

MOVILIDAD SALARIAL DE LA POBLACIÓN OCUPADA EN LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, UNA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MATRICES DE TRANSICIÓN Y CADENAS DE MARKOV PARA EL PERIODO 2000-2010

*José Antonio Pat Morales**

RESUMEN

Este trabajo aborda como tema de estudio la evolución de la condición salarial con tres estados de clasificación de los ingresos, se compara la mejoría económica de la población ocupada medida en veces salario mínimo (VSM), en el periodo de 2000 y 2010.

El análisis de movilidad del ingreso se realiza obteniendo una matriz de transición salarial, generada a partir de la metodología de cadenas ideada por el matemático ruso Andrei Andreevich Markov.

Palabras Clave: Matriz de transición, Cadena de Markov, Vector de distribución, Comportamiento a largo plazo.

INTRODUCCIÓN

El concepto de probabilidad es de utilidad cuando estamos en un ambiente de incertidumbre, en gran parte de la vida del ser humano sus decisiones se dan en esta condición. La teoría de probabilidad se funda en el hecho, que en muchos fenómenos inciertos existen patrones de comportamiento a largo plazo, (Smith, 1998).

Un ejemplo clásico es el lanzamiento de una moneda, donde la incertidumbre no permite garantizar que lado de la moneda caerá, a la larga después de muchos lanzamientos,

aproximadamente la mitad de los resultados corresponderá a un solo lado de la moneda, en este tipo de eventos podemos hablar de que existe una independencia del resultado de lanzar la moneda respecto al lanzamiento anterior.

En el caso de los fenómenos analizados con la metodología de Markov, los eventos actuales y anteriores están encadenados y la probabilidad de que ocurra un evento depende del evento inmediato anterior, condicionando de esta manera la posibilidad de ocurrencia de un evento futuro. Esta característica permite encontrar la probabilidad que un sistema se encuentre en un estado en particular en un momento dado, permitiendo encontrar el promedio a la larga y predecir el comportamiento del sistema a través del tiempo.

Este trabajo se desarrolla apoyado en esta metodología para aplicarla a datos salariales, con el objetivo de analizar la situación de la movilidad hacia estados de mejoría o estancamiento económico de la población ocupada de los municipios de Quintana Roo.

La exposición de este trabajo después de la introducción tiene la siguiente organización, en un primer apartado se presenta la metodología de Andrei Andreevich Markov, en seguida se procede la aplicación de la metodología a la información estadística del XII censo general de población y vivienda de 2000 y del XIII censo de población y vivienda de 2010, publicados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Finalmente se presenta un apartado con los principales resultados y conclusiones obtenidas del análisis.

*Profesor Investigador, Universidad del Mar, 9200174@uqroo.mx

MATRIZ DE TRANSICIÓN Y SISTEMAS DE MARKOV

El análisis de Markov, es llamado de esta forma en honor de un matemático ruso que lo desarrolló en 1907, un sistema o cadena de Markov involucra una serie de eventos encadenados por la memoria del evento actual respecto al evento anterior, estando condicionado la posibilidad del evento futuro, siendo esta característica la que diferencia los experimentos que se analizan con esta técnica de las series de eventos independientes.

En un proceso de Markov cada uno de los experimentos tienen m posibles resultados E_1, E_2, \dots, E_m y la probabilidad de cada resultado depende exclusivamente del que se haya obtenido en los experimentos previos, (Budnick, 1990: p.476).

El uso de esta metodología es aplicable a varios campos de la ciencias sociales, existen muchos fenómenos que parecen seguir un comportamiento como el de un proceso de Markov, (Budnick, 1990).

Por ejemplo la probabilidad de que una persona tenga comportamientos delictivos, puede depender de que uno de sus progenitores haya tenido ese mismo tipo de comportamientos.

El análisis de la trasmisión intergeneracional de la pobreza realizado a través del cambio en ingresos entre padres e hijos, (Cárdenas, 2010).

El análisis de esa trasmisión intergeneracional de la pobreza pero considerando el análisis de cambios en el logro educativo, como un proxy en el cambio socioeconómico, considerando la alta correlación encontrada entre el logro educativo y el nivel de ingreso, (Gignoux y Crespo, 2008).

En el área de negocios, este método tiene aplicación para analizar patrones de compra, por ejemplo la probabilidad que una persona repita la compra de una marca en particular de un producto de consumo, puede estar determinada por la marca que adquirió en su última compra, el comportamiento de los clientes morosos, el incumplimiento de pago de un cliente puede depender de su comportamiento crediticio observado en su última deuda.

Un sistema de Markov (o proceso de Markov o cadena de Markov) es un sistema que considera la existencia de una colección

de variables aleatorias que constituye un proceso estocástico para cualquier colección arbitraria, de modo que X_n toma valores en un conjunto n de estados (enumerados), al cual se le llama espacio de estado, y al conjunto índice t al cual por razones de aplicación le llamaremos espacio de tiempo.

La cadena queda constituida por el conjunto de valores $\{X_n, n:0, 1, 2, \dots\}$ que cumplen la probabilidad de alcanzar cualquier estado j de la variable dependiendo exclusivamente del estado i alcanzado en el instante de tiempo anterior, de tal forma que la distribución del vector aleatorio $(X_{n1}; X_{n2}; \dots; X_{nt})$ es conocida.

PROBABILIDADES DE TRANSICIÓN

La descripción de una cadena de Markov, se puede realizar con un diagrama de estados, como el que se muestra en la figura 1. La cual ilustra un sistema de Markov con tres estados posibles: 1, 2 y 3, la probabilidad condicional o de transición de moverse de un estado a otro está indicada en el diagrama.

Figura 1

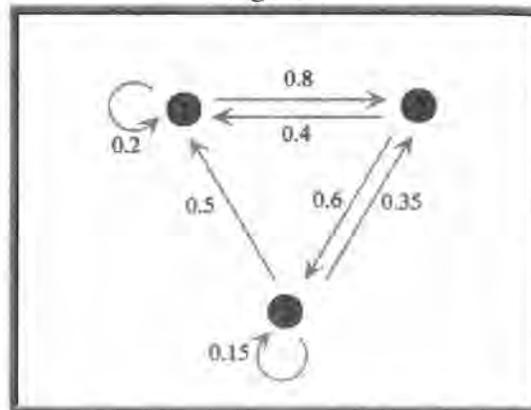


Figura 1. Diagrama de 3 posibles estados para una cadena de Markov

Otra forma de mostrar las probabilidades de transición es mediante el uso de una matriz de transición, la cual se define como una matriz $n \times n$, con todos los registros no negativos y la propiedad adicional de que la suma de los registros de cada columna (o fila) sea 1, la figura 2 es la matriz de transición del diagrama de 3 posibles estados, para una cadena de Markov presentado en la figura 1.

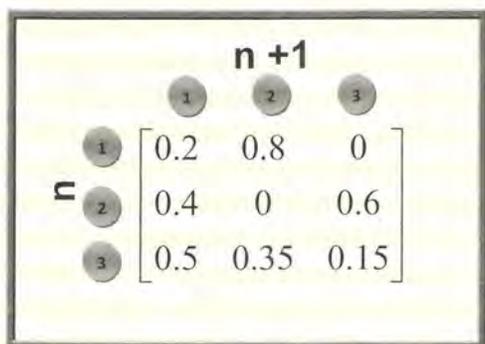


Figura 2

Las probabilidades de transición estructuradas en la matriz de la figura 2, relaciona los 3 posibles estados de la variable x , en dos intervalos discretos de tiempo (que no tienen que ser iguales), n y $(n+1)$.

Donde la probabilidad de $p_{ij} = IP(X_{n+1} = j / X_n = i)$, esto es que la probabilidad de pasar del estado i al estado j será siempre la misma no importando el número de la etapa. El ejemplo presentado por los tres estados, $X1, X2, X3$, puede representar la colección de niveles de inventario, marcas de vehículos, niveles de ingreso, permanencia laboral, etcétera.

Una forma más general de definir la matriz de transición de un proceso estocástico asociado a un proceso markoviano que toma un número finito de estados (M), estaría representado en la tabla I.

Tabla I. Matriz de transición para M estados en dos periodos consecutivos

		Periodo $n+1$			
		Estado 1	Estado 2	...	Estado M
Periodo n	Estado 1	P_{11}	P_{12}	P_{1*}	P_{1M}
	Estado 2	P_{21}	P_{22}	P_{2*}	P_{2M}
	...	P_{*1}	P_{*2}	P_{**}	P_{*M}
	Estado M	P_{M1}	P_{M2}	P_{M*}	P_{MM}

En esta matriz se establece que la probabilidad p_{ij} es la probabilidad de transición del estado i al estado j , ($0 \leq i, j \leq M$), entonces,

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1M} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2M} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ P_{M1} & P_{M2} & \dots & P_{MM} \end{bmatrix}$$

Se denomina matriz de probabilidades de transición de un paso, donde se tiene que observar que las filas o columnas suman uno.

$$\sum_{j=1}^M p_{ij} = 1$$

De manera análoga podemos derivar una matriz de transición de n pasos donde tendremos que considerar que si $p_{ij}^{(n)}$ es la probabilidad de transición del estado i al estado j en n pasos, ($0 \leq i, j \leq M$), entonces la matriz $P^{(n)}$ que contiene todos estos valores se puede obtener multiplicando la matriz de transición de un paso P , n veces.

$$P^{(n)} = P \cdot P \cdot P \cdot \dots \cdot P = P^n$$

Y de forma general,

$$P^{(n)} = P^{(m)} \cdot P^{(n-m)} \text{ para } 0 \leq m \leq n.$$

Si se toman los elementos (i, j) de esta última igualdad, se tienen la ecuaciones de Chapman-Kolmogorov, las cuales proporcionan un método para determinar las probabilidades de que un proceso del estado i notada por $p_{ij}^{(n)}$ partiendo del estado i se llegue al estado k transcurridos m periodos y posteriormente desde el estado k se llegue al estado j en $n-m$ periodos. (Hillier y Lieberman, 1991).

$$p_{ij}^{(n)} = \sum_{k=1}^M p_{ik}^{(m)} \cdot p_{kj}^{(n-m)}$$

Para todo i, j, n , y $0 \leq m \leq n$.

Retomaremos el ejemplo presentado en la figura 2 donde resulta una matriz de transición de un paso con los siguientes datos.

$$T = \begin{bmatrix} 0.2 & 0.8 & 0 \\ 0.4 & 0 & 0.6 \\ 0.5 & 0.35 & 0.15 \end{bmatrix}$$

Hasta este momento no hemos definido los estados posibles de la variable que está midiendo la matriz, en este caso supondremos el interés de conocer la distribución de la población en dos años consecutivos entre estados que serán.

1. **Ocupados:** Que serán todas aquellas personas de 14 años y más realizan un trabajo o que pese a que, no trabaja-

ron, tienen trabajo del cual se ausentaron por motivos como: vacaciones, enfermedad. Estando incluidos en este rubro aquellas personas que realizan actividades dentro del hogar.

2. **Desempleados:** Son las personas de 14 años y más, que no tienen empleo, pero que son buscadores activos de empleo asalariado o independiente, y están dispuestos a trabajar.
3. **Inactivos:** Cataloga a todas las personas de 14 años y más que no están ocupados, no son buscadores de trabajo y no están dispuestos a trabajar.

Definida las categorías del espacio estado, la matriz obtenida en el ejemplo es una matriz de transición laboral, que proporciona indicadores básicos de dinámica que permite conocer la evolución del estado laboral de la población en dos periodos distintos de tiempo.

Con esta información podemos observar lo siguiente:

Ocupados	Desempleados	Inactivos	
----------	--------------	-----------	--

$$T = \begin{bmatrix} 0.20 & 0.40 & 0.50 \\ 0.80 & 0.00 & 0.35 \\ 0.00 & 0.60 & 0.15 \end{bmatrix}$$

Ocupados.
Desempleados.
Inactivos.

1. Las cantidades inscritas en las entradas de la diagonal de la matriz representan la proporción de la población que no cambia de estado al pasar un periodo de tiempo discreto, n a $n+1$.
2. Cada registro p_{ij} de la matriz indica la proporción de la población del espacio estado superior del registro que pasa al espacio estado de la derecha del registro en el tiempo discreto de medición.
3. La suma de los registros de cada columna, en este caso, de la matriz T es 1, esto indica el movimiento de toda la población para el espacio estado, relacionado en la parte superior de cada columna.

La información de la dinámica laboral de esta matriz señala que después de un año la población que estaba desempleada en el primer periodo ninguno sigue desempleado, sin embargo esa situación no es buena, ya que el 60 % de la población que estaba desem-

pleada se ha convertido en población inactiva por lo que después de cierto tiempo esa población se cansó de buscar empleo y han dejado de hacerlo, lo cual es un indicador de la capacidad del gobierno para generar puestos de trabajo después de un año, que en este caso se puede calificar como una incapacidad de generación de fuentes laborales. Lo cual es evidenciado por el hecho que el 80 % de la población ocupada perdió sus puestos de trabajo.

Supongamos ahora que las proporciones de toda la población ubicada en los distintos estados al comienzo del periodo uno están dadas por el vector P.

Población: $P = \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{bmatrix}$ por ejemplo, podríamos tener $P = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 3 \end{bmatrix}$ si el total de la

población estuviera inicialmente dividida por igual entre los estados. Los registros de un vector de distribución de población deben ser no negativos y sumar 1.

Para una matriz de transición T y un vector inicial de distribución de población, el vector producto Tp es el vector de distribución de población después de un periodo de tiempo.

$$Tp = \begin{bmatrix} 0.20 & 0.40 & 0.50 \\ 0.80 & 0.00 & 0.35 \\ 0.00 & 0.60 & 0.15 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 23 \\ 60 \\ 1 \\ 4 \end{bmatrix}$$

La proporción de la población que permanece en el estado 1 (sigue ocupada), después de un año, es 33.3 %, es decir no hubo cambio en este estado. En el caso de los desempleados estos aumentaron de un 33.3% a un 38.3 %, mientras que la población inactiva disminuyó de un 33.3% a un 25.0%.

Cuando conocemos la distribución de probabilidad para la etapa inicial, estamos en condiciones de conocer el proceso estocástico, que consiste en determinar la distribución de probabilidad en cada etapa, como quedó señalado en el ejemplo anterior.

Cuando una matriz de transición es válida para una sucesión de periodos de tiempo, es cuando la denominamos cadena de Markov.

Generalizando, podemos decir que si un proceso de Markov donde el sistema puede encontrarse en cualquiera de m estados posibles, las probabilidades pueden escribirse por

medio del vector $X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ donde x_j representa la probabilidad de que el sistema se halle en el estado j . En los estados actuales de un proceso de Markov X_k , los estados después del siguiente experimento (transición) pueden calcularse mediante la multiplicación de matrices. Matemáticamente si el proceso estocástico discreto cumple con la propiedad de Markov, el estado presente resume toda la información relevante para describir en probabilidad su estado futuro.

MATRIZ DE TRANSICIÓN SALARIAL DE LOS MUNICIPIOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO 2000-2010

El análisis empírico de la dinámica de ingresos laborales individuales ha sido abordado en diversas ocasiones. Los objetivos del mismo han sido múltiples, examinar el grado de movilidad de los individuos dentro de una distribución de salarios en un determinado país, modelizar el comportamiento futuro de los salarios (por su utilidad, por ejemplo, en el desarrollo de un modelo intertemporal de consumo), etc. Las técnicas econométricas empleadas para tal fin han sido diversas, en función tanto del objetivo concreto del análisis como de las propias características de los datos disponibles, (Moral 2002).

Este trabajo se centra en el contexto de dicho tipo de análisis, apoyado en la metodología de Markov, el análisis compara la condición salarial del personal ocupado de 14 años y más del estado, la información que se utilizó se obtuvo del XII censo de general de población y vivienda de 2000 y del XIII censo de población y vivienda de 2010, publicados por el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

Los tres espacios estados definidos para esta matriz son:

1. **Sin ingreso y hasta 1 salario mínimo (s.m.):** Contempla a todas aquellas personas ocupadas que no perciben ingreso alguno por la actividad desarrollada o perciban un ingreso de hasta un salario mínimo.

2. **Más de 1 s.m y hasta 2 s.m:** Son todas aquellas personas ocupadas que sus ingresos están por arriba de un salario y hasta dos salarios mínimos.

3. **Más de 2 s.m:** Son todas aquellas personas ocupadas cuyos ingresos son mayores a los dos salarios mínimos.

Una de las limitantes del análisis de este trabajo lo determinada la calidad y cantidad de datos estadísticos, ya que la clasificación de los estados antes descritos están en función de la disponibilidad de datos y la forma que los presenta el INEGI, que al interés original de mi análisis.

La matriz de transición salarial del total de la población ocupada de Quintana Roo se presenta en la tabla II, la cual indica la movilidad de la población entre los tres diferentes estados salariales:

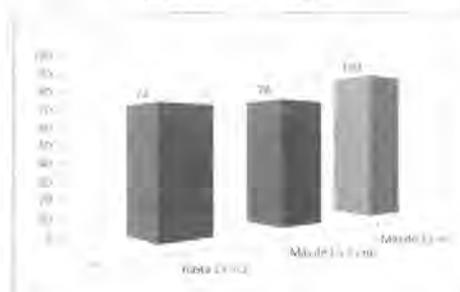
Tabla II. Matriz de transición para 3 estados salariales de Quintana Roo, 2000-2010.

Condición de actividad 2000		Condición de actividad 2010		
		Hasta 1 s.m.	Más de 1 a 2 s.m.	Más de 2 s.m.
Hasta 1 s.m.	0.72	0.00	0.28	0.00
Más de 1 a 2 s.m.	0.00	0.78	0.22	0.00
Más de 2 s.m.	0.00	0.00	0.00	1.00

Fuente: Elaboración propia con datos del XII censo de general de población y vivienda de 2000 y XIII censo de población y vivienda de 2010, INEGI.

De los resultados obtenidos de la matriz anterior se presentan las tasas de permanencia de la población, en cada estado definido.

Gráfica 1. Tasa de permanencia de la población ocupada en los tres estados salariales para el estado de Quintana Roo.



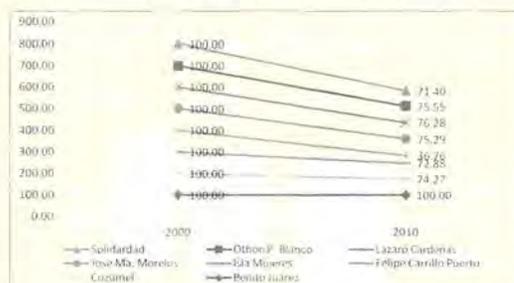
Fuente: Elaboración propia con datos del XII censo de general de población y vivienda de 2000 y XIII censo de población y vivienda de 2010, INEGI.

La tasa de permanencia indica el porcentaje de población que "permanecen" en el mismo espacio estado después de 10 años, lo cual representa la población que no cambió el monto de sus ingresos en el año 2010 comparando lo que ganaban en el año 2000, hay que considerar que de los tres espacios estados definidos para este trabajo, el estado deseable para la población es alcanzar un ingreso superior a los dos salarios mínimos, la población del estado de Quintana Roo presentó las siguientes tasas de permanencia, el 72 % de la población que no percibía un ingreso o que recibía por lo menos un salario mínimo en el año 2000 sigue en esa condi-

ción económica. El 78 % de la población que en el 2010 tiene ingresos de hasta dos salarios mínimos, tenían ese ingreso en el año 2000, y el 100 % de la población con ingresos superiores a los dos salarios mínimos en el 2000 mantienen ese nivel de ingresos en el 2010. Y el 28 % y 22% de la población que no se mantuvo como tasa de permanencia de los espacio estados inferiores, fue población que transitó hacia ingresos superiores a los dos salarios mínimos, en porcentaje de población fue el 10.36 %.

En general todos los municipios mantienen la tasa de permanencia entre el 71 y 76 % en un ingreso de hasta un salario mínimo, destaca el dato del municipio de Isla Mujeres donde la tasa de permanencia de las personas que obtienen un ingreso máximo de un salario mínimo se redujo favorablemente hasta un nivel de 36.76 %, la población que estaba en este nivel de ingreso para el 2010 percibe más de dos salarios mínimos, observándose una mejoría en la percepción de ingresos de la población ocupada de la Isla.

Gráfica 2. Tasas de permanencia de la población ocupada en el ingreso de hasta un salario mínimo en los municipios del estado de Quintana Roo.



Fuente: Elaboración propia con datos del XII censo de general de población y vivienda de 2000 y XIII censo de población y vivienda de 2010, INEGI.

En el caso de la población que en el 2000, percibían un ingreso mayor a los dos salarios mínimos sin excepción todos los municipios presentan una tasa de retención del 100 %, lo cual es positivo ya que la población no disminuyó sus ingresos.

Tabla III. Tasa de permanencia de la población que gana más de dos salarios mínimos, por municipio, 2000-2010.

Condición de actividad 2010		Más de 2 s.m.
Condición de actividad 2000	Benito Juárez	100.00
	Cozumel	100.00
	Felipe Carrillo Puerto	100.00
	Isla Mujeres	100.00
	José Ma. Morelos	100.00
	Lázaro Cárdenas	100.00
	Othon P. Blanco	100.00
Solidaridad	100.00	

Fuente: Elaboración propia con datos del XII censo de general de población y vivienda de 2000 y XIII censo de población y vivienda de 2010, INEGI.

La matriz de transición obtenida para los datos de contingencia publicados por el

INEGI, son una estimación verdadera puesto que representa el comportamiento de la población durante un periodo de 10 años entre un dato y el otro.

De manera numérica se ha expuesto el término de "poder de retención" que está reflejado en los registros p_{11} , p_{22} y p_{33} de cada matriz por municipio y estado, se debe aclarar que en este caso la permanencia o la transición a un estado de mayor ingreso no se define por un acto de elección de la población ocupada, sino por la capacidad de la economía de generar fuentes de trabajo que estén mejor retribuidas.

De manera análoga se puede indicar que los demás registros p_{ij} reflejan el "poder de atracción" que se puede entender como la existencia de mejores trabajos con una remuneración mayor o mejora salarial directa.

En el caso de los registros de manera horizontal estarían indicando la probabilidad de que un estado retenga a la población o esta se mueva a los otros dos estados. Las cantidades indicadas de manera vertical definen la probabilidad de que un estado retenga a su población o atraiga a otra parte de la población.

Conocemos la distribución inicial de toda la población ubicada en los tres estados salariales, con estas formamos nuestro vector p , de distribución de la población, del cual los registros son no negativos.

Teniendo las matrices de transición T y los vectores iniciales de distribución P , el vector producto Tp es el vector de distribución de población después de un periodo de tiempo.

Así para el caso de nuestros datos podemos predecir la distribución salarial de la población ocupada que se espera para los próximos 10 años (2020), por medio de la multiplicación de matrices.

$$X_{2020} = X_{2010} P_{2000}$$

De esta forma se obtienen los siguientes vectores de distribución de los municipios del estado de Quintana Roo para los próximos diez años 2020.

Por ejemplo el producto de las matrices del municipio de Benito Juárez es:

$$XBJ_{2020} = XBJ_{2010} PBJ_{2000}$$

donde

$$(0.065 \quad 0.175 \quad 0.760) \begin{pmatrix} 1.00 & 0.00 & 0.00 \\ 0.06 & 0.73 & 0.21 \\ 0.00 & 0.00 & 1.00 \end{pmatrix} \text{ donde}$$

$$XBJ_{2020} = (0.075 \quad 0.128 \quad 0.792)$$

El cálculo de vectores de distribución del resto de los municipios del estado de Quintana Roo para la próxima década se presenta en la tabla IV.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la multiplicación de las matrices $T \times P$ nos indican la distribución salarial que se observará al final de los próximos 10 años (2020), a través de los vectores de distribución de la población ocupada, resumidos en la tabla IV.

Tabla IV. Vector de distribución de la población ocupada por ingreso salarial para el año 2020 por municipio del estado de Quintana Roo

VECTOR DE DISTRIBUCIÓN QROO, 2020		
Hasta 1 s.m.	Más de 1 a 2 s.m.	Más de 2 s.m.
0.0852	0.1536	0.7612
VECTOR DE DISTRIBUCIÓN B.J., 2020		
0.0751	0.1277	0.7972
VECTOR DE DISTRIBUCIÓN C.Z.M., 2020		
0.0455	0.2028	0.7517
VECTOR DE DISTRIBUCIÓN F.C.P., 2020		
0.3162	0.2810	0.4019
VECTOR DE DISTRIBUCIÓN I.M., 2020		
0.0389	0.2440	0.7371
VECTOR DE DISTRIBUCIÓN J.M.M., 2020		
0.4090	0.3391	0.2559
VECTOR DE DISTRIBUCIÓN L.C., 2020		
0.2865	0.2333	0.4802
VECTOR DE DISTRIBUCIÓN O.P.B., 2020		
0.1529	0.1838	0.6632
VECTOR DE DISTRIBUCIÓN SOL., 2020		
0.0549	0.1353	0.8098

Fuente: Elaboración propia con datos del XIII censo de población y vivienda de 2010. (NEG).

De este trabajo resultan dos productos que proporcionan información para el análisis de la situación del estado, uno de ellos es la matriz de movilidad salarial que nos indica los cambios en el nivel de ingresos de la población, un dato significativo que se observa en la matriz es el hecho que la movilidad fue positiva, en ocho de los nueve municipios la población paso de ingresos de hasta dos salarios mínimos a más de dos salarios mínimos, o se mantuvo en el nivel salarial medio.

El único municipio que registró población que transito de ingresos mayores a menores fue Benito Juárez, sin embargo el porcentaje fue del 6 % de la población que ganaba hasta dos salarios y para el 2010

perciben como máximo un salario mínimo de ingreso.

Considerando la simple transición se diría que es un resultado positivo, sin embargo hay que considerar que percibir hasta dos salarios es un ingreso que no alcanza para cubrir las necesidades básicas de una familia.

También me parece interesante señalar que no todos los municipios tienen la misma estructura salarial por ejemplo los municipios del centro del estado concentran su población en los ingresos de hasta dos salarios con la siguiente distribución, Felipe Carrillo Puerto 67.28 %, José María Morelos el 78.79 % y Lázaro Cárdenas el 63.16 %, por lo que la movilidad observada en estos municipios en términos reales de porcentaje de población que mejora sus ingresos no es significativa.

Mientras que la población de los municipios del norte del estado, obtienen ingresos mayores a los dos salarios mínimos y la población que tiene estos ingresos es la siguiente, Benito Juárez 76 %, Solidaridad 74 %, Cozumel 70 %, Isla Mujeres 67 %, esta estructura salarial, refuerza la idea que las actividades del sector primario presentan un menor rendimiento salarial de manera comparada con el sector servicios que se genera en el norte del estado.

Esta información no es algo nuevo, sin embargo lo rescatable de la movilidad salarial es la información que podemos rescatar de los vectores de distribución de la población ocupada por ingreso salarial para el 2020, que es el segundo producto que resulta del análisis de Markov.

A nivel estado se espera que para el año 2020, la población ocupada que tendrá ingresos máximos de un salario mínimo será del 8.52 %, siendo los municipios de José María Morelos (40.40 %), Felipe Carrillo Puerto (31.62 %), Lázaro Cárdenas (28.65 %) y Othón P. Blanco (15.29 %), donde la población ocupada, no puede obtener un trabajo que mejore su condición salarial, lo cual es un proceso lógico si recordamos que estos municipios concentraban la población en el nivel más bajo de ingresos, es claro que a pesar de los programas de desarrollo económico que se pueden fomentar en estos municipios, los resultados no se-

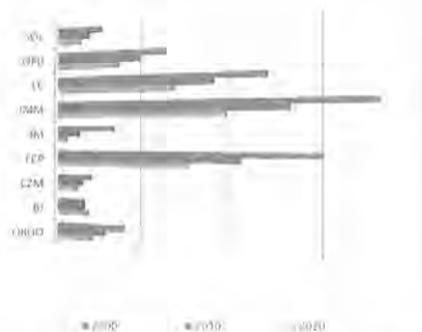
rán inmediatos y para los próximos 10 años, el estado contará con población que este sobreviviendo en el mejor de los casos con un ingreso de una salario.

Al principio de este trabajo se hizo referencia a la alta correlación que puede observarse entre en nivel de ingreso y la educación, en el caso de los municipios del centro del estado la situación puede estar determinada por la actividad en la cual se desempeñan ya que este rubro de ingresos incluye a los que no perciben un sueldo y hay que recordar que las actividades de estos tres municipios son actividades del sector primario en el cual la ocupación laboral no está garantizada con un ingreso fijo y permanente.

Esta demás hacer algún comentario de los municipios del norte del estado, los cuales se han convertido en un núcleo de atracción laboral, para el año 2020 estos municipios tendrán porcentajes de población que gane un salario o menos inferiores a la media estatal del 8 % destaca el dato de Isla Mujeres con un 1. 89 % de su población ocupada ganando uno o menos del salario mínimo.

En términos salariales estos municipios se ven como el punto optimo a alcanzar donde la mano de obra trabajadora pueda obtener ingresos que les permitan satisfacer en una mayor medida sus necesidades básicas. Este trabajo no tiene como objetivo definir las causas de la permanencia o movilidad salarial, ya que la permanencia o movilidad salarial solo toma el carácter de elección de los trabajadores en términos de migración, ante la baja productividad que generan las actividades del primer sector económico la

Gráfica 2. Movilidad de la población que percibe un ingreso de hasta un S.M. por cada municipio del estado de Quintana Roo.



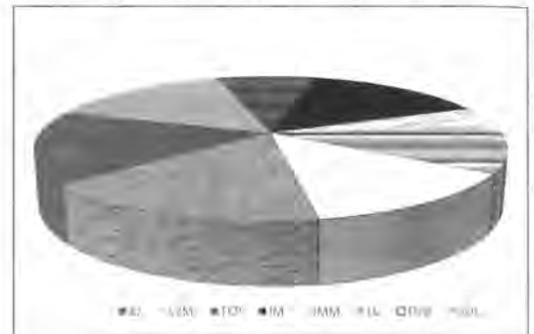
única forma de mejorar el ingreso, es ocuparse en actividades del sector servicios y

los cuales están concentrados en el norte del estado.

Se hacen algunas inferencias de la información obtenida a partir de la experiencia que se tiene en el manejo de la información estatal.

La estimación para el 2020, hecha para la población con ingresos mayores a dos salarios mínimos, presentará la estructura que se observa en la gráfica 4.

Gráfica 4. Población ocupada que recibe un ingreso mayor a dos salarios mínimos para el año 2020 por cada municipio del estado de Quintana Roo.



En este rubro de ingresos se concentrará el 76.12 % de la población estatal, el municipio de Solidaridad es el que más población tiene en este rango salarial, en el año 2000 la población concentrada en este nivel de ingreso era de 64.60 % .

Los municipios del centro del estado presentarán concentración cercana al 50 % en el mejor de los casos la población de Lázaro Cárdenas es la que ve una mejoría en la capacidad de generar empleos mejor retribuidos en términos de V.S.M.

La metodología de Markov resulta de utilidad como herramienta de predicción, ya que en una cadena de Markov partiendo del estado actual X_k , se tiene la posibilidad de calcular los estados del siguiente tiempo discreto mediante la multiplicación de matrices, que es un proceso simple.

$$X_n = X_0 P^n$$

Como ha quedado demostrado en este trabajo, sin embargo matemáticamente cuando tenemos una cadena de Markov regular, después de muchos periodos de tiempo, la distribución de población entre los estados tiende a ser un vector fijo de distribución, o de estado estacionario. Causando que la distribución de población entre

los estados ya no cambia de manera significativa con el paso del tiempo.

Esta característica que puede presentarse como una limitante, no es indicador que ya no haya cambios en la población entre los estados; la matriz de transición sigue realizando cambios, pero el movimiento en-

tre estados se equilibra permaneciendo la proporción constante, (Espinoza, 2007).

La recomendación o la experiencia es que el uso excesivo en términos de periodos de tiempo no es recomendable, por lo antes señalado.

BIBLIOGRAFÍA

Budnick, F. *Matemáticas Aplicadas a la Administración, Economía y Ciencias Sociales*. Editorial Mc Graw Hill. 1990.

Cárdenas H. /UPE. 2010. *Desigualdad en desarrollo humano y la transmisión intergeneracional de la desigualdad educativa en Honduras*. Publicado por Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD.

Espinoza B. Juan 2007. *Matrices de transición y cadenas de Markov*, *Ciencia Ahora*, 20 (10), 119-125.

Gignoux, J. y Crespo, Anna. 2008. *Inequality of Learning Opportunities in Chile: Measures and Recent Trends*. World Bank.

Hillier, F y Lieberman, G. 1991. *Introducción a la investigación de operaciones*. Ed. Mc-Graw Hill.

INEGI, 2000. *Censo General de Población y Vivienda 2000*, consultado del 01 de septiembre del 2011, en: <http://www.inegi.org.mx>

INEGI, 2010. *Censo de Población y Vivienda 2010: Tabulados del Cuestionario Ampliado*, consultado del 01 de septiembre del 2011, en: <http://www.inegi.org.mx>

Moral, Esther. 2002. *Modelos dinámicos para datos de panel censurados: Movilidad salarial en España en los años 80*, Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI), Banco de España.

Stanley A. 1998. *Algebra trigonometría y geometría analítica*, Ed. Addison Wesley Longman de México.