster del tercer nivel; en el noveno nivel se identifica el departamento de Alta Verapaz junto con el clúster del sexto nivel; en el décimo nivel se ubican los departamentos de Petén e Izabal; luego, en el undécimo, se ubican las agrupaciones del quinto nivel junto con el departamento de Jalapa; en el duodécimo, pueden observarse las agrupaciones del séptimo y octavo nivel; en el decimotercero, las agrupaciones del duodécimo y noveno nivel; en el decimocuarto, las agrupaciones del undécimo y decimotercer nivel; por último, en el decimoquinto nivel se observan los clústeres del decimocuarto y décimo nivel.

En el tercer clúster, identificado con color verde, se agrupan únicamente en un primer nivel, los departamentos de Chimaltenango y Totonicapán, los cuales incluyen 4,248 observaciones de fecundidad adolescente.

3.2.8. Año 2016

Para el análisis de conglomerados del 2016 se tomaron en consideración 74,025 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.723, lo cual indica que las agrupaciones efectuadas presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 72 %.

Figura 34. **Dendograma correspondiente al año 2016**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

El primer conglomerado, identificado en color rojo, agrupa 25,741 observaciones de fecundidad adolescente, agrupadas en los siguientes niveles jerárquicos: en un primer nivel, se ubican los departamentos de Escuintla y San Marcos; en un segundo, están identificados los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez; en el tercero, se agrupan los departamentos del primer nivel junto con Suchitepéquez; seguidamente, en el cuarto nivel, se ubica el clúster del tercer nivel junto con el departamento de Santa Rosa; por último, en el quinto nivel, se agrupan los clústeres del segundo y cuarto nivel.

El segundo conglomerado del 2016, está identificado con color azul, y agrupa a la mayoría de departamentos; asciende a 43,881 observaciones de fecundidad adolescente, las cuales son representadas de la siguiente manera: en el primer nivel, los departamentos de Zacapa y Chiquimula; en el segundo, se

ubican Retalhuleu y Quiché; en el tercero, se identifican los departamentos de El Progreso e Izabal; en el cuarto, se agrupan los departamentos del tercer nivel junto con Huehuetenango; en el quinto, se identifica el departamento de Quetzaltenango junto con el clúster del segundo nivel; en el sexto se agrupan los departamentos del cuarto nivel junto con Alta Verapaz.

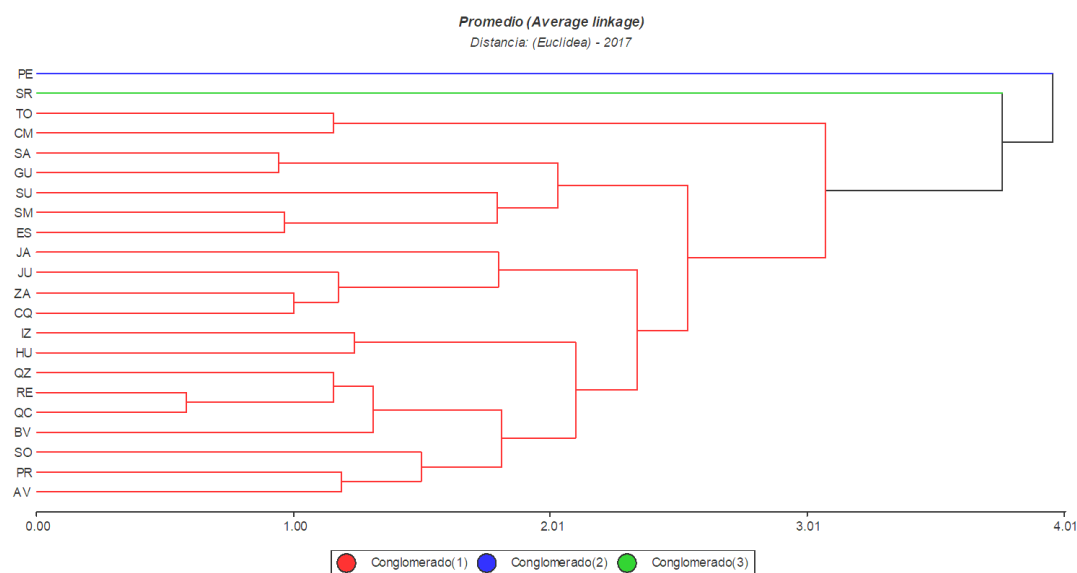
En el séptimo nivel se identifica el departamento de Baja Verapaz junto con el clúster del quinto nivel; en el octavo nivel se ubica el clúster del primer nivel junto con el departamento de Jutiapa; seguidamente, en el noveno nivel se identifica el clúster del nivel anterior, junto con el departamento de Jalapa; en el décimo nivel se ubican los departamentos agrupados en el sexto nivel junto con Petén; en el undécimo nivel se ubica el departamento de Sololá junto con el clúster del séptimo nivel; seguidamente, en el duodécimo nivel se agrupan los clústeres del décimo y undécimo nivel; en el último, se agrupan los departamentos del duodécimo y noveno nivel.

El tercer conglomerado, identificado en color verde, agrupa en un solo nivel 4,403 observaciones de fecundidad adolescente de los departamentos de Chimaltenango y Totonicapán.

3.2.9. Año 2017

Para el análisis de conglomerados del 2017 se tomaron en consideración 74,348 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.734, lo cual indica que las agrupaciones efectuadas, presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 73 %.

Figura 35. **Dendograma correspondiente al año 2017**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

El primer conglomerado, representado en color rojo, agrupa 20 departamentos durante el 2017, con un total de casos de fecundidad adolescente de 68,789. A continuación se detalla la agrupación realizada: en el primer nivel, se ubican los departamentos de Retalhuleu y Quiché; en el segundo, se agrupa Guatemala junto con Sacatepéquez; en el tercero, se identifican los departamentos de Escuintla y San Marcos; en un cuarto nivel, se ubican Zacapa y Chiquimula; en el quinto, se agrupa el departamento de Quetzaltenango junto con el clúster del primer nivel. En el sexto nivel se identifica el departamento de Chimaltenango y Totonicapán.

En el séptimo nivel se encuentra el departamento de El Progreso y Alta Verapaz; en el octavo, el departamento de Jutiapa junto con la agrupación de departamentos del cuarto nivel; en el noveno, los departamentos de

Huehuetenango e Izabal; en el décimo, se identifica el departamento de Baja Verapaz junto con el clúster del quinto nivel; en el undécimo nivel se identifica el grupo de departamentos ubicados en el séptimo nivel junto con Sololá; en el duodécimo nivel se agrupa el departamento de Suchitepéquez y el conjunto de departamentos indicados en el tercer nivel; en el decimotercero, se identifican las agrupaciones del décimo y undécimo nivel.

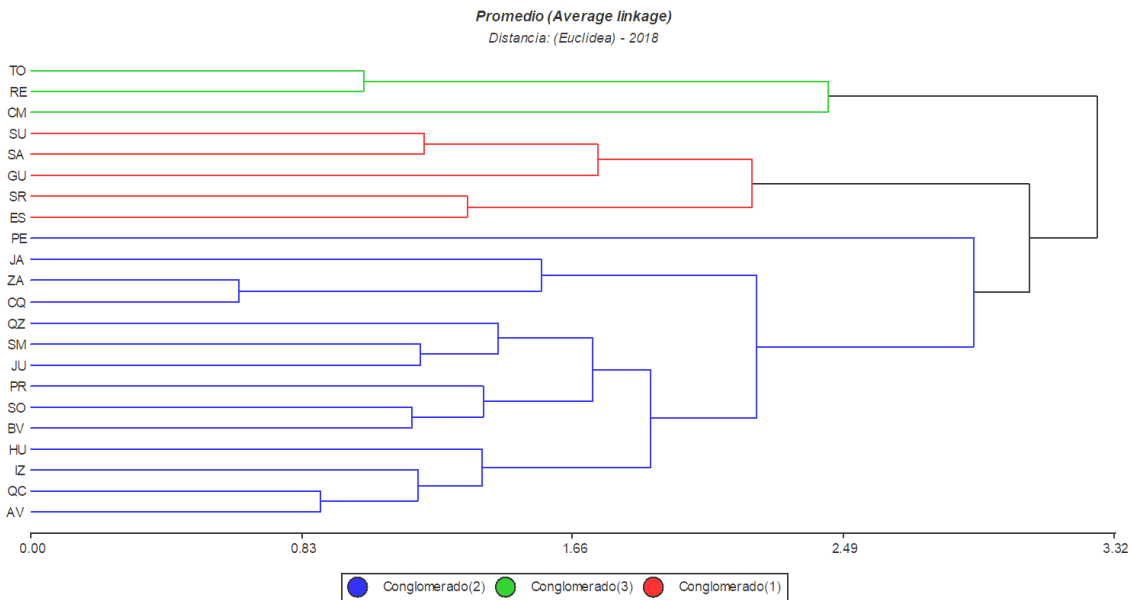
En el decimocuarto nivel se agrupa el departamento de Jalapa y el clúster identificado en el octavo nivel; en el decimoquinto nivel se ubican los clústeres del duodécimo y segundo nivel; en el decimosexto, se ubican los clústeres del noveno y decimotercer nivel; en el decimoséptimo, los clústeres del decimosexto y decimocuarto nivel; en el decimoctavo, se identifican los clústeres del decimoséptimo nivel junto con el decimoquinto; por último, en el decimonoveno nivel se agrupan los grupos de departamentos ubicados en el decimoctavo y sexto nivel.

En el segundo conglomerado, identificado con color azul, se ubica el departamento de Petén, con 3,781 observaciones de fecundidad adolescente durante el 2017. Por último, el tercer conglomerado, de color verde, presenta las observaciones de fecundidad adolescente del departamento de Santa Rosa, las cuales ascendieron a 1,778.

3.2.10. Año 2018

Para el análisis de conglomerados del 2018 se tomaron en consideración 74,582 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.649; esto significa que las agrupaciones efectuadas presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 65 %.

Figura 36. **Dendograma correspondiente al año 2018**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

El primer conglomerado, identificado con color rojo, incluye cuatro departamentos, que presentan un total de 9,098 observaciones de fecundidad adolescente, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: en un primer nivel, se ubica Suchitepéquez y Sacatepéquez; en el segundo, Escuintla y Santa Rosa; en el tercero, se identifica la agrupación del primer nivel junto con el departamento de Guatemala; por último, en un cuarto nivel, se observan las agrupaciones de departamentos ubicados en los niveles segundo y tercero.

El segundo conglomerado, representado con el color azul, alberga la mayoría de observaciones de fecundidad adolescente, ascendiendo estas a 49,785 en catorce departamentos; las mismas se agrupan de la siguiente manera: en el primer nivel, los departamentos Zacapa y Chiquimula; en el segundo, Quiché y Alta Verapaz; en el tercero, Sololá y Baja Verapaz; en el

cuarto nivel se ubica el departamento de Izabal junto con el clúster del segundo nivel; en el quinto se incluyen los departamentos de Jutiapa y San Marcos; en el sexto nivel se identifica el departamento de El Progreso junto con el clúster del tercer nivel.

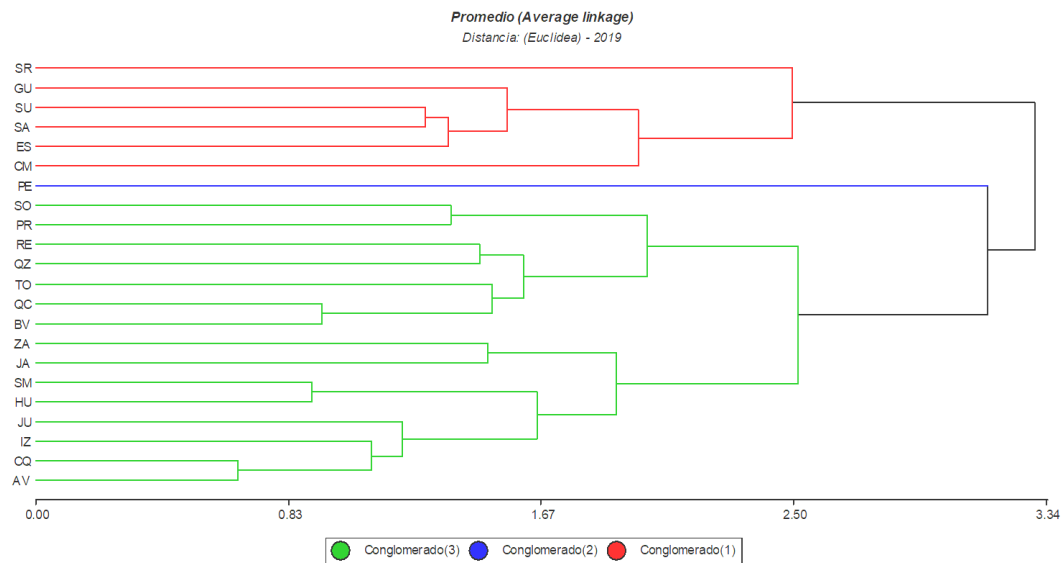
En el séptimo nivel se presenta el departamento de Huehuetenango con la agrupación de departamentos del cuarto nivel; en el octavo nivel, el departamento de Quetzaltenango junto con el clúster del quinto nivel; en el noveno nivel se ubica el departamento de Jalapa junto con el clúster del primer nivel; en el décimo, se identifica el clúster del sexto nivel junto con el del octavo nivel; en el undécimo nivel se agrupan los departamentos del décimo y séptimo nivel; en el duodécimo nivel se identifican los clústeres del noveno y undécimo; por último, en el decimotercer nivel se identifican los departamentos de Petén junto con el clúster del duodécimo nivel.

El tercer conglomerado, identificado con color verde, agrupa 5,965 observaciones de fecundidad adolescente, representada por tres departamentos y dividida de la siguiente manera: en un primer nivel, los departamentos de Totonicapán y Retalhuleu; en un segundo nivel se ubica la agrupación del primer nivel junto con el departamento de Chimaltenango.

3.2.11. Año 2019

Para el análisis de conglomerados del 2019 se tomaron en consideración 69,857 observaciones estandarizadas, de las cuales resultaron tres conglomerados con un coeficiente de correlación cofenética de 0.728; esto indica que las agrupaciones efectuadas presentan una semejanza significativa respecto de las observaciones iniciales del 73 %.

Figura 37. **Dendograma correspondiente al año 2019**



Fuente: elaboración propia, utilizando paquete Infostat.

En el primer conglomerado, identificado con color rojo, se presentan 19,270 casos de fecundidad adolescente, agrupados en seis departamentos de la siguiente manera: en el primer nivel, los departamentos de Sacatepéquez y Suchitepéquez; en el segundo, se agrupa el primer nivel junto con el departamento de Escuintla; en el tercero, se identifica el departamento de Guatemala junto con los departamentos del segundo nivel; en el cuarto nivel se ubica la agrupación anterior, junto con el departamento de Chimaltenango; en el quinto nivel se ubica el departamento de Santa Rosa junto con el clúster del cuarto nivel. El segundo conglomerado, caracterizado en color azul, representa un único departamento, Petén, con un total de 3,587 casos de fecundidad adolescente durante el 2019.

Por último, el tercer conglomerado, representado en color verde, alberga un total de 47,000 observaciones de fecundidad adolescente en quince

departamentos, los cuales son agrupados de la siguiente manera: en el primer nivel, Alta Verapaz y Chiquimula; en el segundo, los departamentos de San Marcos y Huehuetenango; en el tercero, Quiché y Baja Verapaz; en el cuarto nivel se identifica el primer grupo de departamentos ubicados en el primer nivel junto con Izabal; en el quinto nivel se observa el clúster del cuarto nivel junto con el departamento de Jutiapa; en el sexto nivel se observan los departamentos de El Progreso y Sololá; en el séptimo nivel se identifican los departamentos de Quetzaltenango y Retalhuleu.

En el octavo nivel se ubican los departamentos de Jalapa y Zacapa; en el noveno, se observa el departamento de Totonicapán junto con la agrupación de departamentos del tercer nivel; en el décimo nivel se ubica el clúster del noveno y séptimo nivel; en el undécimo nivel se observa la agrupación del segundo y quinto nivel; en el duodécimo se identifica la agrupación de los departamentos del décimo y octavo nivel; en el decimotercero, se observan las agrupaciones del sexto y décimo nivel; por último, en el decimocuarto nivel se identifican las agrupaciones del duodécimo y decimotercer nivel.

3.3. Características generales de las adolescentes del estudio

Objetivo 3: identificar los factores que estadísticamente expliquen la ocurrencia del embarazo adolescentes de 10 a 19 años, por medio de un modelo de regresión logística.

A continuación, se presentan las principales características del total de adolescentes entre 10 a 19 años en Guatemala al año 2018, con base en las cifras publicadas en el XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda (2019). El cuadro III establece que el 6.84 % (111,714) de las mujeres adolescentes analizadas son madres y el 93.16% (1,522,216) restante, no lo es.

Los cinco principales departamentos de residencia del total de adolescentes entre 10 a 19 años se ubican en los departamentos de Guatemala (17.10 %), Alta Verapaz (8.82 %), Huehuetenango (8.53 %), San Marcos (7.38 %) y Quiché (7.33 %). Los principales estados conyugales de las mujeres adolescentes son: solteras (90.46 %), unidas (7.59 %) y casadas (1.53 %). Las principales etnias registradas por la población, corresponden a ladina (52.73 %) y maya (44.91 %).

La mayoría (el 61.61 % o 1,006,623) de las adolescentes presentan un nivel educativo primario, seguido por el 33.30 % (544,080) con un nivel medio (básico y diversificado); es importante resaltar que el 3.65 % de la población adolescente (59,671) no cuenta con al menos un año de educación. Por último, el 50.16 % (819,607) de las adolescentes, vive en zona urbana y el 49.84 % (814,323) restante en zona rural. Este último porcentaje, es mayor al nacional, debido a que, según el XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda (2019), el 46.20 % de la población reside en áreas rurales.

Tabla III. **Distribución de la población adolescente de 10 a 19 años en Guatemala, por característica, según XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda; año 2018**

Característica	Población	%
Fecundidad adolescente		
Sí	111,714	6.84
No	1,522,216	93.16
Total	1,633,930	100.00
Departamento de residencia		
Guatemala	279,465	17.10
El Progreso	18,061	1.11
Sacatepéquez	33,178	2.03
Chimaltenango	71,151	4.35

Continuación de la tabla III.

Escuintla	74,224	4.54
Santa Rosa	42,045	2.57
Sololá	50,060	3.06%
Totonicapán	49,667	3.04
Quetzaltenango	85,113	5.21
Suchitepéquez	61,374	3.76
Retalhuleu	35,142	2.15
San Marcos	20,600	7.38
Huehuetenango	39,316	8.53
Quiché	19,800	7.33
Baja Verapaz	34,371	2.10
Alta Verapaz	44,094	8.82
Petén	64,186	3.93
Izabal	46,150	2.82
Zacapa	25,587	1.57
Chiquimula	47,157	2.89
Jalapa	40,389	2.47
Jutiapa	52,800	3.23
Total	1,633,930	100.00
Estado conyugal		
Soltera	1,478,090	90.46
Unida	123,956	7.59
Característica	Población	%
Estado conyugal		
Casada	24,976	1.53
Separada de una unión libre	5,902	0.36
Separada de un matrimonio	421	0.03
Divorciada	69	0.004
Viuda	516	0.03
Total	1,633,930	100.00

Continuación de la tabla III.

Pueblo de pertenencia	Población	%
Maya	733,861	44.91
Garífuna	1,963	0.12
Xinka	31,947	1.96
Afrodescendiente/Creole/Afromestizo	2,987	0.18
Ladina	861,542	52.73
Extranjera	1,630	0.10
Total	1,633,930	100.00
Nivel educativo		
Ninguno	59,671	3.65
Preprimaria	12,265	0.75
Primaria	1,006,623	61.61
Nivel medio (básico y diversificado)	544,080	33.30
Licenciatura	11,291	0.69
Total	1,633,930	100.00
Área		
Urbana	819,607	50.16
Rural	814,323	49.84
Total	1,633,930	100.00

Fuente: elaboración propia, cálculos realizados con base en los datos del XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda (2019).

3.4. Análisis de regresión logística binaria

Previo a la presentación de los resultados del análisis de regresión logística binomial o binaria, se procedió inicialmente a categorizar las variables fecundidad adolescente, años cumplidos, área, departamento de residencia, pueblo de pertenencia, nivel educativo y estado conyugal con los posibles valores categóricos que podía tomar cada una de las observaciones sujetas al análisis

de regresión (1,633,930). En la tabla IV se presenta la codificación de cada variable:

Tabla IV. **Codificación de análisis de regresión logística binaria**

Variables incluidas en el análisis		
Nombre	Categoría	Descripción
Fecundidad adolescente	0	Sin al menos un hijo vivo
	1	Con al menos un hijo vivo
Años cumplidos	10-19	Edad cumplida en años
Estado conyugal	1	Soltera
	2	Unida
	3	Casada
	4	Separada de una unión libre
	5	Separada de un matrimonio
	6	Divorciada
	7	Viuda
Pueblo de pertenencia	1	Maya
	2	Garífuna
	3	Xinca
	4	Afrodescendiente/ <i>Creole</i> /Afromestizo
	5	Ladina
	6	Extranjera
Nivel educativo	1	Ninguno
	2	Preprimaria
	3	Primaria
	4	Nivel medio (básico y diversificado)
	5	Licenciatura
	6	Maestría
	7	Doctorado

Continuación de la tabla IV.

Área	1	Urbana
	2	Rural
Nombre	Categoría	Descripción
Departamento de residencia	1	Guatemala
	2	El Progreso
	3	Sacatepéquez
	4	Chimaltenango
	5	Escuintla
	6	Santa Rosa
	7	Sololá
	8	Totonicapán
	9	Quetzaltenango
	10	Suchitepéquez
	11	Retalhuleu
	12	San Marcos
	13	Huehuetenango
	14	Quiché
	15	Baja Verapaz
	16	Alta Verapaz
	17	Petén
	18	Izabal
	19	Zacapa
	20	Chiquimula
	21	Jalapa
	22	Jutiapa

Fuente: elaboración propia.

3.4.1. Resumen de procesamiento de casos

Como primer paso, se procedió a seleccionar las observaciones sujetas al análisis de regresión logística binaria. Para ello, se identificaron y excluyeron del presente análisis las observaciones que presentaban valores desconocidos o nulos. La tabla V presenta un resumen de los datos incluidos en el análisis:

Tabla V. **Procesamiento de datos para regresión logística binaria**

Tipo de caso		N	Porcentaje
Casos seleccionados	Incluido en el análisis	1,633,930.00	99.06
	Casos perdidos	15,430.00	0.94
	Total	1,649,360.00	100.00
Casos no seleccionados		-	-
Total		1,649,360.00	100.00

Fuente: elaboración propia, utilizando paquete de IBM SPSS.

La tabla anterior establece que se analizó el 99.06 % de la base de datos del XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda (2019), lo cual corresponde a 1,633,930 observaciones; mismas que coinciden con la caracterización de las adolescentes de 10 a 19 años detallada en el apartado 3.3.

3.4.2. Resultados en bloque inicial

En este bloque inicial es calculada la verosimilitud del modelo, suponiendo que únicamente es tomado en consideración el término constante β_0 . Debido a que la verosimilitud L está comprendida entre valores 0 y 1, el programa

estadístico IBM SPSS ofrece el logaritmo neperiano de la verosimilitud (LL), que es un número negativo; o bien, el menos dos veces el logaritmo neperiano de la verosimilitud (-2LL), que se interpreta como un número positivo. Este estadístico permite identificar hasta qué punto el modelo estadístico se ajusta de manera correcta a los datos.

A continuación, en la tabla VI se presentan los resultados en el bloque inicial del modelo:

Tabla VI. **Resultado de bloque inicial**

Tabla de clasificación ^{a, b}					
Observado			Pronosticado		
			Fecundidad		Porcentaje
			,00	1,00	correcto
Paso 0	Fecundidad	No madre	1522216	0	100.0
		Madre	111714	0	0.0
	Porcentaje global				93.2
a.	La constante se incluye en el modelo.				
b.	El valor de corte es ,500				

Fuente: elaboración propia, utilizando programa IBM SPSS.

La tabla anterior permite evaluar el ajuste del modelo de regresión logístico binario únicamente con un solo parámetro en la ecuación, permitiendo comparar los valores predichos con los valores observados. El programa IBM SPSS emplea un punto de corte de la probabilidad de la variable dependiente Y , para clasificar a los individuos en el punto de 0.5. De esta manera, las mujeres para las que la ecuación calcula una probabilidad < 0.5 se clasifican como “no madre”, mientras

que si la probabilidad es > 0.5 se clasifican como “madre”. Los resultados de este bloque inicial, indican que el modelo ha sido clasificado correctamente en un 93.20 % de los casos.

3.4.3. Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo

Para identificar si dentro de los coeficientes de las variables independientes del modelo, al menos existe uno que es distinto a cero y, por ende, presenta una significancia estadística aceptable, son aplicadas las pruebas ómnibus.

Esta prueba evalúa mediante una prueba de Chi Cuadrado, la hipótesis nula de que los coeficientes β de todas las variables, con excepción de la constante, incluidas en el modelo, son iguales a cero. El estadístico Chi Cuadrado para este contraste es la resta entre el valor de -2LL para el modelo que incluye únicamente la constante y el valor de -2LL para el modelo con las variables sujetas al análisis de regresión. La tabla VII presenta los resultados obtenidos:

Tabla VII. Pruebas ómnibus de coeficientes de modelo

		Chi-cuadrado	gl	Sig.
Paso 1	Paso	464,180.564	38	0.000
	Bloque	464,180.564	38	0.000
	Modelo	464,180.564	38	0.000

Fuente: elaboración propia, utilizando programa IBM SPSS.

Como puede observarse en la tabla VII, existen tres entradas (paso, bloque y modelo). La fila paso corresponde al cambio de verosimilitud (de -2LL) entre

pasos sucesivos en la construcción del modelo, contrastando la hipótesis nula que los coeficientes de las variables añadidas en el último paso son cero.

Seguidamente, la fila bloque explica el cambio en -2LL entre bloques de entrada sucesivos durante la construcción del modelo. Al no utilizar bloques en el presente modelo, el estadístico de Chi Cuadrado será el mismo que el presentado en la fila modelo. Por último, la fila modelo explica la diferencia entre el valor de -2LL para el valor, únicamente, de la constante y el valor de -2LL para el modelo actual. La significación estadística resultante (0.000), establece que el modelo con las variables independientes introducidas (área, años cumplidos, departamento de residencia, pueblo de pertenencia, nivel educativo y estado conyugal) mejora el ajuste de modelo de forma significativa.

3.4.4. Bondad de ajuste del modelo logístico binomial

A continuación, se presentan las bondades de ajuste del modelo de regresión logístico, con base al logaritmo de verosimilitud, R cuadrado de Cox y Snell y el R cuadrado de Nagelkerke, para evaluar de forma global su validez.

Tabla VIII. Resumen del modelo

Paso	Logaritmo de la verosimilitud -2	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	350,842.070 ^a	0.247	0.630
a. La estimación ha terminado en el número de iteración 8 porque las estimaciones de parámetro han cambiado en menos de .001.			

Fuente: elaboración propia, utilizando programa IBM SPSS.

El modelo resultante establece respecto del logaritmo de la verosimilitud (-2LL), establece que luego de ocho interacciones, se ha obtenido el valor que mejor se ajusta a los datos del modelo. En relación con R cuadrado de Cox y Snell, este se ha calculado con la comparación del logaritmo de verosimilitud (LL) para el modelo respecto del logaritmo de verosimilitud (LL) para un modelo de línea base.

El valor de 0.247 establece que el 25 % de la variación de la variable dependiente es explicada por las variables incluidas en el modelo. Por último, el R cuadrado de Nagelkerke, al ser una versión corregida del R cuadrado de Cox y Snell, se tomará como la bondad de ajuste explicativa en el presente análisis. El valor de este R cuadrado, es de 0.630, lo cual indica que el modelo propuesto explica el 63 % de la varianza de la variable dependiente.

3.4.5. Resultados de las variables independientes en el modelo de regresión logística binaria

En la tabla IX se presentan los resultados del modelo de regresión logístico binario propuesto. Es importante mencionar que, este tipo de regresiones toman en consideración una categoría como referencia para compararla con cada uno de los valores resultantes.

En los resultados presentados a continuación, se toma en consideración la última categoría de cada variable cualitativa como referencia.

Tabla IX. Variables en la ecuación de regresión logística binaria

Variables en la ecuación		B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp (B)
Área							
Ref. = Rural	Urbana	0.055	0.010	28.798	1	0.000	1.057
Númerica	Años cumplidos	0.611	0.003	34,955.014	1	0.000	1.842
Departamento de residencia							
Ref= Jutiapa				1,122.916	21	0.000	
	Guatemala	0.307	0.030	107.316	1	0.000	1.360
	El Progreso	0.270	0.050	28.715	1	0.000	1.310
	Sacatepéquez	0.243	0.045	29.209	1	0.000	1.276
	Chimaltenango	0.066	0.038	3.089	1	0.079	1.068
	Escuintla	0.349	0.033	111.779	1	0.000	1.418
	Santa Rosa	0.421	0.038	123.580	1	0.000	1.523
	Sololá	-0.071	0.041	3.028	1	0.082	0.931
	Totonicapán	0.000	0.041	0.000	1	0.998	1.000
	Quetzaltenango	0.455	0.034	179.452	1	0.000	1.576
	Suchitepéquez	0.347	0.035	96.126	1	0.000	1.415
	Retalhuleu	0.397	0.040	97.099	1	0.000	1.487
	San Marcos	0.575	0.032	332.494	1	0.000	1.777
	Huehuetenango	0.271	0.031	75.301	1	0.000	1.311
	Quiché	0.035	0.033	1.112	1	0.292	1.035
	Baja Verapaz	0.199	0.040	24.747	1	0.000	1.221

Continuación de la tabla IX.

Variables en la ecuación		B	Error estándar	Wald	Gl	Sig.	Exp(B)
	Alta Verapaz	0.138	0.032	18.631	1	0.000	1.148
	Petén	0.194	0.033	34.031	1	0.000	1.215
	Izabal	0.189	0.037	26.476	1	0.000	1.208
	Zacapa	0.042	0.045	0.903	1	0.342	1.043
	Chiquimula	0.181	0.037	23.574	1	0.000	1.198
	Jalapa	0.141	0.038	13.665	1	0.000	1.151
Pueblo de pertenencia							
Ref= Extranjera				302.242	5	0.000	
	Maya	-0.508	0.144	12.457	1	0.000	0.602
	Garífuna	-0.276	0.192	2.078	1	0.149	0.759
	Xinca	-0.389	0.148	6.877	1	0.009	0.678
Afrodescendiente Creole/ Afromestizo							
		-0.166	0.179	0.860	1	0.354	0.847
	Ladina	-0.296	0.144	4.245	1	0.039	0.744
Nivel educativo							
Ref= Licenciatura				3,912.887	4	0.000	
	Ninguno	1.755	0.061	825.530	1	0.000	5.785
	Preprimaria	1.644	0.089	338.402	1	0.000	5.178
	Primaria	1.615	0.059	760.451	1	0.000	5.026
	Nivel medio (básico y diversificado)	1.028	0.058	311.052	1	0.000	2.795
Estado conyugal							
Ref= Viuda				153,460.43	6	0.000	
	Soltera	-4.710	0.128	1362.705	1	0.000	0.009
	Unida	-0.911	0.127	51.056	1	0.000	0.402
	Casada	-1.095	0.128	73.135	1	0.000	0.334
	Separada de una unión libre	0.648	0.133	23.557	1	0.000	1.911
	Separada de un matrimonio	-0.405	0.177	5.255	1	0.022	0.667
	Divorciada	-0.880	0.293	9.017	1	0.003	0.415
	Constante	-10.76	0.212	2582.90	1	0.000	0.000

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa IBM SPSS.

Primeramente, el modelo de regresión logístico binario codificó las variables categóricas, con base en un sistema de 0 y 1; representando con valor 0 la categoría de referencia en cada una de las variables que presentaron dos o más opciones de salida; en el modelo resultante esta codificación tomó como valores de referencia (0); las siguientes categorías de las cinco variables cualitativas analizadas son: rural (área), Jutiapa (departamento de residencia), extranjera (pueblo de pertenencia), licenciatura (nivel educativo) y viuda (estado conyugal).

Seguidamente, con un nivel de significancia del 5 %, se establece que las variables: área, años cumplidos, nivel educativo y estado conyugal presentan coeficientes estadísticamente significativos en cada una de las categorías incluidas por variable. Respecto de las variables departamento de residencia y pueblo de pertenencia, presentan algunas categorías mayores al nivel de significancia del 5 %, lo cual establece que, ambas variables presentan parcialmente categorías estadísticamente significativas que permiten explicar el comportamiento de la fecundidad adolescente.

Por último, dentro de las variables pueblo de pertenencia y estado conyugal, se presentan categorías con *odds ratio* inferiores a la unidad y coeficientes estadísticamente significativos. En estos casos, se procedió a calcular el valor inverso de dichos *odds ratio* para la interpretación de los resultados.

3.4.5.1. Interpretación de *odds ratio*

A continuación, se interpretarán los resultados obtenidos por cada una de las variables independientes sujetas al modelo de regresión logística binomial resultante:

- Área: una mujer adolescente presenta 1.06 veces más probabilidad de ser madre si reside en un área urbana frente a si reside en un área rural.
- Años cumplidos: un incremento de unidad en la edad de una mujer adolescente, presenta 1.84 veces más probabilidad de ser madre dentro del grupo etario entre 10 y 19 años de edad.
- Departamento de residencia:
 - Una mujer adolescente que vive en el departamento de Guatemala presenta 1.36 veces más probabilidad de ser madre en comparación con quien resida en el departamento de Jutiapa.
 - Una mujer adolescente que reside en el departamento de El Progreso presenta 1.31 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que viva en el departamento de Jutiapa.
 - Una mujer adolescente que reside en el departamento de Sacatepéquez presenta 1.28 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que viva en el departamento de Jutiapa.
 - El residir en el departamento de Chimaltenango no presenta una probabilidad significativa de ser madre.
 - Una mujer adolescente que vive en el departamento de Escuintla presenta 1.42 veces más probabilidad de ser madre en comparación con quien resida en el departamento de Jutiapa.

- Una mujer adolescente que vive en el departamento de Santa Rosa, presenta 1.52 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que resida en el departamento de Jutiapa.
- El residir en el departamento de Sololá, no presenta una probabilidad significativa de ser madre.
- Si se reside en el departamento de Totonicapán, no existe probabilidad significativa de ser madre.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de Quetzaltenango, presenta 1.58 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que viva en el departamento de Jutiapa.
- Una mujer adolescente que viva en el departamento de Suchitepéquez, presenta 1.42 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que resida en el departamento de Jutiapa.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de Retalhuleu, presenta 1.49 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que tenga su residencia en el departamento de Jutiapa.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de San Marcos, presenta 1.78 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que viva en el departamento de Jutiapa.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de Huehuetenango, presenta 1.31 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que viva en el departamento de Jutiapa.

- El residir en el departamento de Quiché, no presenta una probabilidad significativa de ser madre.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de Baja Verapaz, presenta 1.22 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que viva en el departamento de Jutiapa.
- Una mujer adolescente que vive en el departamento de Alta Verapaz, presenta 1.15 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que resida en el departamento de Jutiapa.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de Petén, presenta 1.22 veces más probabilidad de ser madre en comparación con que tenga su residencia el departamento de Jutiapa.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de Izabal, presenta 1.21 veces más probabilidad de ser madre en comparación con alguien que tenga su residencia en el departamento de Jutiapa.
- El residir en el departamento de Zacapa no presenta una probabilidad significativa de ser madre.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de Chiquimula, presenta 1.20 veces más probabilidad de ser madre en comparación con que se tenga residencia en el departamento de Jutiapa.
- Una mujer adolescente que reside en el departamento de Jalapa, presenta 1.15 veces más probabilidad de ser madre en comparación con que tuviera su residencia en el departamento de Jutiapa.

- Pueblo de pertenencia:
 - Una mujer adolescente que no pertenezca al pueblo aya, tiene 1.66 veces más probabilidad de ser madre en comparación con una mujer adolescente extranjera.
 - El que una mujer adolescente pertenezca a un pueblo garífuna no presenta una probabilidad significativa de ser madre.
 - Una mujer adolescente que no pertenezca a un pueblo xinca, tiene 1.47 veces más probabilidad de ser madre en comparación con una mujer adolescente extranjera.
 - El que una mujer adolescente pertenezca a un pueblo afrodescendiente, *creole* o afromestizo no presenta una probabilidad significativa de ser madre.
 - Una mujer adolescente que no sea ladina, tiene 1.34 veces más probabilidad de ser madre en comparación con una mujer adolescente extranjera.
- Nivel educativo:
 - Una mujer adolescente sin ningún nivel educativo presenta 5.79 veces más probabilidad de ser madre en comparación con una mujer adolescente con un nivel educativo de licenciatura.

- Una mujer adolescente con un nivel educativo preprimario presenta 5.18 veces más probabilidad de ser madre en comparación con una mujer adolescente con un nivel educativo de licenciatura.
- Una mujer adolescente con un nivel educativo primario presenta 5.03 veces más probabilidad de ser madre en comparación con una mujer adolescente con un nivel de educación de licenciatura.
- Una mujer adolescente con un nivel educativo medio (básico y diversificado) presenta 2.80 veces más probabilidad de ser madre en comparación con una mujer adolescente con un nivel educativo de licenciatura.
- Estado conyugal:
 - Una mujer adolescente que no sea soltera tiene 111.09 veces más probabilidad de ser madre, en comparación con una mujer adolescente viuda.
 - Una mujer adolescente que no presente un estado de unión libre tiene 2.49 veces más probabilidad de ser madre, en comparación con una mujer adolescente viuda.
 - Una mujer adolescente que no presente un estado de casada tiene 2.99 veces más probabilidad de ser madre, en comparación con una mujer adolescente viuda.

- Una mujer adolescente separada de una unión libre tiene 1.91 veces más probabilidad de ser madre, en comparación con una mujer adolescente viuda.
- Una mujer adolescente que no presente un estado civil de separada de un matrimonio tiene 1.50 veces más probabilidad de ser madre, en comparación a una mujer adolescente viuda.
- Una mujer adolescente que no presente un estado civil de divorciada tiene 2.41 veces más probabilidad de ser madre, en comparación con una mujer adolescente viuda.

3.4.6. Evaluación de los resultados del análisis de regresión logística binomial

Posterior a los resultados detallados en los apartados anteriores, a continuación, se detallan las pruebas de linealidad, no multicolinealidad e independencia de errores para evaluar el cumplimiento de los supuestos del modelo propuesto.

3.4.6.1. Prueba de linealidad

Este supuesto se cumple por el procedimiento realizado; ya que no se utilizó una regresión lineal múltiple, sino una regresión logística binaria. Por lo tanto, la linealidad se cumple en el modelo propuesto.

3.4.6.2. No multicolinealidad

Para la validación de este supuesto, fue realizada una regresión lineal múltiple, obteniendo los siguientes resultados mediante la aplicación del factor de inflación de la varianza (VIF).

Tabla X. Prueba de multicolinealidad

Coeficientes ^a								
Modelo	Coeficientes no estandarizados			Coeficientes estandarizados		Estadísticas de colinealidad		
	B	Error estándar	Beta	T	Tolerancia	Sig.	VIF	
1 (Constante)	-0.457	0.001		-393.967	0.000			
Área	0.003	0.000	0.006	8.928	0.000	0.841	1.189	
Años cumplidos	0.013	0.000	0.150	221.766	0.000	0.768	1.302	
Departamento de residencia	-1.634E-05	0.000	0.000	-0.652	0.514	0.877	1.141	
Pueblo de pertenencia	0.003	0.000	0.021	33.574	0.000	0.908	1.102	
Nivel educativo	-0.025	0.000	-0.067	-101.461	0.000	0.801	1.248	
Estado conyugal	0.360	0.000	0.591	930.889	0.000	0.868	1.152	
a. Variable dependiente: fecundidad adolescente								

Fuente: elaboración propia, utilizando programa IBM SPSS.

El VIF de cada una de las variables independientes del modelo de regresión lineal múltiple indican que no existe una relación lineal significativa entre las variables: área, años cumplidos, departamento de residencia, pueblo de pertenencia, nivel educativo y estado conyugal.

3.4.6.3. Independencia de errores

Para la validación de este supuesto, fue realizada una regresión lineal múltiple, obteniendo los siguientes resultados mediante la aplicación de la prueba de Durbin-Watson:

Tabla XI. Prueba de Durbin-Watson

Resumen del modelo ^b					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	.655 ^a	0.429	0.429	0.19075	0.678
a. Predictores: (constante), estado conyugal, nivel educativo, departamento de residencia, pueblo de pertenencia, área, años cumplidos.					

Fuente: elaboración propia, utilizando el programa IBM SPSS.

El valor de la prueba de Durbin-Watson (igual a 0.678) puede sugerir una posible autocorrelación o correlación serial positiva de primer orden en los términos de error.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A través de la aplicación de técnicas de análisis gráfico, multivariado e inferencial se logró caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente, así como identificar la aportación estadísticamente significativa que las variables referentes a años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica brindan en la explicación de la ocurrencia del embarazo adolescente en el grupo etario de mujeres adolescentes entre 10 a 19 años de edad.

4.1. Análisis interno

A continuación, se abordará la interpretación de los resultados obtenidos durante el proceso planteado para el cumplimiento de los objetivos.

4.1.1. Caracterización gráfica del comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente departamental

En el primer objetivo específico se buscaba caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente por departamento de residencia y edad simple de la madre durante el período de años comprendidos del 2009 al 2019. Esta caracterización gráfica fue posible, primeramente, por el cálculo de cada tasa de fecundidad adolescente, tomando en consideración el registro de nacimientos por edad simple de la madre, su lugar de residencia y la población de mujeres dentro del cada grupo etario (10 a 19 años) por cada año sujeto al análisis gráfico (2009-2019).

Al resultar 220 tasas de fecundidad por cada año, se procedió a clasificar las mismas por departamento de residencia, obteniendo así el comportamiento histórico de las diversas tasas de fecundidad, detalladas desde la figura 5 a la 26, del apartado anterior. Los resultados obtenidos reflejan que todos los departamentos presentan una tasa de fecundidad adolescente mayor, a medida que incrementa la edad del grupo etario de adolescentes analizadas. A continuación, se presentan las tasas máximas de fecundidad adolescente obtenidas por departamento, desde el 2009 al 2019.

Tabla XII. **Tasas de fecundidad adolescente máximas por departamento durante el período 2009-2019**

Departamento	Tasa de fecundidad máxima	Año de registro	Grupo etario
Guatemala	21.76	2014	19 años
Huehuetenango	14.74	2013	19 años
Alta Verapaz	13.6	2012	19 años
San Marcos	12.12	2012	19 años
Quiché	11.09	2013	19 años
Quetzaltenango	8.05	2012	19 años
Escuintla	7.15	2012	19 años
Petén	6.2	2012	19 años
Suchitepéquez	5.66	2014	19 años
Chimaltenango	5.15	2012	19 años
Jutiapa	4.57	2010	19 años
Totonicapán	4.31	2013	19 años
Izabal	4.25	2013	19 años
Chiquimula	4.1	2012	19 años
Santa Rosa	3.65	2011	19 años
Retalhuleu	3.55	2015	19 años

Continuación de la tabla XII.

Departamento	Tasa de fecundidad máxima	Año de registro	Grupo etario
Jalapa	3.54	2013	19 años
Sololá	3.45	2014	19 años
Baja Verapaz	3.12	2014	19 años
Zacapa	2.44	2011	19 años
Sacatepéquez	2.4	2014	19 años
El Progreso	1.62	2014	19 años

Fuente: elaboración propia, utilizando programa IBM SPSS.

La tabla XII indica que el grupo etario con mayor tasa de fecundidad adolescente alcanzada durante el período de años analizados es el correspondiente a los 19 años de edad. Los cinco departamentos que presentan las mayores tasas de fecundidad adolescente están ubicados en la región metropolitana: Guatemala, con 22 nacimientos por cada mil mujeres de 19 años; noroccidente: Huehuetenango y Quiché, con 15 y 11 nacimientos por cada mil mujeres de 19 años de edad, respectivamente; norte: Alta Verapaz, con 14 nacimientos por cada mil mujeres de 19 años y suroccidente: San Marcos, con 12 nacimientos por cada mil mujeres de 19 años.

El análisis gráfico realizado, permite concluir que, según la tasa máxima de fecundidad alcanzada, resalta el grupo etario de 19 años; así mismo, los años de registro correspondientes a 2010-2012, 2013-2014 y 2015 son los que presentan mayores tasas de fecundidad adolescente durante el período de años analizados; por último, la mayoría de los departamentos que presentan mayores tasas de fecundidad adolescente están ubicados en la región noroccidente y los que presentan menores tasas de fecundidad adolescente están ubicados en la región suroccidente y nororiente.

4.1.2. Análisis de conglomerados por características principales de la fecundidad adolescente

En el segundo objetivo específico se buscaba identificar la cantidad y características de los diferentes estratos que describan la fecundidad adolescente, con base en los años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo, clasificados por departamento de residencia de la madre durante el período comprendido del 2009 al 2019. Esta identificación y cuantificación de grupos homogéneos de departamentos con características similares, tomó en consideración la operacionalización de las variables detalladas en la tabla II del apartado anterior.

Es importante mencionar que previo a la operacionalización efectuada para el análisis de conglomerados, fue necesario estandarizar las categorías de las variables pueblo de pertenencia y nivel educativo, debido a que presentaban condiciones diferentes entre los años 2009 y 2019.

El análisis de conglomerados permitió la agrupación de los 22 departamentos del país en tres diferentes estratos por cada año analizado. El total de datos sujetos al análisis de conglomerados ascendió a 817,492. Los resultados fueron obtenidos empleando el método jerárquico aglomerativo de promedio entre grupos, utilizando la distancia euclídea.

Estos grupos homogéneos tienen características similares respecto de la probabilidad de ser madre, años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo. Su caracterización fue evaluada estadísticamente a través de la correlación cofenética resultante en cada año evaluado. Adicionalmente, se procedió a estandarizar las observaciones totales de cada año representado por análisis de conglomerados, debido a que las variables

analizadas presentaban diferentes categorías de respuesta, así como una diferente escala de medición.

Los resultados obtenidos permiten reflejar el fenómeno cultural y socioeconómico que caracteriza la fecundidad adolescente, debido a que la caracterización de un departamento en específico varía a lo largo de los años sujeto al análisis conglomerado. El único departamento que presentó una consistencia en su caracterización durante los once años analizados fue el de Guatemala. Este resultado puede ser explicado por ser el que tiene la más alta tasa de fecundidad adolescente, así como mayor registro de nacimientos en el país.

Respecto de los veintiún departamentos restantes, cinco presentan una clasificación en dos grupos homogéneos durante los años analizados (Sacatepéquez, Chimaltenango, Totonicapán, Suchitepéquez y Petén). Los departamentos restantes (El Progreso, Escuintla, Santa Rosa, Sololá, Quetzaltenango, Retalhuleu, San Marcos, Huehuetenango, Quiché, Baja Verapaz, Alta Verapaz, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Jalapa y Jutiapa) presentan una agrupación en tres grupos homogéneos, mismos que varían durante los años sujetos al análisis por conglomerados.

En la tabla XIII puede visualizarse la clasificación realizada por departamento durante los años 2009-2019, con base en la operacionalización de la variable, departamento de residencia (detallada en la tabla II del apartado anterior) y por clasificación de colores efectuada por el programa estadístico Infostat.

Tabla XIII. **Resumen de clasificación de conglomerados por departamento de residencia de 2009 a 2019**

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22

Fuente: elaboración propia.

4.1.3. Resultados del modelo de regresión logística binomial

El tercer objetivo específico buscaba identificar los factores que estadísticamente podían explicar la ocurrencia del embarazo adolescentes de 10 a 19 años, por medio de un modelo de regresión logística.

El modelo de regresión logística seleccionado por sus supuestos y resultados estadísticamente significativos fue el *logit* con el método de pasos

sucesivos hacia atrás (razón de verosimilitud); debido a que la variable dependiente, fecundidad adolescente, podía presentar únicamente el valor “0” si la mujer adolescente censada entre 10 a 19 años de edad no presentaba al menos un hijo vivo; o bien, un valor “1” si la mujer adolescente censada entre 10 a 19 años de edad presentaba al menos un hijo vivo.

Las variables explicativas del modelo fueron las siguientes: área, años cumplidos (entre el rango de 10 a 19 años de edad), departamento de residencia, pueblo de pertenencia, nivel educativo y estado conyugal. Estas variables lograron explicar el 63 % de la variación de la variable dependiente (fecundidad adolescente), con base en el R cuadrado de Nagelkerke.

Es importante tomar en consideración que el total de la población adolescente entre edades de 10 a 19 años fue de 1,649,360 mujeres; de las cuales fueron excluidas 15,430 observaciones por ser consideradas como casos perdidos, lo cual representó el 0.94 % de la población inicial. Derivado de lo anterior, se analizó el 99.06 % de la población entre el grupo etario, lo cual representa 1,633,930 mujeres adolescentes.

De esta población sujeta al análisis de regresión logística binaria, únicamente el 6.84 % de la población era madre (111,714 mujeres adolescentes), por lo que la población restante (93.16%) no era madre (1,522,216 mujeres adolescentes).

Con base en lo anterior, los resultados que se obtuvieron respecto de las variables independientes permitieron identificar que las variables explicativas área, años cumplidos, nivel educativo y estado conyugal presentaban una probabilidad de contraste (p-valor) menor a 0.05 en todas sus categorías, así como una probabilidad mayor a uno de ser madre, si se comparaban con las

categorías de referencia de cada variable cualitativa: área rural, nivel educativo de licenciatura y estado civil de viuda.

Respecto de las variables explicativas departamento de residencia y pueblo de pertenencia, no presentaron una probabilidad (p-valor) menor a 0.05 en todas sus categorías; no obstante, fueron tomadas estas variables como estadísticamente significativas al ser globalmente mayores las categorías con una probabilidad (p-valor) menor a 0.05 en comparación con aquellas que no presentaban dicha significancia estadística en las categorías departamentales (Chimaltenango, Sololá, Totonicapán, Quiché y Zacapa) y en las categorías de pueblo de pertenencia (garífuna y afrodescendiente/*creole*/afromestizo).

Las variables detalladas en el párrafo anterior junto con la variable estado conyugal, que presentaron una probabilidad (p-valor) estadísticamente significativo al 0.05, obtuvieron tanto probabilidades mayores o menores a uno en la interpretación de sus *odds ratio*.

Específicamente, la variable departamento de residencia presentó valores mayores a uno; esto significa que estos departamentos tienen una probabilidad mayor a uno de ser madre si se comparaban con el departamento de Jutiapa como referencia. Respecto de la variable pueblo de pertenencia, todas sus categorías estadísticamente significativas presentaron valores en sus *odds ratio* menores a uno, siendo necesario calcular el valor inverso de estos para interpretar que el no pertenecer a una etnia maya, xinca o ladina presentaba una probabilidad mayor de ser madre, si se comparaban con la raza étnica extranjera como referencia.

Por último, en el caso de la variable estado conyugal, esta presentó categorías con valores de *odds ratio* menores a uno, siendo necesario también

la obtención del inverso de este valor para interpretar que una mujer adolescente que no presente un estado civil de soltera, unida, casada, separada de un matrimonio o divorciada, presentaban una probabilidad mayor de ser madres si se comparaban con el estado conyugal de viuda. No obstante, la única categoría que presentó un *odd ratio* mayor a uno fue la separación de un matrimonio, lo cual se interpretó como la existencia de una probabilidad mayor a uno que la mujer adolescente fuera madre, en comparación con una mujer adolescente viuda.

En conclusión, los resultados obtenidos en cada objetivo específico, aportan información sobre el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente, así como los factores con incidencia estadísticamente significativa que explican la probabilidad de ser madre dentro del grupo etario de 10 a 19 años. Estos resultados permiten visualizar estadísticamente la problemática social y socioeconómica de la incidencia de embarazos en grupos de adolescentes vulnerables, así como reflejar aquellas variables geográficas, educativas y sociales que requieren mayor atención, para evitar esta incidencia por parte del sector público y privado.

El alcance del presente estudio fue descriptivo y correlacional. El describir el comportamiento de la fecundidad adolescente y la asociación estadísticamente significativa de los factores estudiados que explican la incidencia en la fecundidad adolescente en el presente estudio, no limita a un próximo análisis que busque pronosticar con base en la información pública disponible, el comportamiento futuro de la tasa de fecundidad adolescente, así como la identificación de otros factores que incidan estadísticamente en la explicación de la fecundidad adolescente y su posible pronóstico futuro. La selección de variables y metodologías dependerá de los criterios y alcances que limiten la tarea del investigador.

Otro aspecto relevante que puede considerarse como límite en el presente estudio, es que no se pudo describir el impacto del COVID-19 dentro de los análisis realizados, debido a que las bases públicas de datos utilizadas aún no tienen disponible el número de nacimientos registrados durante el 2020. Así mismo, no se pudo correlacionar la data histórica para la explicación de los factores que explicaban estadísticamente la probabilidad de la fecundidad adolescente, por limitaciones dentro de los supuestos del modelo seleccionado, así como por la base de datos utilizada, debido que, al provenir las variables utilizadas del censo nacional realizado en el 2018, no se pudo utilizar información más reciente para el presente análisis.

4.2. Análisis externo

A continuación, se detallan las principales diferencias o similitudes del presente estudio, en comparación con otros autores que han analizado el comportamiento y caracterización de la fecundidad adolescente:

En el estudio sobre los “núcleos duros” que sustentan la resistencia en la maternidad de adolescentes uruguayas, De Rosa *et al.* (2016) analizan fenómenos sociales, culturales, subjetivos y territoriales que inciden en la prevalencia reproductiva de mujeres en edad adolescente. Estos autores señalan que el embarazo y la maternidad en adolescentes es producto de la desigualdad existente en el país.

Este resultado es similar con lo que se presenta en este estudio, ya que se analizaron variables culturales (etnicidad), sociales (estado conyugal, edad, fecundidad adolescente), educativas (nivel educativo) y geográficas (área y departamento de residencia); sin embargo, el estudio de De Rosa *et al.* (2016) discrepa únicamente en los fenómenos subjetivos que estos autores analizaron,

ya que en el presente estudio no se realizaron suposiciones de la población analizada, debido a que fueron revisados los datos censales en su totalidad, sin ningún tipo de conjetura.

En el estudio de regresión logística múltiple realizado por Pinzón *et al.* (2018) se refleja que el análisis de corte transversal determinó que los factores que se relacionan significativamente con la fecundidad en edades tempranas en Colombia estaban asociados con la edad, convivencia en pareja, antecedentes de violencia familiar y abuso sexual de las trece mil trescientas trece mujeres encuestadas en el 2010.

Adicionalmente, la investigación de estos autores revela que la asistencia a un establecimiento educativo es un factor preventivo para la fecundidad adolescente, y que la precariedad, la pobreza en familias numerosas y el analfabetismo son factores que, pese a que no están asociados estadísticamente con el inicio del acto sexual temprano en adolescentes, sí tienen relación con la fecundidad adolescente. Estos resultados guardan relación con los resultados de la presente investigación, específicamente con la asociación que presenta la edad y el estado conyugal de las mujeres adolescentes analizadas en la incidencia del embarazo temprano.

Sin embargo, en lo que no concuerda el estudio de los autores referidos, es que un mayor nivel educativo no puede ser un factor preventivo en su totalidad para la incidencia de la fecundidad adolescente; ya que los resultados para los niveles de educación preprimaria y primaria del presente estudio, presentaban 5.19 y 5.03 veces más probabilidades de ser madre, en comparación con una mujer adolescente con un nivel de educación de licenciatura. Es a partir del nivel educativo básico y diversificado que se presenta una menor probabilidad de que

la mujer adolescente guatemalteca sea madre, en comparación con una mujer adolescente con un nivel educativo de licenciatura.

En el estudio sobre la asociación significativa entre el embarazo en adolescentes y la deserción escolar para explicar el rezago educativo en mujeres adolescentes en edad escolar en México, realizado por Villalobos *et al.* (2015), se presentó que el 74.9 % de las mujeres adolescentes analizadas, además de presentar antecedentes de embarazo, también presentaban un rezago educativo. Por otra parte, una adolescente embarazada presentaba una asociación con la convivencia conyugal y un bajo nivel socioeconómico.

Los resultados de estos autores presentan una relación directa con los del presente estudio, ya que, del total de mujeres adolescentes analizadas entre edades de 10 a 19 años, durante el censo del 2018, el 61.61 % registraron al nivel primario como el más alto grado alcanzado; lo cual significa que, una mujer adolescente con un nivel educativo primario, presenta 5.03 veces más probabilidad de ser madre en comparación con una mujer adolescente con un nivel de licenciatura.

Adicional a la relación que presentan ambos estudios con el rezago educativo, el presente estudio también establece una asociación entre la fecundidad y el estado civil de una mujer adolescente; debido a que, una mujer adolescente separada de una unión libre, tiene 1.91 veces más probabilidad de ser madre, en comparación con una mujer adolescente viuda. Sin embargo, en lo que discrepa el estudio de los autores referidos con el presente, es que, si una mujer adolescente reside en un área urbana, presenta 1.06 veces más probabilidad de ser madre, en comparación con que su residencia se ubicara en el área rural; por lo que un bajo nivel socioeconómico debiera tomar en consideración, aparte del área de residencia, el rango de pobreza de las mujeres

adolescentes, con base en un análisis enfocado en el ingreso del hogar *per cápita*.

En el estudio que presentaron Gómez y Montoya (2014), a través de una regresión logística multivariada, concluyeron que los factores que estaban relacionados con un riesgo mayor de embarazo en adolescentes eran la edad, estrato socioeconómico, ocupación, convivencia con pareja, actividad sexual temprana, nivel de escolaridad en la familia, número de parejas sexuales y violación e ingreso por núcleo familiar.

Se puede resaltar la relación que guarda el analizar la edad de las mujeres adolescentes tanto en el estudio de los autores, como en el presente, debido a que, según los resultados obtenidos al analizar la edad del grupo de mujeres adolescentes con posibilidades de presentar al menos un hijo vivo entre 10 a 19 años de edad, resaltó que ante un incremento de unidad en la edad de una mujer adolescente, se presentaban 1.84 veces más probabilidades de ser madre dentro del grupo etario entre 10 y 19 años de edad.

Otro estudio para identificar las características demográficas, sociales, familiares y económicas que prevalecen ante el embarazo en la adolescencia en Colombia fue el realizado por Gómez y Mejía (2017), en el cual establecieron que, del total de mujeres adolescentes encuestadas, el 17.80 % presentaba prevalencia de embarazo, por otros factores ajenos a las características estudiadas; el 69.5 % cursaban estudios secundarios incompletos; el 51.9 % eran de estrato socioeconómico bajo; el 37.9 % tenían ingresos mensuales en sus hogares inferiores a 500 mil pesos colombianos o menos; el 50 % de las adolescentes tenían quince años cuando se levantó la encuesta, el 8.4 % fueron maltratadas física o verbalmente y el 1.3 % fueron violadas por su padre o familiar cercano.

Estos resultados, son relativamente semejantes a las características demográficas presentes en la población de mujeres adolescentes censadas en 2018, debido a que el modelo de regresión logística binaria logró explicar el 63 % de la varianza de la fecundidad adolescente estudiada; así mismo, el 61.61 % de las adolescentes censadas presentaba una educación máxima a nivel primario; el 49.84 % se ubicaba en un área rural y el resto (50.16 %) en un área urbana.

CONCLUSIONES

1. Los resultados obtenidos confirman cualitativa y cuantitativamente que la fecundidad adolescente probablemente está intrínsecamente relacionada con factores demográficos y socioeconómicos de la población.
2. De acuerdo con el comportamiento y la tendencia de las tasas de fecundidad adolescente por departamento de residencia durante el período de tiempo comprendido del 2009 al 2019, se puede afirmar que las mismas incrementan en función de la edad simple de la madre, siendo los años 2012, 2013 y 2014 los que presentan el mayor registro de tasas de fecundidad.
3. Se identificaron tres conglomerados que agrupan los 22 departamentos del país durante el período de tiempo comprendido del 2009 al 2019. Estas agrupaciones describen significativamente la fecundidad adolescente en función de los años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo de las mujeres, por presentar un coeficiente de correlación cofenética que varía del 65 % al 77 % durante el período de años analizados, utilizando el método jerárquico aglomerativo de promedio entre grupos.
4. La fecundidad adolescente es estadísticamente explicada a través de un modelo de regresión logístico binario que explica el 63 % de la variación de la variable dependiente, siendo las variables explicativas, según su mayor variación en explicación las siguientes: nivel educativo, estado conyugal, años cumplidos, departamento de residencia, pueblo de

pertenencia y área de la población de mujeres adolescentes entre edades de 10 a 19 años.

RECOMENDACIONES

1. Reforzar la respuesta del sector público y privado respecto del desarrollo integral de las niñas y adolescentes guatemaltecas, debido a que las problemáticas demográficas y socioeconómicas actuales afectan de manera directa a los grupos etarios más vulnerables en función de su calidad de vida, educación y oportunidades de desarrollo.
2. Realizar una investigación similar a la efectuada en este trabajo de tesis, tomando en consideración el impacto del COVID-19 en el comportamiento y tendencia de las tasas de fecundidad adolescente por cada grupo etario durante el año 2020. La inclusión de este año atípico podría también identificar más factores que incidan en la fecundidad adolescente entre mujeres de 10 a 19 años.
3. Realizar un análisis de conglomerados tomando en consideración la información municipal que se obtenga respecto de la fecundidad adolescente en función de los años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo de las mujeres adolescentes sujetas al análisis multivariado.
4. Incluir dentro de los factores que pueden explicar estadísticamente la incidencia de la fecundidad adolescente al nivel de ingreso de las mujeres adolescentes y/o familiares de las mismas; esto para validar si una mejor situación económica incide en un menor riesgo de ser madre.

REFERENCIAS

1. Alfenderfer, M. y Blashfield, R. (1984). *Cluster analysis, quantitative applications in the social sciences*. Beverly Hills, Estados Unidos: Sage Publications.
2. Ariza Riaño, N., Valderrama Sanabria, M., y Ospina Díaz, J. (Agosto de 2014). Caracterización del embarazo adolescente en dos ciudades de Boyacá, Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, 42, 154-163. Recuperado de <http://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/501/1037>.
3. Banco Mundial (2021). *DataBank Microdatos. Índice de datos*. Banco Mundial en Guatemala. Recuperado de <https://datos.bancomundial.org/pais/guatemala>.
4. Blanco, L., Cedre, O. y Guerra, M. (2015). Factores determinantes del embarazo adolescente. *Odontol Pediatr Vo. 14 No. 2 julio-diciembre*, 109-119. Universidad Central de Venezuela. Recuperado de <http://repebis.upch.edu.pe/articulos/op/v14n2/a3.pdf>.
5. Camisa, Z. (1975). *Introducción al estudio de la fecundidad*. San José: Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/8351/S7500592_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

6. De Rosa, C., Doyenart, M. J., Freitas, M., Lara, C., López Gómez, A., Rossi, S. y Varela, C. (2016). *Maternidad en adolescentes y desigualdad social en Uruguay. Análisis territorial desde la perspectiva de sus protagonistas en barrios de la periferia crítica de Montevideo*. Uruguay: Universidad de la República. Recuperado de <https://uruguay.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Maternidad%20en%20adolescentes%20y%20desigualdad%20social%20en%20Uruguay.pdf>.
7. Díaz, L. G. y Morales, M. A. (2012). *Análisis estadístico de datos multivariados*. Bogotá, Colombia: Departamento de Estadística, Universidad Nacional. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/79916/An%c3%a1lisis%20Estad%c3%adstico%20de%20Datos%20Multivariados%209789587751062.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
8. Farooq, G. M., y Simmons, G. B. (1985). *Fertility in developing countries*. Reino Unido: Palgrave Macmillan. Recuperado de <https://pide.org.pk/research/g-m-farooq-and-g-b-simmons-eels-fertility-in-developing-countries-london-the-macmillan-press-for-the-international-labour-office-1985-xxiii-533-pp/>
9. Fernández, S., Córdoba, S. y Cordero, J. (2002). *Estadística descriptiva*. Madrid: ESIC Editorial.
10. Galindo, C. (junio de 2012). Análisis del embarazo y la maternidad durante la adolescencia: diferencias socioeconómicas. *Desarrollo y Sociedad*. Núm. 69, pp. 133-185. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/dys/n69/n69a06.pdf>.

11. Gómez Mercado, C. A. y Montoya Vélez, L. P. (2014). Factores sociales, demográficos, familiares y económicos relacionados con el embarazo en adolescentes, área urbana, Briceño, 2012. *Revista de Salud Pública* 16(3), pp. 394-406. Colombia. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0124-00642014000300006&lng=e&nrm=iso&tlng=es.
12. Gómez Mercado, C., y Mejía Sandoval, G. (2017). Prevalencia de embarazo y características demográficas, sociales, familiares, económicas de las adolescentes, Carepa, Colombia. *Revista CES Salud Pública*; 8(1), 25-33. Colombia: Universidad La Rioja. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6176881>.
13. Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría*. México D. F.: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S. A. de C. V.
14. Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. & Black, W. (1999). *Análisis multivariante*. Madrid España: Pearson Educación. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/400901898/Analisis-Multivariante-Joseph-F-Hair-Jr-5ed-pdf>.
15. Hines, W. y Montgomery, D. (1996). *Probabilidad y estadística para ingeniería y administración*. México: Compañía Editorial Continental, S. A. de C.V.
16. Instituto Nacional de Estadística (2016). *Estadísticas vitales*. Guatemala: INE. Recuperado de https://www.ine.gob.gt/estadisticasine/index.php/usuario/vitales_menu.

17. Instituto Nacional de Estadística (2019). *Resultados del XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda*. Guatemala: INE. Recuperado de https://www.censopoblacion.gt/archivos/principales_resultados_Censo2018.pdf.
18. Instituto Nacional de Estadística (2021). *Estimaciones y proyecciones de población a largo plazo. 1950-2050*. Guatemala: INE. Recuperado de <https://www.ine.gob.gt/ine/proyecciones/>.
19. Malthus, R. (1798). *An essay on the principle of population*. USA: Malthus. Recuperado de <http://www.esp.org/books/malthus/population/malthus.pdf>.
20. Martínez Canizales, G. (2019). *Violencia estructural en el embarazo adolescente y sus vínculos con la exclusión laboral y escolar*. México D. F.: Ediciones y Gráficos Eón, S.A. de C.V. Recuperado de <http://cathi.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/10378/Libro%20Violencias%20y%20Feminismos.%20Georgina%20Martinez%201-8%2C65-80.pdf?sequence=2&isAllowed=y>.
21. Marx, K. (1959). *El capital*. México: Fondo de Cultura Económica. Recuperado de <http://biblio3.url.edu.gt/Libros/CAPTOM1.pdf>.
22. Montero, R. (2016). *Modelos de regresión lineal múltiple*. España: Universidad de Granada. Recuperado de https://www.ugr.es/~montero/matematicas/regresion_lineal.pdf.
23. Newbold, P., Carlson, W. y Thorne, B. (2013). *Estadística para administración y economía*. Madrid: Pearson Educación, S. A.

24. Observatorio en salud sexual y reproductiva (2021). *Embarazos y registro de nacimientos de madres adolescentes, año 2020*. Guatemala: OSAR. Recuperado de <https://osarguatemala.org/embarazos-y-registro-de-nacimientos-de-madres-adolescentes-ano-2020/>.
25. Organización Mundial de la Salud (2009). *Embarazo en adolescentes: un problema culturalmente complejo*. USA: OMS. Recuperado de <https://www.who.int/bulletin/volumes/87/6/09-020609/es/>.
26. Pérez, C. (2004). *Técnicas de análisis multivariante de datos*. Madrid: Pearson Educación, S. A.
27. Pérez, H. (2008). *Estadística para las ciencias sociales, del comportamiento y de la salud*. México D.F.: Cengage Learning Editores, S. A.
28. Pinzón Rondón, Á. M., Ruiz Sternberg, Á. M., Aguilera Otalvaro, P. A. y Abril Basto, P. D. (2018). Factores asociados al inicio de vida sexual y al embarazo adolescente en Colombia. Estudio de corte transversal. *Revista chilena de obstetricia y ginecología* 83(5), pp. 487-499. Recuperado de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2015/09/Estadistica-para-las-ciencias-sociales-del-comportamiento-y-de-la-salud.pdf>.
29. Rodríguez González, A., Rodríguez González, J., Viñet Espinoza, L. M., e Infante Esponda, R. M. (2013). Factores predisponentes de embarazo en adolescentes de Nuevo Turumo. *Revista Habanera de Ciencias Médicas* Vol.12, núm. 2, pp. 249-256. La Habana: Universidad de Ciencias Médicas. Recuperado de

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2013000200012#:~:text=Conclusiones%3A%20los%20factores%20predisponentes%20de,conocimientos%20y%20utilizaci%C3%B3n%20de%20los.

30. Salazar Arango, A. (2003). *Teoría de los determinantes de la fecundidad*. Colombia: Centro Interdisciplinario de Estudios sobre Desarrollo. Recuperado de http://www2.um.edu.uy/acid/Family_Economics/Teoria%20determinantes%20fecundidad.pdf.
31. Salazar, C. y Castillo, S. (2018). *Fundamentos básicos de la estadística*. Colombia: Academia Educativa. Recuperado de <https://www.scielo.cl/pdf/rchog/v83n5/0717-7526-rchog-83-05-0487.pdf>.
32. Sarrible, G. (1998). *Teoría de la población*. Barcelona: Edicions de la Universitat de Barcelona. Recuperado de https://www.academia.edu/40595228/Fundamentos_B%C3%A1sicos_de_Estad%C3%A1stica_Libro.
33. Singh, S. y Casterline, J. (2010). The proximate determinants of fertility: sub-national variations. *Journal of Demography*, pp.113-135. Recuperado de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0032472031000141316>,
34. SINSAN (2015). *Indicadores básicos*. Guatemala: Servicio de Información Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. Recuperado de http://www.siinsan.gob.gt/siinsan/wp-content/uploads/2018/11/EnsmilIndicadoresBasicos_2014_2015.pdf.

35. Villalobos Hernández, A., Campero, L., López Suárez, L., Atienzo, E., Estrada, F. y De la Vara, E. (2015). *Embarazo adolescente y rezago educativo: análisis de una encuesta nacional en México*. México: Salud Pública. Recuperado de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0036-36342015000200000008.
36. Walpole, R., Myers, R., Myers, S. y Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México D. F.: Pearson Educación. Recuperado de https://vereniciafunez94hotmail.files.wordpress.com/2014/08/8va-probabilidad-y-estadistica-para-ingenier-walpole_8.pdf.

APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de coherencia

Preguntas de investigación	Objetivos	Metodología	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
Pregunta central: ¿Cuál ha sido el comportamiento de la fecundidad en Guatemala, junto con las posibles causas de incidencia del embarazo en adolescentes de 10 a 19 años en función de los años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica de la madre partir de un modelo estadístico?	Objetivo general Caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente histórica (2009-2019), así como identificar las posibles causas de incidencia del embarazo en adolescentes de 10 a 19 años en función de los años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica de la madre a partir de un modelo de regresión estadístico.	El estudio realizado tiene un enfoque mixto, ya que presenta un enfoque cuantitativo al analizar el comportamiento de la tendencia de la tasa de fecundidad adolescente durante el período de años del 2009 al 2019. Adicionalmente, presenta un enfoque cualitativo al buscar caracterizar e identificar los factores demográficos y socioeconómicos que inciden en la tasa de fecundidad del grupo etario adolescente comprendido entre las edades de 10 a 19 años. El alcance es descriptivo dado que se analizó la tasa de fecundidad adolescente, especificando su tendencia y comportamiento por departamento.	Los resultados obtenidos indican que la tasa de fecundidad adolescente presenta una tendencia creciente a medida que es mayor la edad de la madre; así mismo, las variables años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica explican significativamente la probabilidad de ser o no madre mediante un modelo de regresión logística binomial.	La fecundidad adolescente está intrínsecamente relacionada con factores demográficos y socioeconómicos de la población.	Reforzar la respuesta del sector público y privado respecto al desarrollo integral de las niñas y adolescentes guatemaltecas, debido a que las problemáticas demográficas y socioeconómicas actuales de la población, afectan de manera directa a los grupos etarios más vulnerables en función a su calidad de vida, educación y oportunidades de desarrollo.

Continuación del apéndice 1.

Preguntas de investigación	Objetivos	Metodología	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
Preguntas auxiliares ¿Cuál ha sido el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente, por departamento de Guatemala en el grupo etario de 10 a 19 años desde 2009 a 2019?	Objetivos específicos Caracterizar el comportamiento de la tasa de fecundidad adolescente por departamento de residencia y edad simple de la madre durante el período de años comprendidos del 2009 al 2019.	se procedió a identificar departamentos homogéneos con las principales características demográficas y socioeconómicas para caracterizar la incidencia de ser madre entre el grupo etario de 10 a 19 años. También el alcance es correlacional, derivado a que se buscó explicar el comportamiento y relación simultánea entre las variables sujetas a la explicación significativa de la tasa de fecundidad. El tipo de estudio es descriptivo correlacional.	Los resultados obtenidos, reflejan que en todos los departamentos presentan una tasa de fecundidad adolescente mayor, en medida que incrementa la edad del grupo etario de adolescentes analizadas. Los departamentos con mayor tasa de fecundidad adolescente fueron Guatemala, Huehuetenango, Alta Verapaz, San Marcos, Quiché, Quetzaltenango, Escuintla, Petén y Suchitepéquez y Chimaltenango.	De acuerdo con el comportamiento y tendencia de las tasas de fecundidad adolescente por departamento de residencia durante el período de años comprendidos del 2009 al 2019, se puede afirmar que las mismas incrementan en función de la edad simple de la madre, siendo los años 2012, 2013 y 2014 los que presentan el mayor registro de tasas de fecundidad.	Realizar una investigación similar a la realizada en este trabajo de tesis, tomando en consideración el impacto del COVID-19 en el comportamiento y tendencia de las tasas de fecundidad adolescente por cada grupo etario durante el año 2020. La inclusión de este año atípico, podría también identificar más factores que incidan en la incidencia de la fecundidad adolescente entre mujeres de 10 a 19 años. Realizar un análisis de conglomerados tomando en consideración la información municipal que se obtenga respecto a la fecundidad adolescente en función de los años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo de las mujeres adolescentes sujetas al análisis multivariado.

Continuación del apéndice 1.

Preguntas de investigación	Objetivos	Metodología	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
¿Cómo se clasifican departamentalmente las mujeres adolescentes que pueden ser madres en edades de 10 a 19 años en función de su edad, pueblo de pertenencia, estado conyugal y nivel educativo desde 2009-2019?	Identificar la cantidad y características de los diferentes estratos que describan la fecundidad adolescente, con base en los años cumplidos, estado conyugal, pueblo de pertenencia y nivel educativo clasificados por el departamento de residencia de la madre durante el período de años comprendidos del 2009 al 2019.	El diseño adoptado es observacional, pues la información de la tasa fecundidad, años cumplidos, departamento de residencia, estado conyugal, pueblo de pertenencia, nivel educativo y área geográfica de mujeres adolescentes entre 10 a 19 años, fue analizada en su estado original sin ninguna manipulación; además el presente estudio fue una serie de tiempo, debido a que se analizó la información de las estadísticas vitales del comprendidas entre los años 2009 al 2019, así como transversal, por la información de las características de las personas, hogares y viviendas al año 2018 presentadas por el Instituto Nacional de Estadística.	De la población sujeta al análisis de regresión logística binaria, únicamente el 6.84 % de la población era madre (111,714 mujeres adolescentes), por lo que la población restante (93.16 %) no era madre (1,522,216 mujeres adolescentes). Las variables explicativas del modelo, fueron las siguientes: área, años cumplidos (entre el rango de 10 a 19 años de edad), departamento de residencia, pueblo de pertenencia, nivel educativo y estado conyugal. Estas variables lograron explicar el 63 % de la variación de la variable dependiente (fecundidad adolescente), con base al R cuadrado de Nagelkerke.	La fecundidad adolescente fue estadísticamente explicada a través de un modelo de regresión logístico binario que explicó el 63 % de la variación de la variable dependiente, analizando como variables explicativas el área, años cumplidos, departamento de residencia, pueblo de pertenencia, nivel educativo y estado conyugal de la población de mujeres adolescentes entre edades de 10 a 19 años.	Incluir dentro de los factores que pueden explicar estadísticamente la incidencia de la fecundidad adolescente al nivel de ingreso de las mujeres adolescentes y/o familiares de las mismas; esto para validar si una mejor situación económica incide en un menor riesgo de ser madre.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Principales resultados de estudios previos consultados

Autores	Título	Año	Resultados
Galindo, Camila	Análisis del embarazo y la maternidad durante la adolescencia: diferencias socioeconómicas	2012	La educación sexual ha afectado primordialmente a las adolescentes de los quintiles más altos, mientras que las adolescentes de los más bajos, presentaban vulnerabilidad y dependencia de sus niveles educativos, contextos familiares y sociales.
De Rosa, Cecilia; Doyenart, María José; Freitas, Mathías; Lara, Cecilia; López Gómez, Alejandra; Rossi, Sabrina; Varela, Carmen	Maternidad en adolescentes y desigualdad social en Uruguay. Análisis territorial desde la perspectiva de sus protagonistas en barrios de la periferia crítica de Montevideo.	2016	El analizar como “núcleos duros” los fenómenos sociales, culturales, subjetivos y territoriales que incurren en el comportamiento reproductivo de mujeres y varones y que inciden en persistir la transición a la maternidad en etapa adolescente en ciertas poblaciones permite concluir que el embarazo y maternidad en adolescentes es producto de la desigualdad social existente en Uruguay, tal y como en los diversos países de América Latina.
Pinzón Rondón, Ángela María; Ruiz Sternberg, Ángela María; Aguilera Otálvaro, Paula Andrea; Abril Basto, Paula Daniela	Factores asociados al inicio de vida sexual y al embarazo adolescente en Colombia. Estudio de corte transversal.	2018	La edad, la convivencia en pareja, los antecedentes de violencia familiar y abuso sexual, han representado factores de riesgo para el inicio temprano de vida sexual y embarazos no deseados en adolescentes. Adicionalmente, la investigación reveló que la asistencia a un establecimiento educativo era un factor preventivo para estas situaciones, por otro lado, la precariedad, las familias numerosas en condiciones de pobreza y el analfabetismo estaban asociadas con la fecundidad adolescente, sin presentar asociación alguna con el inicio del acto sexual temprano del grupo etario investigado.

Continuación del apéndice 2.

Autores	Título	Año	Resultados
Ariza Riaño, N.E.; Valderrama Sanabria, M.L.; Ospina Díaz, J.M.	Caracterización del embarazo adolescente en dos ciudades de Boyacá, Colombia	2014	Los principales factores que están asociados con la fecundidad adolescente son el bajo nivel de escolaridad, la pobreza, la actividad sexual temprana y la escasa información sobre factores sexuales.
Rodríguez González, Alicia; Rodríguez González, Jannette; Viñet Espinoza, Luisa Marlén; Infante Esponda, Rosa María	Factores predisponentes de embarazo en adolescentes de Nuevo Turumo, Venezuela 2007-2008	2013	Los principales factores en la incidencia de un embarazo en adolescentes en el departamento de Turumo, Venezuela eran los siguientes: preponderancia de secundaria básica concluida, presencia de menarquía y relaciones sexuales tempranas, escasa educación sexual, acceso limitado a oportunidades laborales, acceso a medios de comunicación y tiempo libre.
Villalobos Hernández, Aremis; Campero, Lourdes; López Suárez, Leticia; Atienzo, Erika; Estrada, Fátima; De la Vara, Elvia	Embarazo adolescente y rezago educativo: análisis de una encuesta nacional en México	2015	Es necesaria la adopción de políticas y tácticas eficientes que permitan regular la deserción educativa, en las adolescentes con y sin hijos, ya que un mayor rezago educativo se traduce a un menor acceso a educación superior y por consiguiente a una menor realización personal.
Gómez Mercado, Carlos A.; Montoya Vélez, Liliana P.	Factores sociales, demográficos, familiares y económicos relacionados con el embarazo en adolescentes, área urbana, Briceño, 2012	2014	Los factores relacionados con un riesgo mayor en el embarazo adolescente eran la edad, estrato socioeconómico, ocupación, convivencia con pareja, actividad sexual temprana, nivel de escolaridad en la familia, número parejas sexuales, violación e ingresos por núcleo familiar.

Continuación del apéndice 2.

Autores	Título	Año	Resultados
Gómez Mercado, C.A.; Mejía Sandoval, G.	Prevalencia de embarazo y características demográficas, sociales, familiares, económicas de las adolescentes, Carepa Colombia	2017	Del total de adolescentes analizadas, el 17.80% presentaban prevalencia de embarazo, por otra parte, el 69.5% cursaban estudios secundarios incompletos, el 51.9% eran de estrato socioeconómico bajo, el 37.9% tenían ingresos mensuales en sus hogares inferiores a 500 mil pesos colombianos o menos, el 50% de las adolescentes tenían quince años cuando se levantó la encuesta, el 8.4% fueron maltratadas física o verbalmente y el 1.3% fueron violadas por su padre o familia.
Martínez Canizales, Georgina	Violencia estructural en el embarazo adolescente y sus vínculos con la exclusión laboral y escolar	2019	El embarazo adolescente tiene incidencia en la deserción escolar, pero no es el único factor ni el más importante. Es más sustancial identificar una relación entre la educación y el embarazo en adolescentes, excluyendo la participación en el mercado laboral, ya que la mayoría de las mujeres sujetas al análisis, por la edad investigada, cursan un nivel educativo, registrado por su deserción.
Blanco, L; Cedre, O.; Guerra, ME.	Factores determinantes del embarazo adolescente	2015	La pobreza y los factores familiares y socioculturales son determinantes en el embarazo adolescente de las niñas y jóvenes registradas como pacientes en el Hospital Universitario de Caracas.

Fuente: elaboración propia.