

# ALGORITMOS GENÉTICOS Y PREDICCIÓN DE LA DEMANDA TURÍSTICA

Montserrat Hernández López

[mhdezl@ull.es](mailto:mhdezl@ull.es)

Melquíades Pérez Pérez

[zereplem@ull.es](mailto:zereplem@ull.es)

José Juan Cáceres Hernández

[jcaceres@ull.es](mailto:jcaceres@ull.es)

Universidad de La Laguna

Área temática: 4. Economía Industrial y de Servicios

## Resumen

El ritmo de crecimiento del número de turistas que visitan la isla de Tenerife se ha ido ralentizando en los últimos años, lo que pone de manifiesto una tendencia al estancamiento propio de un destino turístico maduro. Por tanto, si en estas circunstancias se pretende adecuar la estructura de la oferta a las necesidades de la demanda, conviene, no sólo predecir el volumen total de turistas, sino, sobre todo, examinar la configuración interna de dicha demanda en términos de las características particulares de los turistas que la integren.

Tal análisis constituye el objetivo del presente trabajo, en el que se desarrolla un algoritmo genético específico que, a partir de información individualizada —obtenida mediante encuestas a la salida del aeropuerto y suministrada por el Cabildo Insular de Tenerife—, se muestra como una herramienta estadística capaz de predecir la composición interna de la demanda turística.

Palabras clave: demanda turística, composición interna, algoritmos genéticos

## 1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito canario y, específicamente, en zonas donde el turismo tiene un enorme impacto social, la regulación de la oferta hotelera es uno de los temas que más preocupa a los gestores de la economía local. Se ha tomado conciencia de que el crecimiento indiscriminado de la oferta puede terminar por eliminar el atractivo del destino turístico y, en consecuencia, se pretende limitar y adecuar la oferta de modo que la intención de captar un nuevo cliente no signifique, a largo plazo, la reducción global de la demanda o, como ya se ha observado en las zonas de mayor tradición, la sustitución de un turismo de calidad por otro de masas, con menor poder adquisitivo.

Las consideraciones anteriores muestran porqué es interesante anticipar la demanda, pero no sólo en términos agregados, sino de manera que pueda preverse su composición, es decir, la participación de determinadas tipologías de turistas con preferencias más o menos bien delimitadas. Téngase en cuenta que, en un caso como el de Tenerife, se trata de un destino consolidado en el que parece difícil que el número de turistas experimente variaciones apreciables, pero dentro de este agregado determinados grupos de turistas pueden estar ganando peso a costa de otros.

Desde este punto de vista, las técnicas estadístico-econométricas habituales no parecen las más apropiadas para efectuar el tipo de predicción que requiere esta actividad productiva. En cambio, los algoritmos genéticos constituyen una herramienta capaz, al menos a nivel teórico, de explicar los cambios en la composición de la demanda a partir de una serie de supuestos. En concreto, se supone que los turistas buscan maximizar la satisfacción que obtienen de su visita turística y, por tanto, se prevé que el turista satisfecho en un destino dado acudirá de nuevo a éste con mayor probabilidad que un turista poco satisfecho. Además, el turista satisfecho puede contribuir a que otros con similares características imiten su elección de destino. Por el contrario, el turista insatisfecho puede evitar la visita de turistas potenciales que busquen en el destino lo que él no encontró. De esta manera, la composición de la demanda experimentará cambios como resultado de la mayor participación de aquellos tipos de turistas que más se adapten a la oferta y, en consecuencia, obtengan mayor satisfacción.

El presente trabajo tiene por objeto predecir la composición de la demanda turística en el sur de Tenerife haciendo uso de un algoritmo genético, diseñado en la línea de Goldberg

(1989) o Michalewicz (1994), pero adaptado específicamente al caso de estudio. La estructura del artículo es la que se detalla a continuación. En primer lugar, se definen los datos que sirven de materia prima para el análisis. El epígrafe siguiente describe brevemente las características del algoritmo genético que se emplea. En el cuarto epígrafe se comentan los resultados del algoritmo y finalmente se exponen las conclusiones.

## 2. CARACTERÍSTICAS DEL TURISTA, GRADO DE SATISFACCIÓN Y FUNCIÓN DE CALIDAD

Suponiendo que la composición de la demanda turística que visita un destino determinado va cambiando en el sentido de que aumenta el porcentaje de individuos con características similares a las de los turistas más satisfechos, los algoritmos genéticos constituyen una herramienta útil para describir el proceso dinámico que, orientado a la maximización de una hipotética función de calidad (el grado de satisfacción de los turistas), se traduce en la generación de poblaciones cambiantes. Cada uno de los turistas puede identificarse o clasificarse de acuerdo con una serie de características que, ante una oferta determinada, dan como resultado un cierto grado de satisfacción. Conocido entonces el grado de satisfacción que percibe un turista con ciertas características, el algoritmo genético es capaz de predecir el cambio en la composición de la población atendiendo precisamente a tales características.

En este trabajo, la población en cuestión está formada por los turistas que visitan el sur de Tenerife en la temporada de invierno. En concreto, se dispone de las encuestas realizadas a 82 turistas que se alojaron en el sur de Tenerife entre los meses de octubre de 1997 y marzo de 1998<sup>1</sup>. Cada turista respondió a cuestiones referentes a edad, residencia, tipo de alojamiento, categoría del alojamiento, servicios contratados, etc., que permiten identificar el tipo de turista y, a priori, pueden considerarse variables explicativas del grado de satisfacción que éste obtiene de su visita. Tal grado de satisfacción puede deducirse a partir de otro grupo de cuestiones que tratan de reflejar la percepción del turista en relación a aspectos tales como paisaje, sol, playas, trato recibido, etc.

Para resumir los 18 ítems referidos a la satisfacción percibida por el turista  $i$ -ésimo, una solución consiste en utilizar una media ponderada como indicador global, es decir:

---

<sup>1</sup> Estas 82 encuestas han sido elegidas tras un proceso de selección aleatoria a partir del conjunto de Encuestas al Turismo Receptivo realizadas por el Cabildo Insular de Tenerife, y se han utilizado con el permiso expreso de dicho organismo.

$$F_i = \sum_{m=1}^{18} w_m F_{i,m} / \sum_{m=1}^{18} w_m, i=1,...,82$$

donde  $F_{i,m}$  ( $m=1,...,18$ ) es cada una de las variables que miden el grado de satisfacción del turista  $i$ -ésimo en relación con el aspecto  $m$  y  $w_m$  es la ponderación con que la variable  $F_{i,m}$  entra a formar parte del promedio. Se ha considerado adecuado que estas ponderaciones sean las puntuaciones de las 18 variables en el primer factor resultante de la aplicación de un análisis de componentes principales.

Bajo el supuesto de que la calidad percibida por el individuo  $i$ -ésimo,  $F_i$ , depende de un conjunto de  $k$  variables explicativas  $X_i: \{X_{i,1},...,X_{i,k}\}$ , que recogen características específicas de dicho turista, el primer paso para la aplicación del algoritmo consiste, entonces, en formular una relación funcional (*fitness function*) que explique el valor de  $F_i$  a partir de las variables  $X_i$ , de tal manera que pueda predecirse el cambio de calidad de la población cuando se modifica la estructura de la misma. Dado que en las cuestiones relativas a la valoración de la calidad se estableció una puntuación mínima de 0 y máxima de 10, se asumió que la variable aleatoria  $F_i / X_i = x_i$  sigue una distribución normal truncada en el intervalo  $[0,10]$ , cuyo valor esperado viene dado por:

$$E\left[\frac{F_i}{X_i = x_i}\right] = \beta'x_i + \sigma \frac{\phi\left(\frac{-\beta'x_i}{\sigma}\right) - \phi\left(\frac{10 - \beta'x_i}{\sigma}\right)}{\Phi\left(\frac{10 - \beta'x_i}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{-\beta'x_i}{\sigma}\right)}$$

donde  $\phi$  y  $\Phi$  son, respectivamente, las funciones de densidad y distribución de la normal estándar y  $\beta'x_i = \beta_0 + \beta_1x_{i1} + ... + \beta_kx_{ik}$ . Los elementos del vector de parámetros que preceden a las variables explicativas,  $\beta'=(\beta_0, \beta_1,..., \beta_k)$ , y la desviación típica,  $\sigma$ , se estiman a partir del correspondiente modelo de regresión truncada y, una vez efectuada dicha estimación, la expresión correspondiente al valor esperado anterior permite obtener estimaciones de la calidad para cada uno de los individuos. De este modo, la calidad global de la población se evalúa como promedio de los valores individuales<sup>2</sup>.

Las características que definen a los individuos de la población se recogieron a través de variables cualitativas que toman el valor 1 en una situación específica y el valor 0 en el

resto de casos. A continuación se indica el nombre asignado a estas variables y se señala, entre paréntesis, la situación en la que estas variables toman el valor 1:  $X_1$  (edad menor o igual que 30 años)<sup>3</sup>,  $X_2$  (edad mayor de 30 años y menor o igual que 65),  $X_3$  (edad mayor de 65 años),  $X_4$  (procedencia del Reino Unido),  $X_5$  (procedencia de Alemania),  $X_6$  (procedencia de España),  $X_7$  (procedencia de Italia, Bélgica, Holanda, Suecia o de un grupo de países recogido como “resto del mundo”),  $X_8$  (procedencia de Francia o Finlandia),  $X_9$  (procedencia de Dinamarca, Noruega, Suiza o de un grupo de países definido como “resto de Europa”),  $X_{10}$  (número de pernoctaciones inferior o igual a 7 días),  $X_{11}$  (número de pernoctaciones superior a 7 días y menor o igual que 14),  $X_{12}$  (número de pernoctaciones superior a 14 días),  $X_{13}$  (visita el destino por primera vez),  $X_{14}$  (visita el destino por segunda vez),  $X_{15}$  (visita el destino por tercera vez),  $X_{16}$  (ha visitado el destino cuatro o más veces),  $X_{17}$  (alojamiento en hotel de 3 estrellas, *aparthotel* de 3 o 4 estrellas, apartamento de 2 o 3 llaves, *time sharing*, casa privada o apartamento privado),  $X_{18}$  (alojamiento en hotel de 5 estrellas o apartamento de 1 llave),  $X_{19}$  (alojamiento en hotel de 4 estrellas o *aparthotel* de 2 estrellas),  $X_{20}$  (viaje motivado por recomendación de amigos o por publicidad),  $X_{21}$  (viaje motivado por recomendación de agencia de viajes, por la información contenida en el folleto de la agencia de viajes u obtenida a través de *internet*, por la publicidad en espacios públicos, por visitas anteriores o, por último, no existió motivo específico),  $X_{22}$  (viaje motivado por propaganda en ferias),  $X_{23}$  (no se contrata alojamiento en país de origen),  $X_{24}$  (sí se contrata alojamiento en país de origen),  $X_{25}$  (la pensión alimenticia contratada sólo incluye desayuno),  $X_{26}$  (se contrata media pensión),  $X_{27}$  (se contrata pensión completa)<sup>4</sup>.

Para evitar el evidente problema de multicolinealidad perfecta, las variables finalmente consideradas como regresores en la estimación de la función de calidad fueron las siguientes:  $X_2$ ,  $X_3$ ,  $X_4$ ,  $X_5$ ,  $X_6$ ,  $X_7$ ,  $X_8$ ,  $X_{10}$ ,  $X_{11}$ ,  $X_{13}$ ,  $X_{17}$ ,  $X_{18}$ ,  $X_{20}$ ,  $X_{23}$  y  $X_{26}$ <sup>5</sup>. Los resultados de dicha estimación se muestran en el cuadro 1.

---

<sup>2</sup> Por supuesto, este planteamiento lleva aparejadas comparaciones interpersonales de utilidad y, en concreto, se supone que la calidad del colectivo puede definirse como simple agregación de las utilidades individuales.

<sup>3</sup> No se encuesta a personas cuya edad fuese inferior a 15 años.

<sup>4</sup> Estas variables se definieron a partir de las variables originales de la encuesta en función de la significación estadística de las diferencias de calidad observadas entre las situaciones recogidas por unas y otras.

<sup>5</sup> Por tanto, cuando todas las variables explicativas anteriores toman el valor 0, el término constante recoge el grado de satisfacción estimado para aquellos turistas que se encuentren en la situación siguiente: edad inferior o igual a 30 años; procedencia de Dinamarca, Noruega, Suiza o resto de Europa; número de pernoctaciones

*Cuadro 1. Estimación de los parámetros de la función de calidad*

|              |              |              |              |              |              |              |           |              |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| $\beta_0$    | $\beta_2$    | $\beta_3$    | $\beta_4$    | $\beta_5$    | $\beta_6$    | $\beta_7$    | $\beta_8$ | $\beta_{10}$ |
| 6.3171       | 0.6269       | 2.0133       | -2.1292      | -2.0979      | -1.5421      | -2.9910      | -1.4990   | 1.2052       |
| $\beta_{11}$ | $\beta_{13}$ | $\beta_{17}$ | $\beta_{18}$ | $\beta_{20}$ | $\beta_{23}$ | $\beta_{26}$ | $\sigma$  |              |
| 1.4855       | -0.4711      | 1.3733       | 2.9605       | 0.4583       | 1.4255       | 1.1477       | 0.8323    |              |

La población inicial sobre la que se estimó la función de calidad y, posteriormente, se ejecutó el algoritmo genético, es la que se muestra en el cuadro 2. Con objeto de simplificar la presentación, se han definido las variables no binarias Y1 (edad), Y2 (país de procedencia), Y3 (número de pernoctaciones), Y4 (número de visitas), Y5 (tipo de alojamiento), Y6 (motivo del viaje), Y7 (contrato de alojamiento en país de origen) e Y8 (régimen alimenticio contratado), cuyos valores se indican a continuación.

- Y1: 1 (edad  $\leq 30$ ); 2 (edad  $\in (30, 65]$ ); 3 (edad  $> 65$ )
- Y2: 1 (Reino Unido); 2 (Alemania); 3 (España); 4 (Italia, Bélgica, Holanda, Suecia o grupo de países definido como “resto del mundo”); 5 (Francia o Finlandia); 6 (Dinamarca, Noruega, Suiza o grupo de países definido como “resto de Europa”).
- Y3: 1 (pernoctaciones  $\leq 7$  días); 2 (pernoctaciones  $\in (7, 14]$ ); 3 (pernoctaciones  $> 14$ ).
- Y4: 1 (visita el destino por primera vez); 2 (visita el destino por segunda vez); 3 (visita el destino por tercera vez); 4 (ha visitado el destino cuatro o más veces).
- Y5: 1 (hotel de 3 estrellas, *aparthotel* de 3 o 4 estrellas, apartamento de 2 o 3 llaves, *time sharing*, casa privada o apartamento privado); 2 (hotel de 5 estrellas o apartamento de 1 llave); 3 (alojamiento en hotel de 4 estrellas o *aparthotel* de 2 estrellas).
- Y6: 1 (recomendación de amigos o publicidad); 2 (recomendación de agencia de viajes, información del folleto de la agencia de viajes o a través de *internet*, publicidad en espacios públicos, visitas anteriores o, por último, no existió motivo específico); 3 (propaganda en ferias).
- Y7: 1 (no se contrata alojamiento en país de origen); 2 (sí se contrata alojamiento en país de origen).
- Y8: 1 (la pensión alimenticia contratada sólo incluye desayuno); 2 (se contrata media pensión); 3 (se contrata pensión completa).

Las características generales de esta población se recogen, a modo de resumen, en el cuadro 3, que indica el porcentaje de individuos clasificados en grupos específicos según los valores de estas últimas variables, así como la calidad media observada y ajustada para los individuos de cada uno de los grupos especificados. Asimismo, en el cuadro 4 se señala la

---

superior a 2 semanas; no visitan el destino turístico por primera vez; alojamiento en hotel de 4 estrellas o en *aparthotel* de 2 estrellas; el motivo del viaje fue la recomendación de la agencia de viajes, la información contenida en el folleto de la agencia de viajes u obtenida a través de *internet*, la publicidad en espacios públicos, la propaganda en ferias, las visitas anteriores o, por último, no existió motivo específico; se contrató

calidad media en determinados grupos definidos en función del país de procedencia en combinación con el resto de variables consideradas en el estudio.

*Cuadro 2. Población inicial. Características individuales de los 82 turistas considerados*

| Individuos 1-28  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y1               | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |   |   |
| Y2               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 5 | 5 | 6 | 4 | 4 | 2 | 1 | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 1 | 4 |   |
| Y3               | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 |   |
| Y4               | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| Y5               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |
| Y6               | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| Y7               | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y8               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Individuos 29-55 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Y1               | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |   |
| Y2               | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 5 | 4 | 5 | 1 | 1 | 4 | 5 | 1 | 2 | 6 | 5 | 1 | 1 |   |
| Y3               | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |   |
| Y4               | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 |   |
| Y5               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |   |
| Y6               | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 |   |
| Y7               | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |   |
| Y8               | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |   |
| Individuos 56-82 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Y1               | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 |   |
| Y2               | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 6 | 3 | 4 | 5 | 6 |   |
| Y3               | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |   |
| Y4               | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 1 |   |
| Y5               | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |   |
| Y6               | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |   |
| Y7               | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 |   |
| Y8               | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 |

*Cuadro 3. Características de la población original*

|                         | Y1   |      |      | Y2   |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                         | 1    | 2    | 3    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    |      |
| Porcentajes             | 23.2 | 74.4 | 2.4  | 51.2 | 11.0 | 6.1  | 14.6 | 9.8  | 7.3  |      |
| Calidad media observada | 7.23 | 7.82 | 7.62 | 7.88 | 7.37 | 8.26 | 6.64 | 7.34 | 8.77 |      |
| Calidad media ajustada  | 7.23 | 7.82 | 7.62 | 7.88 | 7.37 | 8.26 | 6.64 | 7.34 | 8.77 |      |
|                         | Y3   |      |      | Y4   |      |      |      | Y5   |      |      |
|                         | 1    | 2    | 3    | 1    | 2    | 3    | 4    | 1    | 2    | 3    |
| Porcentajes             | 59.8 | 29.3 | 11.0 | 47.6 | 12.2 | 7.3  | 32.9 | 80.5 | 4.9  | 14.6 |
| Calidad media observada | 7.63 | 8.14 | 6.72 | 7.41 | 7.51 | 8.01 | 8.06 | 7.71 | 8.71 | 7.14 |
| Calidad media ajustada  | 7.63 | 8.14 | 6.72 | 7.41 | 7.44 | 8.20 | 8.04 | 7.71 | 8.71 | 7.14 |
|                         | Y6   |      |      | Y7   |      | Y8   |      |      |      |      |
|                         | 1    | 2    | 3    | 1    | 2    | 1    | 2    | 3    |      |      |
| Porcentajes             | 29.3 | 69.5 | 1.2  | 22.0 | 78.0 | 64.6 | 26.8 | 8.5  |      |      |
| Calidad media observada | 7.76 | 7.63 | 8.38 | 8.60 | 7.42 | 7.67 | 8.02 | 6.70 |      |      |
| Calidad media ajustada  | 7.76 | 7.63 | 8.37 | 8.60 | 7.42 | 7.67 | 8.02 | 6.67 |      |      |

alojamiento en el país de origen; el régimen alimenticio contratado incluía sólo desayuno o era pensión completa.

*Cuadro 4. Calidad media observada según país de procedencia y resto de variables*

|    |   | Y2          |             |              |             |             |             |
|----|---|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|    |   | 1           | 2           | 3            | 4           | 5           | 6           |
| Y1 | 1 | 7.47 (7.22) | 4.74 (5.60) | 7.80 (7.94)  | 6.41 (6.45) | 6.62 (6.78) | 8.93 (8.87) |
|    | 2 | 7.96 (8.03) | 7.70 (7.59) | 8.94 (8.73)  | 6.69 (6.58) | 7.77 (7.67) | 8.69 (8.72) |
|    | 3 | 8.32 (7.57) | -           | -            | 6.91 (7.66) | -           | -           |
| Y3 | 1 | 7.77 (7.76) | 7.96 (8.21) | 8.26 (8.26)  | 6.67 (6.52) | 7.27 (7.26) | 8.37 (8.59) |
|    | 2 | 7.98 (8.08) | 8.05 (7.88) | -            | 6.79 (6.81) | 9.60 (9.23) | 9.57 (9.14) |
|    | 3 | 8.35 (7.59) | 6.09 (6.01) | -            | 6.40 (7.07) | 6.37 (6.58) | -           |
| Y4 | 1 | 7.30 (7.23) | 7.61 (7.91) | 7.82 (8.09)  | 6.66 (6.60) | 6.59 (6.48) | 8.77 (8.60) |
|    | 2 | 7.32 (7.49) | 6.73 (6.22) | -            | 7.14 (7.07) | 8.74 (8.31) | -           |
|    | 3 | 8.35 (8.32) | 4.74 (5.59) | 10.00 (8.90) | -           | 7.83 (8.42) | 8.79 (9.62) |
|    | 4 | 8.42 (8.43) | 8.40 (7.47) | -            | 6.25 (6.43) | 6.81 (7.11) | -           |
| Y5 | 1 | 7.89 (7.90) | 7.45 (7.34) | 8.50 (8.27)  | 6.77 (6.82) | 7.62 (7.59) | 8.88 (9.12) |
|    | 2 | 8.42 (8.49) | -           | 9.57 (9.36)  | -           | -           | -           |
|    | 3 | 7.31 (7.11) | 7.08 (7.46) | 6.21 (7.11)  | 6.00 (5.73) | 5.35 (5.55) | 8.66 (8.42) |
| Y6 | 1 | 7.83 (7.82) | 7.96 (7.80) | 7.80 (7.94)  | 6.87 (6.44) | 7.83 (8.42) | 8.79 (9.62) |
|    | 2 | 7.91 (7.91) | 7.07 (7.15) | 8.94 (8.73)  | 6.56 (6.70) | 7.27 (7.18) | 8.86 (8.66) |
|    | 3 | -           | -           | -            | -           | -           | 8.38 (8.37) |
| Y7 | 1 | 8.66 (8.66) | -           | -            | 7.20 (7.49) | 9.60 (9.23) | 9.47 (9.38) |
|    | 2 | 7.49 (7.50) | 7.37 (7.37) | 8.26 (8.26)  | 6.52 (6.47) | 7.01 (7.07) | 8.63 (8.65) |
| Y8 | 1 | 7.89 (7.88) | 5.73 (5.91) | -            | 6.46 (6.67) | 7.79 (7.63) | 8.51 (8.47) |
|    | 2 | 7.83 (8.18) | 8.01 (8.05) | 8.42 (8.49)  | 7.24 (6.85) | -           | 9.03 (9.07) |
|    | 3 | 7.92 (7.38) | 6.81 (6.22) | 7.61 (7.34)  | 4.68 (5.43) | 5.99 (6.47) | -           |

Nota: Entre paréntesis se indica la calidad media estimada. Las casillas en las que no se indica valor alguno corresponden a situaciones en las que no se ubica ninguno de los turistas.

La calidad media para toda la población fue de 7.6786; pero, además de este dato, merece la pena comentar que la calidad media se incrementa, como cabía esperar, con el número de visitas. Este hecho parece confirmar la hipótesis sobre la que se construye el algoritmo genético, en el sentido de que los individuos que más repiten su visita son los más satisfechos y, mediante un ejercicio inductivo, podría concluirse que los individuos más satisfechos tienen una mayor probabilidad de volver a visitar el destino turístico. Esta tendencia parece bastante clara en el Reino Unido, país del que procede más de la mitad de los turistas de la población considerada.

### 3. ALGORITMO GENÉTICO

Como ya se ha comentado, los algoritmos genéticos ofrecen una metodología potencialmente apropiada para explicar cambios en las características de los individuos de una población y, por tanto, para predecir la composición de la demanda turística en el sur de Tenerife. La idea que subyace en la aplicación del algoritmo es, simplemente, que la población de turistas se va modificando de forma que aumente la calidad global (grado total



de satisfacción) de la población. Es decir, a partir de una población determinada, con una cierta composición, el algoritmo genético genera una nueva que, se prevé, obtendrá un grado de satisfacción mayor. En este sentido, el funcionamiento del algoritmo depende de la medición de la calidad percibida por los individuos y la asignada a la población en su conjunto y de la aplicación de ciertos operadores que especifican los patrones de cambio de dicha población<sup>6</sup>.

Por tanto, definido el grado de satisfacción de cada individuo, la cuestión que queda por resolver es cómo modificar la población con objeto de incrementar la calidad media de ésta. Pues bien, para efectuar estas modificaciones se ha desarrollado una versión en C<sup>++</sup> del algoritmo genético simple propuesto por Goldberg (1989), y mejorado posteriormente por Moreno (1996), con los tres operadores estándar: selección, cruce y mutación<sup>7</sup>. En las líneas siguientes se explica brevemente cada uno de estos operadores.

El algoritmo modifica la población original —cuyos individuos están identificados por cadenas binarias que indican sus características— en dos fases. En la primera, a través del operador selección se eligen los individuos que van a ser copiados, es decir, que van a ser mantenidos inicialmente en la nueva población. Por supuesto, la probabilidad de que un individuo sea seleccionado es directamente proporcional al valor de la función de calidad para el individuo en cuestión<sup>8</sup> y, por tanto, determina el número esperado de veces que se copia dicho individuo en función de la relación entre los tamaños de la población original y final.

Concretamente, para obtener una población intermedia —formada por copias de la población original— de tamaño  $n$ , el algoritmo emplea el procedimiento siguiente. Se generan aleatoriamente los resultados de  $n$  pruebas multinomiales de tamaño  $r$  con probabilidades  $p_1, \dots, p_r$ , siendo  $r$  el número de individuos de la población original y siendo  $p_i$  ( $i=1, \dots, r$ ) la probabilidad de que se copie el individuo  $i$ , definida como cociente entre la calidad del individuo  $i$  y la suma de las calidades de los  $r$  individuos de la población

---

<sup>6</sup> La filosofía adaptativa que inspira los algoritmos genéticos fue propuesta inicialmente por Holland (1975), si bien la sistematización de sus elementos metodológicos se debe a Goldberg (1989). Algunas aplicaciones en el campo de la economía son Green y Smith (1987), Arifovic (1994), Arifovic (1995), Sierra y Bonsón (1995), Dawid (1996).

<sup>7</sup> Si bien los algoritmos genéticos se idearon para ser aplicados sobre una población generada aleatoriamente, en este caso ha sido preciso desarrollar una heurística apropiada que permitiera la lectura de un conjunto de datos no aleatorios.

original. Efectuadas las copias de los individuos de la población original en el número adecuado, se obtiene una nueva población del tamaño deseado. En términos formales, si se denota por  $\Omega_1 : \{I_{1,1}, \dots, I_{1,r}\}$  el conjunto de  $r$  individuos de la población original y se define  $J : \{1, \dots, n\}$  como el conjunto de las  $n$  posiciones en que se ubican los  $n$  individuos de la población resultante de las copias, esta población intermedia  $\Omega_2 : \{I_{2,1}, \dots, I_{2,n}\}$  se obtiene a través del operador selección,  $s(j)=I_{2,j}$ , definido como  $s:J \rightarrow \Omega_1$ , tal que

$$P(s(j)=I_{1,i})=P(I_{2,j}=I_{1,i})=p_i=\frac{\hat{f}_i}{\sum_{i=1}^r \hat{f}_i}, i=1, \dots, r, \forall j=1, \dots, n.$$

Definido así, puede advertirse que el operador selección modifica la población original transformándola en una nueva población de mayor calidad. Ahora bien, si se pretende que el proceso de transformación descrito por el algoritmo se adapte a la dinámica observada en la realidad, es preciso incorporar un elemento de aleatoriedad que permita la supervivencia de individuos de calidad no demasiado alta y la aparición de nuevos individuos. Este elemento es el que recogen los operadores de cruce y mutación, que, en la segunda etapa del algoritmo, permiten modificar las características que identifican a los individuos seleccionados en la primera fase. El primero de estos operadores intercambia grupos de características de dos individuos seleccionados, de modo que, por ejemplo, los individuos  $I_{i,1}$  (turista alemán, de edad mediana, alojado en un hotel de 4 estrellas, con pensión completa) e  $I_{j,1}$  (turista inglés, joven, alojado en un hotel de 3 estrellas, con media pensión) pueden ser sustituidos por los nuevos individuos  $I_{i,2}$  (alemán, de edad mediana, alojado en un hotel de 3 estrellas, con media pensión) e  $I_{j,2}$  (inglés, joven, alojado en un hotel de 4 estrellas, con pensión completa). Finalmente, el operador mutación hace posible que, para un determinado individuo, se modifiquen algunas de sus características. Así, un turista inglés puede transformarse en alemán, permaneciendo inalteradas las restantes características<sup>9</sup>.

El grado de transformación de la población provocado por estos dos operadores, depende de las probabilidades de actuación que se les asignen. Para cada uno de los  $n/2$  pares de

---

<sup>9</sup> Tal y como está diseñado el algoritmo, la selección de las copias se efectúa proporcionalmente al valor de la calidad ajustado —obtenido a partir de la estimación— para cada uno de los individuos de la población.

individuos de la población intermedia generada tras la aplicación del operador selección, el cruce se efectuará con una probabilidad dada,  $\chi$ , eligiéndose aleatoriamente el punto de cruce<sup>10</sup>. Sea  $\Omega_3 : \{I_{3,1}, \dots, I_{3,n}\}$  la población resultante de efectuar los cruces sobre  $\Omega_2$ . Un par  $(I_{3,a}, I_{3,b}) \subset \Omega_3$  se obtiene como resultado de la aplicación del operador cruce,  $c$ , sobre el par  $(I_{2,a}, I_{2,b}) \subset \Omega_2$ , es decir,  $c : \Omega_2 \times \Omega_2 \rightarrow \Omega_3 \times \Omega_3$ . Si designamos por  $c_i(I_a, I_b)$  al par de individuos resultantes de efectuar el cruce en la posición  $i$ -ésima del par de individuos  $(I_a, I_b)$ , entonces el operador cruce actúa sobre el par de individuos  $(I_{2,a}, I_{2,b})$  en dicha posición de modo que:  $c_i : (I_{2,a}, I_{2,b}) \rightarrow (I_{3,a}, I_{3,b})$ , donde  $P((I_{3,a}, I_{3,b}) = c_i(I_{2,a}, I_{2,b})) = \chi$  y  $P((I_{3,a}, I_{3,b}) = (I_{2,a}, I_{2,b})) = 1 - \chi$ .

Asimismo, es preciso fijar la probabilidad,  $\mu$ , de que mute un carácter cualquiera de los que identifica a los individuos de la población. Si designamos por  $x_{i,s}$  al valor de la característica  $s$  ( $s=1, \dots, k$ ) del individuo  $i$  ( $i=1, \dots, n$ ), entonces, dicho carácter binario puede mantener su valor o tomar el otro valor posible de su rango  $\{0,1\}$ . Si la probabilidad de que este carácter cambie su valor es  $\mu$ , entonces el operador mutación,  $m$ , puede definirse como  $m : x_{i,s} \rightarrow \{0,1\}$ , tal que: si  $x_{i,s}=0$ ,  $P(m(x_{i,s})=0)=1-\mu$  y  $P(m(x_{i,s})=1)=\mu$ , mientras que si  $x_{i,s}=1$ ,  $P(m(x_{i,s})=0)=\mu$  y  $P(m(x_{i,s})=1)=1-\mu$ . Nótese que la acción del operador mutación podría dar lugar a una población final con menor calidad que la inicial; de ahí que, con objeto de controlar este riesgo, se asuma que la probabilidad de mutación en cada uno de los caracteres de todos los individuos de la población es suficientemente pequeña. Dado que la definición de las variables explicativas de la calidad, que identifican las características de los individuos, puede significar que determinados cruces sean incoherentes<sup>11</sup>, conviene fijar una probabilidad de cruce lo suficientemente baja para

<sup>9</sup> Es posible recurrir al operador elitismo, que garantiza que permanezcan en la población final los individuos de mayor calidad de la población original, sin que les afecten mutaciones o cruces. Véase De Jong (1975).

<sup>10</sup> Es decir, fijada aleatoriamente una posición en la cadena binaria que identifica a los individuos, se intercambiarán los caracteres especificados a la derecha de dicha posición. Ésta técnica es el denominado cruce de un punto, que es el que se aplica en este trabajo, aunque se han introducido otras opciones de cruce en dos puntos o, en general, de cruce multipunto.

<sup>11</sup> Supongamos que, aleatoriamente, se decide cruzar en la posición 7, los dos individuos siguientes:

$I_{i,1} : \{010\ 000001\ \dots\}$        $I_{j,1} : \{100\ 001000\ \dots\}$

Como resultado del cruce, se intercambian los valores que caracterizan a los individuos a partir de la posición 7 y, por tanto, se obtienen los dos nuevos individuos siguientes:

$I_{i,2} : \{010\ 000000\ \dots\}$        $I_{j,2} : \{100\ 001001\ \dots\}$

dificultar que tales cruces se produzcan<sup>12</sup>. Más aún, cada vez que se produce una mutación se generará un individuo con características no consistentes con la definición de las variables, salvo que acontezca el improbable caso de que el efecto de la mutación venga justamente a compensar otra mutación en una posición próxima referida a la misma característica, o bien, el efecto anterior de algún cruce<sup>13</sup>.

#### 4. RESULTADOS

A continuación se indican los resultados de la aplicación del algoritmo genético descrito en el apartado anterior. En primer lugar, y con el fin de ilustrar el efecto del operador selección, se muestra en el cuadro 5 la población final (transcurrida una generación) con probabilidades nulas de mutación y cruce<sup>14</sup>. Se ha decidido fijar un tamaño de la población final igual a 100 con objeto de hacer posible la lectura directa de la composición de la población en términos porcentuales y, consecuentemente, facilitar la comparación con la población original. La calidad media estimada para toda la población fue de 7.9005; lógicamente mayor que la correspondiente a la población original. Téngase en cuenta que en la población resultante de la aplicación del operador selección, todos los individuos que aparecen pertenecen a la población original, pero existe mayor probabilidad de que los individuos de mayor calidad estén más frecuentemente representados<sup>15</sup>.

Las características de la población anterior se resumen en los cuadros 6 y 7. Se observa que la participación de los turistas procedentes de España y, por otra parte, de Dinamarca, Noruega, Suiza y el grupo de “resto de Europa” —que son los más satisfechos—, ha aumentado hasta el 21%, mientras que en la población original representaban menos del

---

Es decir, el individuo  $I_{i,2}$  no tiene nacionalidad, mientras que el  $I_{j,2}$  posee dos nacionalidades. Este tipo de problemas podría solucionarse si el algoritmo genético tuviera en cuenta, específicamente, que algunas de las características de los turistas deben definirse a través de variables no binarias.

<sup>12</sup> Con poblaciones generadas aleatoriamente con individuos caracterizados por variables binarias, habitualmente se maneja una probabilidad de cruce de 0.6. En el caso objeto de estudio se ha considerado oportuno reducir dicha probabilidad y, finalmente, se ha decidido utilizar los valores 0 y 0.2.

<sup>13</sup> Dadas las complicaciones inherentes al uso del operador mutación, en este trabajo se optó por ejecutar el algoritmo con probabilidad de mutación nula.

<sup>14</sup> Adviértase que esta población final será, en realidad, la población intermedia resultante de la selección y, posteriormente, sería transformada en otra población final si las probabilidades de mutación y cruce no fueran nulas.

<sup>15</sup> Por ejemplo, los individuos 78, 8 y 19 de la población original (con calidad observada y ajustada superior a 9, y que sólo aparecían una vez en la población original) se han copiado 3, 7 y 5 veces, respectivamente, en la población final (individuos 1 a 15).

14%<sup>16</sup>. Otros cambios en similar sentido son la reducción del porcentaje de pernoctaciones superiores a dos semanas<sup>17</sup> y también el crecimiento porcentual del número de turistas que no contratan alojamiento en su país de origen o el de aquéllos que contratan un régimen alimenticio de media pensión.

*Cuadro 5. Población final (probabilidad de cruce: 0; probabilidad de mutación: 0).*

| Individuos 1-25   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y1                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |   |
| Y2                | 6 | 6 | 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 6 | 1 | 1 | 1 | 6 | 6 | 6 | 6 | 1 |
| Y3                | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Y4                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Y5                | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Y6                | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y7                | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y8                | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Individuos 26-50  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Y1                | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y2                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y3                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y4                | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y5                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y6                | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y7                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y8                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Individuos 51-75  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Y1                | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y2                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 | 1 | 1 |
| Y3                | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y4                | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Y5                | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y6                | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Y7                | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y8                | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Individuos 76-100 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Y1                | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Y2                | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 5 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Y3                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y4                | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Y5                | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Y6                | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y7                | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y8                | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |

<sup>16</sup> Este resultado puede ser consistente con el incremento, observado en los últimos años, del número de turistas procedentes de los países del Este, que están incluidos en el grupo “resto de Europa”.

<sup>17</sup> Esta tendencia refleja la inclinación de preferencias hacia los llamados *short breaks* —es decir, mayor número de períodos vacacionales a lo largo del año, pero de menor duración cada uno—, que se dan cada vez con mayor frecuencia.

*Cuadro 6. Características de la población final (probabilidad de cruce: 0; probabilidad de mutación: 0)*

|                        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                        | Y1     |        |        | Y2     |        |        |        |        |        |       |
|                        | 1      | 2      | 3      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |       |
| Porcentajes            | 32     | 67     | 1      | 41     | 7      | 13     | 18     | 13     | 8      |       |
| Calidad media ajustada | 7.7678 | 7.9675 | 7.6590 | 7.9226 | 8.0954 | 8.9085 | 6.5607 | 7.9687 | 8.8824 |       |
|                        | Y3     |        |        | Y4     |        |        |        | Y5     |        |       |
|                        | 1      | 2      | 3      | 1      | 2      | 3      | 4      | 1      | 2      | 3     |
| Porcentajes            | 67     | 28     | 5      | 49     | 16     | 1      | 34     | 79     | 7      | 14    |
| Calidad media ajustada | 7.806  | 8.223  | 7.365  | 7.891  | 7.768  | 8.846  | 7.949  | 7.831  | 9.183  | 7.651 |
|                        | Y6     |        |        | Y7     |        | Y8     |        |        |        |       |
|                        | 1      | 2      | 3      | 1      | 2      | 1      | 2      | 3      |        |       |
| Porcentajes            | 24     | 76     | 0      | 34     | 66     | 51     | 34     | 15     |        |       |
| Calidad media ajustada | 8.1791 | 7.8125 | -      | 8.4028 | 7.6417 | 7.9174 | 8.3885 | 6.7370 |        |       |

*Cuadro 7. Calidad media ajustada según país de procedencia y resto de variables (probabilidad de cruce: 0; probabilidad de mutación: 0)*

|    |   | Y2     |        |        |        |        |        |
|----|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Y1 | 1 | 8.2280 | -      | 9.1826 | 6.3806 | 7.3934 | 9.1969 |
|    | 2 | 7.8802 | 8.0954 | 8.5887 | 6.6611 | 8.6398 | 8.6937 |
|    | 3 | -      | -      | -      | 7.6590 | -      | -      |
| Y3 | 1 | 7.9981 | 8.2008 | 8.9085 | 6.4764 | 7.3934 | 8.6587 |
|    | 2 | 7.8852 | 7.4626 | -      | 6.8116 | 9.0983 | 9.1060 |
|    | 3 | 7.6068 | -      | -      | 7.6590 | 6.3472 | -      |
| Y4 | 1 | 7.6110 | 8.0954 | 8.9137 | 6.3167 | 6.3472 | 8.8824 |
|    | 2 | 7.0706 | -      | -      | 7.2417 | 9.0983 | -      |
|    | 3 | -      | -      | 8.8455 | -      | -      | -      |
|    | 4 | 8.2063 | -      | -      | 5.1583 | 7.3934 | -      |
| Y5 | 1 | 8.0530 | 8.2008 | 8.5887 | 6.6432 | 7.9687 | 9.1969 |
|    | 2 | -      | -      | 9.1826 | -      | -      | -      |
|    | 3 | 7.2895 | 7.4626 | -      | 5.1583 | -      | 8.6937 |
| Y6 | 1 | 7.8829 | 8.1291 | 9.1826 | 6.5187 | 7.9687 | 8.8824 |
|    | 2 | 7.9391 | 8.0701 | 8.5887 | 6.5660 | -      | -      |
|    | 3 | -      | -      | -      | -      | -      | -      |
| Y7 | 1 | 8.4158 | -      | -      | 7.3829 | 9.0983 | 9.1969 |
|    | 2 | 7.4530 | 8.0954 | 8.9085 | 6.1496 | 7.2627 | 8.6937 |
| Y8 | 1 | 7.9704 | -      | -      | 6.9305 | 8.6398 | 9.1969 |
|    | 2 | 7.9403 | 8.0954 | 8.9085 | 7.2067 | -      | 8.6937 |
|    | 3 | 7.3776 | -      | -      | 5.4335 | 7.3934 | -      |

Nota: Las casillas en las que no se indica valor alguno corresponden a situaciones en las que no se ubica ninguno de los turistas.

Este mecanismo no parece operar, sin embargo, con respecto a otras variables. Por ejemplo, en el caso de la edad, el porcentaje de turistas entre 30 y 65 años se reduce a favor del grupo de turistas más jóvenes, con un grado de satisfacción menor —aunque las diferencias de calidad no son muy apreciables. Ahora bien, no cabe deducir que este resultado sea contrario a la filosofía que inspira el algoritmo; simplemente, debe tenerse en cuenta que la

combinación de características es la que determina la calidad del individuo y, por tanto, el análisis univariante debe interpretarse con cautela, sin dejar por ello de ser relevante. Es posible que el operador selección haya conducido a copiar un subgrupo de turistas jóvenes caracterizado por algunas otras variables que den como resultado mayor calidad media. Eso explica que las diferencias de calidad entre los tres grupos de edad hayan disminuido después de efectuar las copias.

De hecho, es curioso que, mientras que en la población original, y dentro del grupo de turistas españoles, los jóvenes estaban más insatisfechos, en la población final ocurre lo contrario. Ocurre, además, que los jóvenes españoles incluidos en la población final tienen niveles medios de calidad más altos que el resto de turistas españoles y que los turistas de diferentes procedencias y grupos de edad, con la excepción de los jóvenes procedentes de Dinamarca, Noruega, Suiza y “resto de Europa”.

En los cuadros 8 a 10 se presentan los resultados de la aplicación del algoritmo con probabilidad de cruce 0.2 y probabilidad de mutación 0. La población recogida en el cuadro 8 ha sido obtenida en una nueva ejecución del algoritmo, es decir, los cruces no se han efectuado sobre la población descrita en el cuadro 5, sino sobre otra población intermedia resultante de la aplicación del operador selección sobre la población original. En cualquier caso, el efecto conjunto de selección y cruce se ha traducido en una elevación de la calidad media de la población original hasta 7.9717; lo que significa un incremento similar al obtenido para la población del cuadro 5 por la acción exclusiva del operador selección. Al margen de esta comparación, sólo tiene sentido estudiar las transformaciones en la estructura de la población final (cuadro 8) con respecto a la original (cuadro 2).

Los cambios más apreciables vuelven a centrarse en el país de procedencia, en el que los turistas procedentes de España, Dinamarca, Noruega, Suiza y el grupo de “resto de Europa” alcanzan un 25% y, sobre todo, en el régimen alimenticio contratado, donde la modalidad de media pensión constituye la opción elegida por el 41% de los turistas. También conviene resaltar la mayor participación de los turistas que más veces habrían visitado la isla; los que manifestaban haberla visitado tres o más veces en el momento de realizar la encuesta representaban un 40% de la población original, mientras que en la población final este porcentaje asciende al 44%.

*Cuadro 8. Población final (probabilidad de cruce: 0.2; probabilidad de mutación: 0).*

|    | Individuos 1-25   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Y1 | 2                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |   |
| Y2 | 6                 | 6 | 6 | 3 | 3 | 5 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y3 | 1                 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y4 | 3                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Y5 | 1                 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y6 | 1                 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y7 | 2                 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y8 | 2                 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
|    | Individuos 26-50  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Y1 | 2                 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Y2 | 6                 | 6 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 6 | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 1 |
| Y3 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y4 | 1                 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Y5 | 3                 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Y6 | 2                 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Y7 | 2                 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| Y8 | 2                 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
|    | Individuos 51-75  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Y1 | 1                 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 |   |
| Y2 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 6 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 | 5 | 1 | 1 |
| Y3 | 1                 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y4 | 4                 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| Y5 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y6 | 2                 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y7 | 1                 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y8 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
|    | Individuos 76-100 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Y1 | 2                 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y2 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 1 | 1 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 |
| Y3 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y4 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Y5 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Y6 | 1                 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| Y7 | 2                 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Y8 | 3                 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 |

Por otro lado, atendiendo a la combinación del país de procedencia con alguna de las restantes variables, debe destacarse la desaparición de los grupos con menor calidad media; por ejemplo, los turistas alemanes menores de 30 años, o los que contratan pensión completa y proceden de Italia, Bélgica, Holanda, Suecia o “resto del mundo”. Paralelamente, el cruce permite la aparición de individuos identificados por una combinación de características que no estaba presente en la población original. Así ocurre, por ejemplo, con la presencia en la población final de turistas procedentes de Francia o Finlandia que contratan media pensión.



*Cuadro 9. Características de la población final (probabilidad de cruce: 0.2; probabilidad de mutación: 0)*

|                        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                        | Y1     |        |        | Y2     |        |        |        |        |        |       |
|                        | 1      | 2      | 3      | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |       |
| Porcentajes            | 24     | 75     | 1      | 40     | 11     | 11     | 9      | 15     | 14     |       |
| Calidad media ajustada | 7.6961 | 8.0653 | 7.5685 | 7.9287 | 8.1962 | 8.6577 | 6.9685 | 7.3166 | 8.7262 |       |
|                        | Y3     |        |        | Y4     |        |        |        | Y5     |        |       |
|                        | 1      | 2      | 3      | 1      | 2      | 3      | 4      | 1      | 2      | 3     |
| Porcentajes            | 61     | 33     | 6      | 45     | 11     | 7      | 37     | 74     | 4      | 22    |
| Calidad media ajustada | 7.955  | 8.200  | 6.886  | 7.765  | 7.979  | 8.616  | 8.099  | 7.996  | 8.524  | 7.788 |
|                        | Y6     |        |        | Y7     |        | Y8     |        |        |        |       |
|                        | 1      | 2      | 3      | 1      | 2      | 1      | 2      | 3      |        |       |
| Porcentajes            | 27     | 71     | 2      | 22     | 78     | 52     | 41     | 7      |        |       |
| Calidad media aiustada | 7.9153 | 7.9824 | 8.3530 | 8.6130 | 7.7909 | 7.8999 | 8.2984 | 6.5919 |        |       |

*Cuadro 10. Calidad media ajustada según país de procedencia y resto de variables (probabilidad de cruce: 0.2; probabilidad de mutación: 0)*

|    |   | Y2     |        |        |        |        |        |
|----|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    |   | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      |
| Y1 | 1 | 7.7392 | -      | 8.5678 | 7.3277 | 6.2887 | 8.7749 |
|    | 2 | 8.0160 | 8.1962 | 8.6914 | 6.9236 | 7.8305 | 8.7067 |
|    | 3 | 7.5685 | -      | -      | -      | -      | -      |
| Y3 | 1 | 7.9915 | 8.4624 | 8.6577 | 7.0615 | 7.1422 | 8.5150 |
|    | 2 | 7.8422 | 8.1371 | -      | 6.8116 | 9.0983 | 8.9374 |
|    | 3 | 7.5685 | -      | -      | 6.4741 | 6.8180 | -      |
| Y4 | 1 | 7.1648 | 7.7958 | 8.5504 | 6.8864 | 5.5522 | 8.6857 |
|    | 2 | 8.0068 | -      | -      | 7.0697 | 8.5300 | -      |
|    | 3 | 7.8367 | -      | 8.8455 | -      | -      | 9.2531 |
|    | 4 | 8.3153 | 8.6767 | -      | 7.0724 | 7.5002 | -      |
| Y5 | 1 | 7.9332 | 8.6155 | 8.5411 | 7.0529 | 7.5319 | 8.8706 |
|    | 2 | 7.8660 | -      | 9.1826 | -      | -      | -      |
|    | 3 | 7.8887 | 7.4626 | -      | 6.2932 | 7.0704 | 8.6460 |
| Y6 | 1 | 7.8485 | 7.7958 | 8.5678 | 6.4060 | 8.2091 | 9.2531 |
|    | 2 | 7.9591 | 8.6767 | 8.6914 | 7.1292 | 6.9920 | 8.7461 |
|    | 3 | -      | -      | -      | -      | -      | 8.3530 |
| Y7 | 1 | 8.5628 | -      | -      | 7.3277 | 9.0983 | 9.1969 |
|    | 2 | 7.4600 | 8.1962 | 8.6577 | 6.9236 | 7.0424 | 8.6477 |
| Y8 | 1 | 7.9596 | -      | -      | 6.8860 | 7.5517 | 8.5539 |
|    | 2 | 7.8887 | 8.1962 | 8.7897 | 7.0097 | 8.2091 | 8.8219 |
|    | 3 | 7.3776 | -      | 7.3381 | -      | 6.0125 | -      |

Nota: Las casillas en las que no se indica valor alguno corresponden a situaciones en las que no se ubica ninguno de los turistas.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el apartado anterior permiten ilustrar el modo en que los algoritmos genéticos pueden ser empleados para predecir cambios en la composición de la demanda turística de un determinado destino. Sin embargo, es preciso adaptar instrumentos

metodológicos diseñados para un contexto no económico al caso particular bajo estudio. En este sentido, además de los problemas de comparaciones interpersonales de utilidad aparejados al uso de una función de calidad, también convendría redefinir algunos de los operadores que determinan el funcionamiento del algoritmo.

La transformación de una población en otra se efectúa, en el algoritmo propuesto por Goldberg, a través de los operadores de selección, cruce y mutación. Estos operadores parecen apropiados cuando las poblaciones se generan aleatoriamente y cada individuo está caracterizado por variables binarias, y se aplican con determinadas probabilidades sin suponer que determinados cruces o mutaciones son más verosímiles que otros. En casos como el que se aborda en este trabajo, existen, sin embargo, informaciones cualitativas que podrían sugerir que determinadas transformaciones son más verosímiles que otras. Quizás resulte apropiado mantener el operador selección para determinar una población intermedia del tamaño deseado. Pero, la transformación de dicha población intermedia en una población final también debería estar dirigida por operadores en cuya aplicación intervengan, de modo más o menos directo, argumentos de naturaleza económica.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIFOVIC, J. (1994) «Genetic algorithm learning and the cobweb model», *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18: 3-28.

ARIFOVIC, J. (1995) «Genetic algorithms and inflationary economics», *Journal of Monetary Economics*, 36: 219-243.

DAWID, H. (1996) *Adaptative Learning by Genetic Algorithms. Analytical Results and Applications to Economic Models*. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems, 441. Springer.

GOLDBERG, D.E. (1989) *Genetic Algorithms in Search Optimization, and Machine Learning*. Addison Wesley. Reading, M.A.

GREEN, D.P. Y S.F. SMITH (1987) «A genetic system for learning models of consumer choice», *Genetic Algorithms and their applications: Proceedings of the Second International Conference on Genetic Algorithms*: 217-223.

HOLLAND, J.H. (1975) *Adaptation in natural and artificial systems*. Ann Arbor. The University of Michigan Press.

DE JONG, K. (1975) *An analysis of the behavior of a class of genetic adaptative systems* (Doctoral Dissertation, University of Michigan). Dissertation Abstracts International, 36 (10), 5140 B. University Microfilms, N° 76-9381.

MICHALEWICZ, Z. (1994) *Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs*. Springer Verlag.

MORENO, J.M. (1996) *Metaheurísticas en localización: análisis teórico y experimental*. Tesis Doctoral, Universidad de La Laguna.

SIERRA, G.J. Y E. BONSON (1995) «Algoritmos genéticos: aplicaciones financieras y de gestión», *Partida Doble*, 62: 61-67.