

# Modelos de política agraria: revisión bibliográfica de los aspectos metodológicos del enfoque multiatributo y media-varianza (\*)

MANUEL ARRIAZA BALMÓN (\*\*)

## 1. INTRODUCCIÓN

En la Ciencia en general, y las Ciencias Sociales en particular, el uso de modelos matemático-conceptuales que simplifican una realidad compleja supone una herramienta fundamental para la evaluación de nuevas teorías. El análisis de políticas agrarias, como una rama de las Ciencias Sociales, a menudo utiliza modelos para la toma de decisiones por parte de los responsables políticos. Así, a la hora de evaluar diferentes alternativas de actuación, la cuestión no radica en el uso o no de modelos sino en el tipo de modelo que mejor representa la realidad social y económica. Es aquí donde se encuentra la justificación última de estas, a veces poco accesibles, entidades matemáticas.

Este trabajo tiene como objetivo principal recoger las aportaciones, tanto teóricas como prácticas, de aquellos autores que han afrontado el enfoque de la teoría de la utilidad multiatributo (TUMA) a través del tradicional modelo media-varianza (M-V), utilizado ampliamente en el mundo financiero para el análisis de carteras. Mientras el primero ha sido empleado principalmente como herramienta teórica, el segundo ha sido más habitual en economía aplicada (Robison y Hanson, 1997). Sin embargo, en el presente artículo se sugiere una posibilidad de combinación de ambos enfoques para el análisis de políticas agrarias.

---

(\*) El autor quiere manifestar su agradecimiento por los comentarios recibidos de José Antonio Gómez-Limón Rodríguez, profesor titular de la Universidad de Valladolid, sobre una versión anterior de este artículo.

(\*\*) Dr. Ingeniero Agrónomo. Dpto. de Economía y Sociología Agrarias. Centro de Investigación y Formación Agraria CIFA «Alameda del Obispo».

En un sentido amplio, el análisis de políticas conlleva la aplicación de las ciencias sociales a materias de política pública (Friedman, 1984; Mood, 1983). Tweeten (1989) divide el análisis de políticas en dos categorías: *institucional y cuantitativo*. La primera considera aspectos relativos a la historia, las leyes y las tradiciones, además de las interacciones entre los individuos y las instituciones. La segunda centra su atención en el uso de métodos cuantitativos y/o sofisticados métodos no cuantitativos para el diagnóstico y solución de problemas.

Dunn (1994) define el análisis de políticas como la respuesta a problemas recurrentes a los que se enfrentan los centros de decisión política. Según este autor, en el mismo sentido que Dror (1971), el análisis de políticas se convierte en el aspecto fundamental de la Ciencia Política, aportando la identificación y valoración de alternativas al problema público. En esta línea, Ukeles (1977) también relaciona el análisis de políticas con la recogida de información a favor y en contra de cada alternativa.

Sin embargo, como Carley (1980) aclara, la diferencia entre el experto en Ciencia Política y el analista de política radica en la inclusión o no de juicios de valor en el análisis. Así, mientras el primero tiene un interés puramente científico y no está implicado en el proceso de toma de decisiones, el segundo debe ser cauto a la hora de incluir estos juicios de valor ya que los gobiernos o instituciones privadas que encargan el análisis tienen como fin último influir en el proceso de toma de decisiones.

Por tanto, el analista de políticas aporta información sobre tres aspectos básicos (Dunn, 1994): (a) *los valores* que determinan la resolución de un problema; (b) *los hechos* que limitan o potencian la consecución de estos valores; y (c) *las acciones* que deben llevarse a cabo para lograr los valores. El cuadro siguiente muestra los tres enfoques posibles del análisis de políticas según el aspecto sobre el que se hace hincapié:

*Cuadro 1*

### TRES ENFOQUES DEL ANÁLISIS DE POLÍTICAS

Enfoque	Aspecto principal	Tipo de información generada
Empírico	¿Existe y existirá? (hechos)	Descriptiva y predictiva
Valorativo	¿Por qué es importante? (valores)	Valorativa
Normativo	¿Qué debería hacerse? (acciones)	Prescriptiva

Fuente: Dunn (1994, p. 63).

Mientras el enfoque empírico describe las causas y efectos de las políticas públicas, el valorativo añade al análisis los aspectos éticos y morales de las consecuencias de estas políticas. Finalmente, el enfoque normativo aporta líneas de acción para cambiar la situación actual de acuerdo con los hechos y valores previos.

## 2. EL USO DE MODELOS PARA EL ANÁLISIS DE POLÍTICAS

Un modelo es una representación simplificada de ciertos aspectos de la realidad. Los modelos desempeñan un papel central en la evaluación de políticas agrarias, haciendo manejable la inmensa cantidad de datos relevantes a cualquier problema. Como Dunn (1994, p. 152) señala, los modelos son útiles e incluso necesarios. Ayudan a distinguir lo esencial de lo que no lo es para el análisis del problema. El modelo resalta las relaciones entre las variables y permite explicar y predecir las consecuencias de las distintas alternativas. Precisamente, una de las ventajas del modelo es el hecho de hacer explícitos los supuestos en los que se basa. Forrester (1971) apunta: «todos usamos modelos en cada aspecto de nuestra vida. No es una cuestión de usarlos o no, es sólo una cuestión de elección entre ellos.» La mayoría de los expertos en modelización resaltan la importancia de las simplificaciones realizadas, no haciendo el modelo más complejo de lo necesario. Es la exactitud de las predicciones la que determina el nivel de complejidad y los requerimientos de datos.

Dunn (1994) clasifica los modelos según tres criterios: propósito, forma de expresión, y supuestos. El cuadro siguiente expone este punto:

Cuadro 2

### CLASIFICACIÓN DE LOS MODELOS SEGÚN TRES CRITERIOS

Enfoque	Aspecto principal	Tipo de información generada
Descriptivo	Verbal	Subrogado
Normativo	Simbólico	Perspectivo
	Determinístico	

Fuente: Dunn (1994).

El propósito de los *modelos descriptivos* es explicar y/o predecir las causas y las consecuencias de las diferentes alternativas. Se usan para el control de las medidas de política agraria. Los *modelos normativos* también añaden recomendaciones para optimizar la aplicación de

un objetivo. Similarmente, y en relación con los modelos matemáticos utilizados para simular el proceso de toma de decisiones frente a alternativas con resultados inciertos, Bell *et al* (1988) consideran estos dos tipos y añaden un tercero: *modelos descriptivos* (cómo deciden), *modelos normativos* (cómo deberían decidir), y *modelos prescriptivos* (cómo ayudar a la gente a tomar mejores decisiones). Esta tipología surge como consecuencia de la interacción entre el comportamiento observado (enfoque descriptivo) y las teorías sobre el comportamiento (enfoque normativo).

Los *modelos verbales* utilizan el lenguaje común, mientras los simbólicos hacen uso de símbolos matemáticos para describir las relaciones entre variables. De igual forma, los *modelos determinísticos* también utilizan el lenguaje matemático, pero las relaciones entre variables están basadas en los datos de partida y no se asumen *a priori*.

Finalmente, los modelos pueden clasificarse por los supuestos. Los *modelos subrogados* son sustitutos de problemas sustantivos. A diferencia de éstos, los *modelos perspectivas* se consideran como una de las posibles formas de abordar o estructurar el problema sustantivo. Por ejemplo, imaginemos que buscamos una relación entre pobreza y desempleo. El modelo simbólico ( $Y = aX + b$ ) no indica una relación de causalidad. Tenemos que recurrir a información exterior al modelo. Así, la conceptualización del problema sustantivo (relación entre pobreza y desempleo) determina la interpretación del modelo simbólico. En este caso, estamos ante un modelo perspectiva (Dunn, 1994, p. 159). Esta distinción es particularmente importante para la evaluación de políticas públicas, ya que, frecuentemente, nos encontramos con que se está resolviendo el problema equivocado.

Siguiendo otro criterio de clasificación, Just (1993) divide los modelos utilizados en la predicción del impacto de políticas agrarias en dos tipos: econométricos y de programación matemática. Son estos últimos los analizados en este trabajo. Kingwell (1996) señala las ventajas de los segundos sobre los primeros: en primer lugar, no necesitan de una gran cantidad de datos para su construcción. También permiten la interacción entre todos los insumos, productos y opciones tecnológicas. Otro elemento a su favor es la claridad de planteamiento haciendo uso de las modernas hojas de cálculo, reduciendo el problema de la opacidad (MacPherson y Bennet, 1979) y el error de especificación (1) (Pannell *et al*, 1992; Brooke *et al*, 1992). Por otro lado, las desventajas de los modelos matemáticos de programa-

---

(1) Esto es, una formulación matemática del modelo econométrico incorrecta.

ción se centran en la dificultad de definir todas las actividades y alternativas tecnológicas en el modelo. En este sentido, en la solución óptima del modelo matemático sólo pueden encontrarse las variables de decisión, por ejemplo cultivos, especificadas *a priori*. Incluso sería necesario asignar una variable distinta para cada alternativa tecnológica, por ejemplo considerando algodón con riego de aspersión, algodón con riego localizado, etc.

Otro factor a tener en cuenta en estos modelos es el problema de la agregación. Si bien el primer problema (actividades y tecnología) puede ser resuelto con un detallado trabajo de campo acerca de las posibilidades y restricciones de los agricultores de la zona, el problema del sesgo por agregación es de mayor complejidad. En efecto, el plan óptimo para una explotación puede diferir, y casi siempre es así, del plan óptimo para una región (modelo sectorial). Esto se debe a que el precio de los productos es una variable exógena del modelo (un dato externo) y no tiene en cuenta la reducción del mismo por el exceso de oferta: el modelo estaría mejor definido si el precio fuera una variable endógena (Buckwell y Hazell, 1972).

### 3. NECESIDAD DEL ENFOQUE MULTICRITERIO

Aunque intuitivamente parece claro que los agentes económicos toman sus decisiones basándose en más de un criterio, la mayoría de los procesos de optimización consideran uno sólo, generalmente la maximización del beneficio o la minimización del coste. Hurwicz (1973) considera que esta simplificación de la realidad ha sido necesaria como un primer paso hacia problemas multicriterio. Friedman (1962), en uno de los primeros trabajos sobre análisis multicriterio, explica que las acciones económicas son el resultado de varios, y en general, objetivos en conflicto. En la Economía Agraria existen numerosos ejemplos que aplican el análisis multicriterio: Hazell (1971), Gasson (1973), Hatch *et al* (1974), Herath (1981), Romero y Rehman (1985, 1989), Sumpsi *et al* (1993, 1997), Rehman y Romero (1993), Gómez-Limón y Berbel (1995), Amador *et al* (1998) y Ballester y Romero (1998).

Frente a un problema multicriterio es necesario decidir qué técnica es la más adecuada. De acuerdo con Massam (1988), los tres enfoques más comunes de las Técnicas de Decisión Multicriterio son:

- a) *La programación multiobjetivo*. En este tipo de programación el número de alternativas es infinito y tiene como fin la obtención de un conjunto de soluciones eficientes desde un punto de vista

Paretiano (2) (Steuer, 1986; Romero y Rehman, 1989, Malczewski, 1999).

- b) *La programación multiatributo*. A diferencia de la programación multiobjetivo, en la programación multiatributo el conjunto de alternativas es finito y el fin consiste en determinar cuál de ellas obtiene la mayor valoración agregada con respecto a una serie de atributos (Yoon y Hwang, 1995).
- c) *La teoría de elección pública*. Intenta llegar a una situación de acuerdo entre diferentes grupos sociales (Hollis *et al*, 1985).

Este trabajo se centra en la programación multiatributo. Munda (1994), usando la terminología de *métodos discretos* en alusión al conjunto finito de alternativas, clasifica las técnicas multiatributo en seis categorías:

A. *Teoría de la utilidad*, con dos enfoques:

1. Teoría de la utilidad multiatributo. Se asume que el sujeto guía sus decisiones maximizando una función de utilidad con varios atributos (Keeney y Raiffa, 1976. Este es el enfoque seguido en este estudio).
2. Evaluación cualitativa multicriterio. Todos los atributos son medidos en escala nominal u ordinal (Vansnick, 1990; Nijkamp *et al*, 1990).

B. *Métodos de concordancia*. Basados en la reducción del conjunto eficiente en un subconjunto de alternativas más favorables para el centro decisor (Romero, 1993). El método más utilizado es el ELECTRE (Roy, 1968, 1990).

C. *Modelos lexicográficos*. Las alternativas son ordenadas según un criterio, en caso de indiferencia entre dos de ellas, se recurre al segundo criterio, y así sucesivamente (Isermann, 1982). Un ejemplo conocido es la ordenación alfabética de un diccionario.

D. *Enfoque punto ideal (programación compromiso)*. Se minimiza la distancia del punto óptimo al punto ideal (Zeleny, 1982; Romero, 1993). El punto ideal es, por definición, inalcanzable, ya que los valores de todos los atributos logran su mejor valor (o valor ideal). Por ejemplo, obtener simultáneamente el máximo beneficio, el mínimo riesgo y el máximo tiempo libre no resulta posible ya que son objetivos en conflicto.

---

(2) Una solución es Pareto óptima si no podemos encontrar ninguna solución que mejore al menos uno de los criterios sin empeorar alguno, o varios, del resto de criterios.

*E. Enfoque nivel de aspiración (programación por metas).* El centro decisor determina cuáles son los valores aceptables para cada atributo, minimizándose las desviaciones de la solución óptima respecto a dichas metas (Zeleny, 1982; Romero, 1991).

*F. Proceso analítico jerárquico.* Basado en comparaciones dos a dos entre alternativas (Saaty, 1980; Romero, 1993).

Existen otros enfoques multicriterio, por ejemplo la teoría de conjuntos difusos. Mientras en la teoría clásica un elemento pertenece o no a un conjunto, esta teoría establece un grado de pertenencia a un conjunto entre 0 (no pertenece) y 1 (pertenencia completa). Munda (1994) presenta una aplicación real a un problema medioambiental.

#### 4. TEORÍA DE LA UTILIDAD MULTIATRIBUTO

Diferentes autores consideran la teoría de la utilidad multiatributo como el enfoque de mayor fundamento teórico (Ballesteros y Romero, 1998). Sin embargo, debido a la dificultad del cálculo de las funciones de utilidad (3), no suele optarse por este enfoque, excepto en el caso de que el número de alternativas sea reducido (máximo tres o cuatro), como por ejemplo, en la decisión de un trazado de una autovía con varias opciones.

Existen una serie de supuestos que se asumen al simular la toma de decisiones con funciones de utilidad, así se supone que el centro decisor es capaz de: (a) atribuir probabilidades a los diferentes estados del entorno, (b) asignar un valor de utilidad a cada estado, (c) comparar las alternativas (Bell *et al*, 1988). Estos supuestos son cuestionados por diferentes autores (Keeney y Raiffa, 1976; March, 1978; Thaler y Russell, 1988), en relación con la limitada capacidad intelectual del ser humano para procesar toda la información, que en algunos casos muestra comportamientos considerados como «irracionales» desde un punto de vista normativo. Estos autores usan el término «racionalidad limitada» para explicar estos, aparentemente, comportamientos irracionales.

El objetivo de la teoría de la utilidad consiste en reducir un problema con varios criterios en una función cardinal con un solo argumento, permitiendo así la ordenación de todas las alternativas asignándoles a cada una de ellas un único valor. Para la obtención de las

---

(3) Como Ballesteros y Romero (1998, p.61) indican, no es fácil encontrar individuos con el interés y la capacidad de abstracción necesarios para elegir entre un resultado seguro o una lotería con dos resultados, uno mayor y otro menor que el seguro.

funciones de utilidad, la mayoría de los investigadores han hecho uso de la teoría de la utilidad esperada, generalmente, mediante su forma más común: la función de utilidad aditiva. A continuación, se exponen los fundamentos teóricos de la teoría de la utilidad esperada, para pasar posteriormente a las funciones de utilidad aditivas.

#### 4.1. Teoría de la utilidad esperada

En el siglo XVIII, Daniel Bernoulli y Gabriel Cramer (Bernoulli, 1738) descubrieron que las decisiones entre alternativas que conllevaban incertidumbre no eran guiadas por la maximización del beneficio esperado. De acuerdo con estos autores, los individuos deciden en función de la utilidad esperada en lugar del beneficio esperado. Para apoyar esta idea, exponen la conocida paradoja de San Petersburgo (4).

La teoría de la utilidad esperada fue olvidada hasta que von Neumann y Morgenstern (1944) postularon los axiomas de la teoría de la utilidad cardinal, explicando las razones detrás de las decisiones que conllevan incertidumbre. Este conjunto de axiomas pudo explicar la mayoría de los comportamientos de los agentes económicos, sin embargo, Allais (1953) demostró que, en algunos casos, conocidos como paradojas de Allais, las decisiones observadas violaban dichos axiomas.

Finkelshatain y Feinerman (1997) apoyan el uso de la teoría de la utilidad esperada en el análisis de políticas agrarias, mostrando que el porcentaje de agricultores que violaban los axiomas en los que se basa dicha teoría fue tan sólo del 26 por ciento. Para estos casos, estos autores sugieren el uso de teorías alternativas (Machina, 1989). Aunque Blatt (1983) y McClennen (1983) admiten que incluso ciertas decisiones racionales pueden contradecir la teoría de la utilidad esperada, reconocen que no es razón suficiente para rechazar su uso como herramienta normativa.

McCord y Neufville (1983) demuestran que se pueden obtener diferentes formulaciones de la función de utilidad variando las probabilidades de las loterías utilizadas en el cálculo dichas funciones. Machina (1981) y Tversky y Kahneman (1986) obtienen resultados similares. Sin embargo, estas limitaciones sólo tienen lugar cuando el cálculo de las funciones de utilidad se realiza mediante un proceso iterativo con el centro decisor.

---

(4) Una moneda es lanzada repetidamente hasta que aparece cara. El jugador obtiene  $2^n$  si la cara aparece en la tirada  $n$ . Aunque el beneficio esperado es infinito, ningún jugador estaría dispuesto a pagar una gran cantidad por entrar en este juego (Biswas, 1997, p. 4).



A favor de la teoría de la utilidad esperada como modelo normativo, algunos autores (Simon, 1972; March, 1978) justifican estas desviaciones usando el concepto de racionalidad limitada. Así, para el centro decisor hay un coste de adquisición y procesamiento de la información y, en situaciones complejas, las decisiones son tomadas siguiendo un proceso intuitivo, de forma que es posible no maximizar la utilidad. Samuelson (1952) argumenta que en el caso de bienes con resultados aleatorios sólo uno de los resultados es posible y, por tanto, el centro decisor no considera la posibilidad de complementariedad a la hora de elegir una opción. Bajo este supuesto, el axioma de independencia preferencial (5) entre atributos no es transgredido y puede aceptarse el uso de la teoría de la utilidad esperada (6).

En la teoría de la utilidad esperada, la contribución de cada atributo es ponderada por su probabilidad de ocurrencia. Sin embargo, algunos autores (Ali, 1977; Handa, 1977) señalan que dicha ponderación es función de esta probabilidad pero no la propia probabilidad. Este enfoque es conocido como teoría de la utilidad no esperada (o subjetiva) (7) y es apoyado por la psicología experimental (Edwards, 1954, 1962). La teoría de la utilidad no esperada puede explicar las paradojas de Allais (Karmakar, 1979), aunque, a diferencia de la teoría de la utilidad esperada, no satisface la condición de dominancia estocástica de primer orden (8).

## 4.2. Función de utilidad aditiva

Como hemos explicado anteriormente, en la teoría de la utilidad esperada la utilidad de cada uno de los  $n$  atributos es incluida en una única función cardinal, matemáticamente,  $U = U(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Si los atributos presentan independencia preferencial mutua e indepen-

---

(5) Ver por ejemplo Keeney y Raiffa (1976, p. 224), Romero (1993, p. 131) o Biswas (1997, p. 11) sobre las condiciones necesarias para considerar dos atributos preferencialmente independientes. Este supuesto permite la descomposición de la función de utilidad multiatributo en varias funciones de utilidad, facilitando el cálculo de cada una por separado.

(6) Para un estudio completo sobre los fundamentos de la teoría de la utilidad esperada ver Fishburn (1982).

(7) En la teoría de la utilidad esperada  $U = \sum p_i \cdot u(x_i)$ , donde  $x$  es la variable que proporciona la utilidad y  $p$  es la probabilidad del resultado. En la teoría de la utilidad no esperada  $U = \sum f(p_i) \cdot u(x_i)$ .

(8) Considerando  $L_1$  y  $L_2$  como dos loterías definidas en el intervalo  $[a, b]$  con funciones de densidad de probabilidad  $f(x)$  y  $g(x)$ . Un individuo con función de utilidad  $u(w)$ ,  $u' > 0$ , preferirá  $L_1$  a  $L_2$  si  $F(w) < G(w)$ .  $F(w)$  y  $G(w)$  son las funciones de probabilidad acumuladas respectivas. Para cualquier  $w_0$ , la probabilidad de un resultado con un valor inferior o igual a  $w_0$  es mayor bajo  $G$  que bajo  $F$ . Así,  $F$  domina estocásticamente a  $G$  (Biswas, 1997, p. 44; Hadar y Russell, 1969).

dencia de utilidad (9) (siendo esta última más restrictiva), la función de utilidad puede descomponerse como sigue:  $U = f\{u_1(x_1), u_2(x_2), \dots, u_n(x_n)\}$ , expresándose aditivamente:

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum w_i u_i(x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n \quad [1]$$

o *multiplicativamente*:

$$U(x_1, x_2, \dots, x_n) = \{(\prod w_i u_i(x_i) + 1) - 1\}/K, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad [2]$$

donde  $0 \leq w_i \leq 1$  y  $K = f(w_i)$ . Si los atributos tienen la propiedad de independencia de utilidad y  $\sum w_i = 1$ , entonces  $K = 0$ , y la función de utilidad es aditiva (Keeney, 1974).

Ambas formulaciones matemáticas han sido usadas para calcular funciones de utilidad siguiendo el procedimiento interactivo con el centro decisor, consistente en la elección de un resultado seguro o una lotería (Anderson *et al*, 1977; Biswas 1997; Hardaker *et al*, 1997). Ya que el cálculo de la formulación multiplicativa requiere gran capacidad introspectiva y tiempo, en la práctica se asume alguna de las siguientes simplificaciones; (a) las distintas funciones de utilidad son lineales, o (b) la suma de las ponderaciones de las diferentes funciones de utilidad es igual a uno, y, por tanto, la función de utilidad agregada es aditiva.

La función de utilidad aditiva ha sido ampliamente utilizada en la simulación de las decisiones de los agricultores cuando el riesgo forma parte del análisis. La ordenación de las alternativas se obtiene por la agregación ponderada de cada uno de los atributos de la función de utilidad. Ya que cada atributo se mide en unidades diferentes, es necesaria la normalización de cada uno de ellos para su agregación. La ponderación de cada atributo indica su importancia relativa en la función de utilidad. Matemáticamente, la expresión [1] en su forma más simple quedaría como sigue:

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}, \quad i = 1, \dots, m \quad [3]$$

donde  $U_i$  es el valor cardinal de la alternativa  $i$ ,  $w_j$  representa la ponderación del atributo  $j$ , y  $r_{ij}$  es el valor del atributo  $j$  para la alternativa  $i$ .

---

(9) Dos atributos tienen la propiedad de independencia preferencial mutua si la ordenación de alternativas respecto a un atributo no depende del nivel del otro atributo. Dos atributos presentan independencia de utilidad si la preferencia de un atributo respecto a una lotería no depende del nivel del otro atributo (Romero, 1993, p. 130; Hardaker *et al*, 1997, p. 163; Huirne y Hardaker, 1998).

Fishburn (1982) expone los requerimientos matemáticos para asumir una función de utilidad aditiva. Así, como se ha expuesto anteriormente, dos condiciones deben ser satisfechas (Massam, 1988; Hardaker *et al*, 1997): (1) los atributos deben tener la propiedad de independencia preferencial mutua; y (2) los atributos presentan independencia de utilidad. Un ejemplo de verificación de estas condiciones puede encontrarse en Keeney y Nair (1977).

Aunque estas condiciones son, hasta cierto punto, bastante restrictivas, Edwards (1977) y Farmer (1987) han demostrado que la función de utilidad aditiva proporciona una aproximación extremadamente buena al resultado real incluso cuando las condiciones antes expuestas no se cumplen. Así, por tanto, la teoría y la práctica de la simulación indican que los modelos de utilidad aditiva dan resultados muy parecidos a otros modelos no lineales más complejos, siendo, sin embargo, mucho más fáciles de entender que estos últimos (Hwang y Yoon, 1981, p. 103; Hardaker *et al*, 1997, p. 164).

Rowe y Pierce (1982) explican los errores potenciales en los que un modelo aditivo puede incurrir. Uno de los más comunes está relacionado con la formulación de los pesos utilizados en la ponderación de los atributos. Así, como errores de ponderación cabe citar la sobreponderación de atributos con mayores rangos, o la ponderación desconociendo el rango del atributo.

Aunque algunos autores afirman que el valor total no es proporcional a la suma del valor de sus partes (Roy y Bouyssou, 1986), podemos afirmar que el modelo aditivo proporciona una aproximación suficientemente buena a la verdadera función de utilidad del agricultor, y su uso está plenamente justificado (Solomon y Haynes, 1984).

### 4.3. Las funciones de utilidad aditivas y el modelo media-varianza

La teoría de la utilidad esperada puede basarse exclusivamente en los primeros dos momentos, la media y la varianza del valor esperado del margen bruto total, si se asume alguna restricción sobre la función de preferencias del centro decisor o las propiedades estadísticas de la distribución de dicha variable. Así, la teoría de la utilidad esperada y el análisis media-varianza proporcionan los mismos resultados si se considera una función cuadrática de preferencias o una distribución normal de los márgenes brutos totales (Levy y Markowitz, 1979). De forma equivalente, otros autores (Tobin, 1963; Hawawani, 1978) llegan a la misma conclusión usando un modelo media-desviación estándar. Una condición menos restrictiva que la

anteriormente mencionada normalidad de la distribución de los retornos, y que igualmente garantiza la correspondencia de resultados entre ambas metodologías, hace referencia a la localización y escala de los parámetros de la distribución (Meyer, 1987; Meyer y Rashe, 1992) (10).

Respecto a la otra condición, una función cuadrática de preferencias, implica una aversión absoluta al riesgo creciente (Robison y Barry, 1987, p. 33), un supuesto bastante restrictivo con insuficiente apoyo teórico (11). Sin embargo, Anderson et al (1977, p. 93) sugieren que este supuesto está justificado desde un punto de vista empírico ya que:

- a) Aunque la función polinómica no es monótonamente creciente en todo el dominio, desde un punto de vista práctico, las funciones de utilidad son calculadas para un rango de pérdidas o ganancias particular, y nadie recomendaría su uso más allá de este rango.
- b) Incluso en el caso de una función de utilidad real no cuadrática, el supuesto de función cuadrática puede no tener que conducir necesariamente a una ordenación errónea de las alternativas, ya que la importancia de este error dependerá de la influencia de los momentos superiores al de segundo grado (simetría, curtosis, *etcétera*).
- c) Aún aceptando que una aversión absoluta al riesgo creciente, determinada por la función de utilidad cuadrática, presenta graves limitaciones teóricas, es posible considerar una función de utilidad polinomial con dos momentos como una aproximación local a la verdadera función de utilidad con aversión absoluta al riesgo decreciente, supuesto aceptado por la mayoría de los autores (Robison y Barry, 1987, p. 33; Hardaker *et al*, 1997, p. 144).

La otra condición que asegura la igualdad de resultados entre el análisis media-varianza y la utilidad esperada es, como se ha indicado anteriormente, la normalidad de la distribución de la variable que proporciona la utilidad (en nuestro caso el margen bruto total), como Samuelson (1970) demuestra para un centro decisor con aver-

---

(10) Las variables  $Y_i$  se diferencian por la localización y la escala de sus parámetros si, para toda variable  $X$ , variable aleatoria obtenida a partir de una de las variables  $Y_i$  mediante la transformación normal:  $X=(Y_i - \mu_i)/\sigma_i$ , todas las variables  $Y_i$  tienen la misma distribución que  $\mu_i + \sigma_i X$  (Meyer, 1987).

(11) El supuesto más aceptado en la modelización de la toma de decisiones de los agricultores sugiere una aversión absoluta al riesgo decreciente (Bond y Wonder, 1980; Hamal y Anderson, 1982; Chavas y Holt, 1990; Saha et al 1994).

sión al riesgo. Así por ejemplo, Freund (1956) en su seminal trabajo asume una distribución normal y una función exponencial negativa para asegurar que el óptimo de la función de utilidad se encuentra en el espacio eficiente media-varianza.

Si bien la condición de normalidad es raramente observada en la realidad (Buccola, 1986), Tsiang (1972) y Levy y Markowitz (1979) usan una expansión polinómica de Taylor para demostrar que incluso en ausencia de normalidad de los retornos o función de utilidad real no cuadrática, un modelo de decisión con dos momentos (media y varianza) puede ser una buena aproximación cuando el riesgo implícito en la toma de decisiones es relativamente pequeño comparado con la riqueza total del centro decisor.

En este sentido, Robison y Hason (1997) advierten, sin embargo, que la exactitud de la aproximación cuando ninguna de las condiciones se cumple (función de utilidad cuadrática, distribución normal o condición de localización y escala) no ha sido suficientemente estudiada. No obstante, según estos mismos autores, la equigeneración de resultados por ambos métodos puede justificarse, ya que, en la mayoría de los casos, los cambios en la simetría de la distribución tienden a cambiar la media y la varianza de tal forma que dejan coincidente la ordenación de las alternativas por parte de la función de utilidad y del modelo media-varianza.

A continuación se revisan algunos ejercicios de programación matemática recientes, clasificándolos según el número de objetivos que consideran (uno o más) y la formulación matemática del modelo (función de utilidad u otra).

## **5. TRABAJOS PREVIOS DE MODELIZACIÓN CON FUNCIONES DE UTILIDAD Y ANÁLISIS M-V**

Esta revisión, sin la pretensión de ser exhaustiva, tiene como finalidad mostrar algunos ejemplos de programación matemática a través de funciones de utilidad o del análisis media-varianza en el sector agrario. El cuadro siguiente los clasifica según la formulación matemática adoptada.

Bowley y Oglethorpe (1999) evalúan la Agenda 2000 basándose en un modelo de programación lineal que incorpora el riesgo mediante la minimización de las desviaciones absolutas respecto a la media (MOTAD). Posteriormente analizan el impacto de la Agenda 2000 sobre la variabilidad de los ingresos mediante una función de utilidad con dos atributos: el margen bruto y la desviación absoluta respecto al margen bruto medio. En este estudio el riesgo es medido

## Cuadro 3

ALGUNOS EJEMPLOS DE MODELIZACIÓN EN EL ÁMBITO DE POLÍTICA AGRARIA  
SEGÚN SU FORMULACIÓN MATEMÁTICA

Función de utilidad	Análisis M-V	Ambos enfoques
Turvey (1992)	Donaldson <i>et al</i> (1995)	Hope y Lingard (1992)
López-Pereira <i>et al</i> (1994)	Chaherli (1997)	Gómez-Limón y Arriaza (1999)
Oglethorpe (1997)	Berg (1997)	Arriaza y Gómez-Limón (2000)
Bowley y Oglethorpe (1999)		

como la varianza del margen bruto. Esto tiene algunas ventajas, ya que permite definir distintos grados de aversión al riesgo entre grupos de agricultores.

Turvey (1992) simula el impacto de la estabilización de rentas mediante la generalización de los seguros agrarios usando un modelo de utilidad esperada que, matemáticamente, es una función de utilidad potencial. Este es un ejemplo de búsqueda de la mejor alternativa entre cinco tipos de seguros de renta: el modelo asume un coeficiente de aversión relativa al riesgo es igual a cero, convirtiéndolo en lineal. Uno de los mayores inconvenientes de la elección de una determinada formulación matemática para la función de utilidad es la aceptación implícita de ciertas restricciones en los coeficientes –absolutos o relativos (12)– de aversión al riesgo (Lins *et al*, 1981).

Oglethorpe (1997) hace uso de la teoría de la utilidad esperada para demostrar que no necesariamente la retirada de las ayudas compensatorias por hectárea implicaría una intensificación de los medios de producción. Este autor argumenta que el agricultor probablemente continuaría maximizando su función de utilidad y no el beneficio. Oglethorpe estima la función de utilidad del productor mediante el conocido método de subasta (13) (Anderson *et al*, 1977). La obtención de funciones de utilidad mediante este procedimiento (Dillon y Scandizzo, 1978), como Lins *et al* (1981) apuntan, presenta ciertas

(12) Matemáticamente, el coeficiente de aversión absoluta al riesgo se define como:  $r_a(W) = -U''(W)/U'(W)$ ; y el relativo:  $r_r(W) = W \cdot [-U''(W)/U'(W)]$ ; donde  $W$  es el atributo de la función de utilidad ( $U$ ), por ejemplo nivel de ingresos,  $U''(W)$  es la derivada segunda y  $U'(W)$  la primera (ver por ejemplo Hardaker *et al*, 1997).

(13) En la terminología anglosajona se conoce como «*equally likely risky prospects with certainty equivalents*» (ELCE). Resumidamente, este método consiste en la determinación del valor seguro que deja al centro decisor indiferente ante esta cantidad o jugar a una lotería con dos posibles resultados (inferior y superior al valor seguro) y probabilidad conocida (generalmente 50 por ciento cada una).

limitaciones como el posible sesgo del entrevistador y el sesgo de la situación en la que se realiza la entrevista. Además, Ballesteros y Romero (1998, p. 73) añaden la dificultad empírica de la demostración de la condición de independencia de los atributos. Binswanger (1974) demuestra cómo la medida de aversión al riesgo varía notablemente cuando se analizan situaciones reales o hipotéticas: caso del método de subastas. En este sentido, Amador *et al* (1998) propone una metodología para el cálculo de una función de utilidad sin la interacción con el centro decisor.

Chaherli (1997) analiza las implicaciones de diferentes seguros de rentas mediante un modelo de media-varianza, asumiendo la consistencia entre el modelo media-varianza y la teoría de la utilidad esperada. El citado autor concluye que la distribución de cultivos es muy sensible al tipo de ayuda agraria, y resalta las ventajas del enfoque adoptado, en concreto la inclusión del beneficio y el riesgo asociado a cada alternativa, en el proceso de toma de decisiones.

Utilizando el mismo enfoque, Berg (1997) evalúa el impacto de la reforma de la PAC de 1992 sobre la percepción de riesgo por parte de los productores. El modelo media-varianza demuestra que la reducción de insumos es menos importante de lo que inicialmente se estimó mediante lo que se denomina como *modelo de certeza* (14). Así, este autor concluye que, asumiendo aversión absoluta al riesgo constante, la reducción de insumos es, *ceteris paribus*, independiente del nivel de pagos directos.

Gómez-Limón y Arriaza (1999) evalúan el impacto socioeconómico y medioambiental de diferentes escenarios de política agraria en el norte de España. La modelización del riesgo se realiza mediante la minimización de las desviaciones absolutas respecto a la media (MOTAD), considerando tres atributos: margen bruto, riesgo y mano de obra. A diferencia de este estudio, Arriaza y Gómez-Limón (2000) consideran la varianza en lugar de MOTAD para generar una curva de demanda de agua para cada grupo de agricultores.

López-Pereira *et al* (1994) utilizan una función de utilidad potencial, con los ingresos como único atributo, para obtener un plan de cultivos óptimo bajo diferentes supuestos de política agraria y tecnologías. Como se explica anteriormente, la elección de la expresión matemática de la función de utilidad restringe las propiedades de los coeficientes de aversión al riesgo absolutos y relativos. Así, para una

---

(14) Genéricamente, todos los modelos que no incorporan el riesgo en el proceso de optimización.

función potencial, habría un coeficiente constante de aversión relativa al riesgo (CRRA), lo que implica que cuando la riqueza del centro decisor se incrementa, en el mismo porcentaje lo hacen sus inversiones con riesgo. Sin embargo, estudios como los de Cohn *et al* (1975), Siegel y Hoban (1982), Bellante y Saba (1986) y Saha *et al* (1994) rechazan este supuesto (CRRA).

Donaldson *et al* (1995) analizan el impacto del cambio de precios después de la reforma de la PAC en dos regiones, una en el sur de Inglaterra y otra en sudoeste de Francia, usando una función de utilidad con dos atributos: ingreso esperado y MOTAD. El valor del coeficiente de aversión al riesgo no cambia durante la simulación, parametrizándolo hasta minimizar la diferencia entre la distribución de cultivos óptima y la observada. El valor de dicho coeficiente representa la pendiente de la tangente a la curva de la frontera eficiente ingresos-variabilidad. Aunque este enfoque tiene la ventaja de evitar la interacción con el centro decisor, puede resultar difícil determinar qué coeficiente produce una aproximación suficiente al comportamiento observado.

Para terminar, Hope and Lingard (1992) analizan la influencia del riesgo, medido como MOTAD, en la decisión de dejar las tierras en barbecho. Utilizando la programación compromiso (Romero *et al*, 1988), determinan el punto de tangencia de la frontera eficiente con la función de utilidad del agricultor, sin realizar ningún supuesto sobre la forma de dicha función.

## 6. CONCLUSIONES

Este trabajo introduce el uso de modelos en el análisis de políticas públicas, describiendo diferentes enfoques al problema de la simulación de políticas agrarias. Así, en la misma línea de numerosos autores, se sugiere la aplicación de técnicas de análisis multicriterio para la simulación del proceso de la toma de decisiones de los agricultores. De entre las diversas técnicas, se destaca el enfoque de la teoría multiatributo, y en particular el uso del modelo aditivo.

Con el fin de combinar la facilidad y ventajas de representación del tradicional análisis media-varianza y la solidez teórica de la teoría de la utilidad esperada, se exponen los requerimientos matemáticos necesarios para asumir una función de utilidad biatributo basada en los dos primeros momentos del margen bruto total esperado. Como demuestran algunos de los ejemplos suministrados, este enfoque permite simular con relativo éxito el impacto de determinadas políticas agrarias.



## BIBLIOGRAFÍA

- ALI, M. M. (1977): «Probability and utility estimates for racetrack betting». *Journal of Political Economy*, 85: pp. 803-815.
- ALLAIS, M. (1953): «Le comportement de l'homme rationnel devant le risque: critique des postulats et axiomes de l'École Americaine». *Econometrica*, 21: pp. 503-546.
- AMADOR, F.; SUMPSI, J. M. y ROMERO, C. (1998): «A non-interactive methodology to assess farmers' utility functions: An application to large farms in Andalusia, Spain». *European Review of Agricultural Economics*, 25 (1): pp. 92-109.
- ANDERSON, J. R.; DILLON, J. L. y HARDAKER, J. B. (1977): *Agricultural Decision Analysis*. Iowa University Press. Iowa.
- BALLESTERO, E. y ROMERO, C. (1998): *Multiple Criteria Decision Making and its Applications to Economic Problems*. Kluwer Academic Publishers. Holanda.
- BELL, D. E.; RAIFFA, H. y TVERSKY, A. (1988): *Descriptive, normative, and prescriptive interactions in decision making* en D.E. Bell, R.L. Keeney, H. Raiffa y A. Tversky (ed.): *Decision Making*. Cambridge University Press. Cambridge: pp. 9-30.
- BERG, E. (1997): *Risk response of farmers to the changes in the European agricultural policy* en R.B.M. Huirne, J.B. Hardaker y A.A. Dijkhuizen (ed.): *Risk Management Strategies in Agriculture*. Mansholt Institute. Wageningen, Holanda.
- BERNOULLI, D. (1738): «Specimen theoriae novae de mensura sortis». *Commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae*, 5: pp. 175-192. Traducido por L. Sommer (1954). *Econometrica*, 22: pp. 23-36.
- BINSWANGER, H. (1974): «The measurement of technical change biases with many factors of production». *American Economic Review*, 64: pp. 964-976.
- BISWAS, T. (1997): *Decision-Making under Uncertainty*. MacMillan Press. Londres.
- BLATT, J. M. (1983): *Expected utility theory does not apply to all rational men* en B.P. Stigum y F. Wenstop (ed.): *Foundations of Utility and Risk Theory with Applications*. Reidel Publishing Company. Dordrecht, Holanda.
- BOND, G. y WONDER, B. (1980): «Risk attitudes amongst Australian farmers». *Australian Journal of Agricultural Economics*, 24 (1): pp. 16-34.
- BOWLEY, F. y OGLETHORPE, D. (1999): *Predicting the farmer response to a post-Agenda 2000 Common Agricultural Policy*. Discussion paper presented to the Agricultural Economics Society Conference, Queens University. Belfast, marzo 25-27.
- BROOKE, A.; KENDRICK, D. y MEERAUS, A. (1992): *GAMS: A User's Guide*. Release 2.25. The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, The Scientific Press. San Francisco.
- BUCCOLA, S. T. (1986): «Testing for nonnormality in farm net returns». *American Journal of Agricultural Economics*, 68 (2): pp. 334-343.
- BUCKWELL, A. E. y HAZELL, P. B. R. (1972): «Implications of aggregation bias for the construction of static and dynamic linear programming supply models». *Journal of Agricultural Economics*, 23 (1): pp. 119-134.

- CARLEY, M. (1980): *Rational Techniques in Policy Analysis*. Heinemann Educational Books. Londres.
- CHACHERLI, N. M. (1997): *Modelling land allocation with stochastic crop returns and government program participation* en R.B.M. Huirne, J.B. Hardaker y A.A. Dijkhuizen (ed.): *Risk Management Strategies in Agriculture*. Mansholt Institute. Wageningen, Holanda.
- CHAVAS, J. P. y HOLT, M. T. (1990): «Acreage decision under risk: the case of corn and soybeans». *American Journal of Agricultural Economics*, 72 (4): pp. 529-538.
- DILLON, J. y SCANDIZZO, P. (1978): «Risk attitudes of subsistence farmers in Northeast Brazil: a sampling approach». *American Journal of Agricultural Economics*, 60 (3): pp. 425-435.
- DONALDSON, A. B.; FLICHMAN, G. y WEBSTER, J. P. G. (1995): «Integrating agronomic and economic models for policy analysis at the farm level: the impact of CAP reform in two European regions». *Agricultural Systems*, 48 (1): pp. 163-178.
- DROR, Y. (1971): *Design for Policy Sciences*. Policy Sciences Book Series. American Elsevier, Publishing Company, Inc. Nueva York.
- DUNN, W. N. (1994): *Public Policy Analysis: An Introduction*. Prentice Hall. Nueva Jersey.
- EDWARDS, W. (1977): *Use of multiattribute utility measurement for social decision making* en D.E. Bell, R.L. Keeney y H. Raiffa (ed.): *Conflicting Objectives in Decisions*. John Wiley & Sons. Chichester, UK: pp. 247-276.
- EDWARDS, W. (1962): «Subjective probabilities inferred from decisions». *Psychological Review*, 69 (1): pp. 109-135.
- EDWARDS, W. (1954): «Probability preferences among bets with differing expected values». *American Journal of Psychology*, 67: pp. 56-67.
- FARMER, P. C. (1987): «Testing the robustness of multiattribute utility theory in an applied setting». *Decision Sciences*, 18 (1): pp. 178-193.
- FINKELSHATAIN, I. y FEINERMAN, E. (1997): «Framing the Allais paradox as a daily farm decision problem: tests and explanations». *Agricultural Economics*, 15 (2): pp. 155-167.
- FISHBURN, P. C. (1982): *The Foundations of Expected Utility*. Reidel Publishing Company. Dordrecht, Holanda.
- FORRESTER, J. W. (1971): «Counter-intuitive behaviour of social systems». *Technological Review*, 73 (1): pp. 3-15.
- FREUND, R. J. (1956): «The introduction of risk into a programming model». *Econometrica*, 24 (2): pp. 253-263.
- FRIEDMAN, L. S. (1984): *Microeconomic Policy Analysis*. McGraw-Hill. Nueva York.
- FRIEDMAN, M. (1962): *Price Theory: A Provisional Text*. Aldine Publishing Company. Chicago.
- GASSON, R. (1973): «Goals and Values of Farmers». *Journal of Agricultural Economics*, 24 (3): pp. 521-537.
- GÓMEZ-LIMÓN, J. A y ARRIAZA, M. (1999): «Environmental and socio-economic impact of a progressive reduction of agricultural subsidies in

- North-Western Spain». Contributing paper of the *IX European Congress of Agricultural Economics*. European Association of Agricultural Economists (EAAE). Varsovia, Polonia.
- GÓMEZ-LIMÓN, J. A. y BERBEL, J. (2000): «Multicriteria Analysis of Derived Water Demand Functions: A Spanish Case Study». *Agricultural Systems*, 63 (1): pp. 49-72.
- GÓMEZ-LIMÓN, J. A. y BERBEL, J. (1995): «Aplicación de una metodología multicriterio para la estimación de los objetivos de los agricultores del regadío cordobés». *Investigación Agraria: Economía*, 10 (1): pp. 103-123.
- KARMAKAR, U. (1979): «Subjective weighted utility and the Allais paradox». *Organizational Behaviour and Human Performance*, 24 (1): pp. 67-72.
- LINS, D. A.; GABRIEL, S. C. y SONKA, S. T. (1981): «An analysis of the risk aversion of farm operators: an asset portfolio approach». *Western Journal of Agricultural Economics*, 6 (1): pp. 15-29.
- HADAR, J. P. y RUSSELL, W. R. (1969): «Rules for ordering uncertain prospects». *American Economic Review*, 59 (1): pp. 25-34.
- HAMAL, K. B. y ANDERSON, J. R. (1982): «A note on decreasing absolute risk aversion among farmers in Nepal». *Australian Journal of Agricultural Economics*, 26 (2): pp. 220-225.
- HANDA, J. (1977): «Risk, probabilities and new consumer preferences». *Econometrica*, 45 (3): pp. 413-426.
- HARDAKER, J. B.; HUIRNE, R. B. M. y ANDERSON, J. R. (1997): *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International. Oxon, UK.
- HATCH, R. E., HARMAN, W. L. y EIDMAN, V. R. (1974): «Incorporating Multiple Goals into the Decision-Making Process, A Simulation Approach for Firm Growth Analysis». *Southern Journal of Agricultural Economics*, 7 (1): pp. 103-110.
- HAWAWANI, G. A. (1978): «A mean-standard deviation exposition of the theory of the firm under uncertainty: a pedagogical note». *The American Economic Review*, 68 (2): pp. 194-202.
- HAZELL, B. R. (1971): «A linear alternative to quadratic and semivariance programming for farm planning under uncertainty». *American Journal of Agricultural Economics*, 53 (1): pp. 53-62.
- HERATH, H. M. G. (1981): «An Empirical Evaluation of Multiattribute Utility Theory in Peasant Agriculture». *Oxford Agrarian Studies*, 10 (2): pp. 240-254.
- HOLLIS, M.; SUGDEN, R. y WEALE, A. (1985): «Riddles of public choice». *Times Higher Educational Supplement*, 25: pp.1-15.
- HOPE, J. y LINGARD (1992): «The influence of risk aversion on the uptake of set-aside: a MOTAD and CRP approach». *Journal of Agricultural Economics*, 43 (3): pp. 401-411.
- HUIRNE, R. B. M. y HARDAKER, J. B. (1998): «A multi-attribute utility model to optimise sow replacement decisions». *European Review of Agricultural Economics*, 25 (2): pp. 488-505.
- HURWICZ, L. (1973): «The design of a mechanism for resource allocation». *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 63.

- HWANG, C. L. y YOON, K. (1981): *Multi Attribute Decision Making*. Springer-Verlag. Nueva York.
- ISERMANN, H. (1982): «Linear lexicographic optimization». *OR-Spektrum*, 4: pp. 223-228.
- JUST, R. E. (1993): «Discovering production and supply relationships: present status and future opportunities». *Review of Marketing and Agricultural Economics*, 61 (1): pp. 11-40.
- KEENEY, R. L. (1974): «Multiplicative utility functions». *Operations Research*, 22 (1): pp. 22-34.
- KEENEY, R. L. y NAIR, K. (1977): *Selecting nuclear power plant sites in the Pacific Northwest using decision analysis* en D.E. Bell, R.L. Keeney y H. Raiffa (ed.): *Conflicting Objectives in Decisions*. John Wiley & Sons, Chichester: pp. 298-322.
- KEENEY, R. L. y RAIFFA, H. (1976): *Decisions with Multiple Objectives*. Wiley, Nueva York.
- KINGWELL, R. (1996): «Programming models of farm supply response: the impact of specification errors». *Agricultural Systems*, 50 (2): pp. 307-324.
- LEVY, H. y MARKOWITZ, H. M. (1979): «Approximating expected utility by a function of mean and variance». *The American Economic Review*, 69 (1): pp. 308-317.
- LÓPEZ-PEREIRA, M. A.; SANDERS, J. H.; BAKER, T. G. y PRECKEL, P. V. (1994): «Economics of erosion-control and seed-fertilizer technologies for hillside farming in Honduras». *Agricultural Economics*, 11 (1): pp. 271-288.
- MACHINA, M. J. (1989): «Comparative static analysis and non-expected utility preferences». *Journal of Economic Theory*, 47: pp. 1.622-1.668.
- MACHINA, M. J. (1981): «Rational» decision making versus «rational» decision modelling. *Journal of Mathematical Psychology*, 24 (1): pp. 163-175.
- MACPHERSON, D. y BENNETT, D. (1979): *Strengths and weaknesses of the systems approach in Land Use Planning- Recent Advances*. University of Western Australia and Australian Institute of Agricultural Science: pp. 39-48.
- MALCZEWSKI, J. (1999): *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. John Wiley. Nueva York.
- MARCH, J. (1978): «Bounded rationality, ambiguity and the engineering of choice». *Bell Journal of Economics*, 9 (3): pp. 587-608.
- MASSAM, B. H. (1988): «Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Techniques in Planning». *Progress in Planning*, 30: pp. 1-84.
- McCLENNEN, E. (1983): *Sure-thing doubts* en B.P. Stigum y F. Wenstop (ed.): *Foundations of Utility and Risk Theory with Applications*. Reidel Publishing Company. Dordrecht, Holanda.
- McCORD, M. y NEUFVILLE, R. (1983): *Empirical demonstration that expected utility decision analysis is not operational* en B.P. Stigum y F. Wenstop (ed.): *Foundations of Utility and Risk Theory with Applications*. Reidel Publishing Company. Dordrecht, Holanda.
- MEYER, J. (1987): «Two-moment decision models and expected utility maximization». *The American Economic Review*, 77 (2): pp. 421-430.

- MEYER, J. y RASHE, H. (1992): «Sufficient conditions for expected utility to imply mean-standard deviation rankings: empirical evidence concerning the location and scale condition». *The Economic Journal*, 102, (1): pp. 91-106.
- MOOD, A. M. (1983): *Introduction to Policy Analysis*. Edward Arnold. Londres.
- MUNDA, G. (1994): *Fuzzy Information in Multicriteria Environmental Evaluation Models*. CEC. Bruselas.
- NIJKAMP, P.; RIETVELD, P. y VOOGD, H. (1990): *Multicriteria Evaluation in Physical Planning*. Amsterdam.
- OGLETHORPE, D. R. (1997): *Utility versus profit maximization models for agricultural policy decision support: the environmental implications of risk-averse behaviour* en R.B.M. Huirne, J.B. Hardaker y A.A. Dijkhuizen (ed.): Risk Management Strategies in Agriculture. Mansholt Institute. Wageningen, Holanda.
- PANNELL, D. J.; KINGWELL, R. y SCHILIZZI, S. (1992): *Debugging MP Models: Principles and Practical Strategies*. Contributed paper to the 36<sup>th</sup> Annual Conference of the Australian Agricultural Economics Society, Australian National University, febrero 9-12, Camberra.
- REHMAN, T. y ROMERO, C. (1993): «The application of the MCDM paradigm to the management of agricultural systems». *Agricultural Systems*, 41 (1): pp. 239-255.
- ROBISON, L. J. y BARRY, P. J. (1987): *The Competitive Firm's Response to Risk*. MacMillan Publishing Company. Nueva York.
- ROBISON, L. J. y HANSON, S. D. (1997): *Analysing firm response to risk using mean-variance models* en R.B.M. Huirne, J.B. Hardaker y A.A. Dijkhuizen (ed.): Risk Management Strategies in Agriculture. State of the Art and Future Perspectives. Mansholt Institute, Wageningen Agricultural University. Holanda.
- ROMERO, C. (1993): *Teoría de la decisión multicriterio: conceptos, técnicas y aplicaciones*. Alianza Editorial, S.A. Madrid.
- ROMERO, C. (1991): *Handbook of Critical Issues in Goal Programming*. Pergamon Press. Oxford.
- ROMERO, C. y REHMAN, T. (1985): «Goal programming and multiple criteria decision making in farming planning: some extensions». *Journal of Agricultural Economics*, 36 (1): pp. 171-185.
- ROMERO, C.; REHMAN, T. y DOMINGO, J. (1988): «Compromise risk programming for agricultural resource allocation problems: an illustration». *Journal of Agricultural Economics*, 39 (1): pp. 271-276.
- ROMERO, C. y REHMAN, T. (1989): *Multiple Criteria Analysis for Agricultural Decisions*. Elsevier. Amsterdam.
- ROWE, M. D. y PIERCE, B. L. (1982): «Sensitivity of the weighting summation decision method to incorrect application». *Socio-Economic Planning Sciences*, 16 (1): pp. 173-177.
- ROY, B. (1968): «Classement et choix en presence de points de vue multiple (la methode ELECTRE)». *RIRO*, 8 (1): pp. 57-75.

- ROY, B. (1990): *The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods* en C.A. Bana y E. Costa (ed.): Readings in Multiple Criteria Decision Aid. Springer-Verlag. Berlín: pp. 155-183.
- ROY, B. y BOUYSSOU, D. (1986): «Comparison of two decision-aid models applied to a nuclear power plant siting example». *European Journal of Operational Research*, 25 (1): pp. 200-215.
- SAATY, T. L. (1980): *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw Hill. Nueva York.
- SAHA, A.; SHUMWAY, C. R. y TALPAZ, H. (1994): «Joint estimation of risk preference structure and technology using expo-power utility». *American Journal of Agricultural Economics*, 76 (1): pp. 173-184.
- SAMUELSON, P. A. (1970): «The fundamental approximation theorem of portfolio analysis in terms of means, variances and higher moments». *Review of Economic Studies*, 37 (3): pp. 537-542.
- SIMON, H. A. (1972): *Theories of bounded rationality* en C.B. McGuire y R. Radner (ed.): Decision and Organization. Amsterdam.
- SOLOMON, B. D. y HAYNES, K. E. (1984): «A survey and critique of multiobjective power plant siting decision rules». *Socio-Economic Planning Sciences*, 18 (1): pp. 71-79.
- STEUER, R. E. (1986): *Multiple Criteria Optimization*. Wiley. Nueva York.
- SUMPSI, J. M.; AMADOR, F. y ROMERO, C. (1993): *A research on Andalusian farmers' objective: methodological aspects and policy implications*. VIIth European Association of Agricultural Economics Congress. Stresa.
- SUMPSI, J. M.; AMADOR, F. y ROMERO, C. (1997): «On farmers' objectives: a multi-criteria approach». *European Journal of Operational Research*, 96 (1): pp. 1-8.
- THALER, R. y RUSSEL, T. (1988): *The relevance of quasi rationality in competitive markets* en D.E. Bell, R.L. Keeney, H. Raiffa y A. Tversky (ed.): Decision Making. Cambridge University Press. Cambridge: pp. 508-524.
- TOBIN, J. (1963): *The theory of portfolio selection* en F.H. Hahn y F.P.R. Brechling (ed.): Theory of Interest Rates. Nueva York.
- TSIANG, S.C. (1972): «The rationale of the mean-standard deviation analysis, skewness preference, and the demand for money». *The American Economic Review*, 62 (2): pp. 354-371.
- TURVEY, C. G. (1992): «An economic analysis of alternative farm revenue insurance policies». *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 40 (2): pp. 403-426.
- TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D. (1986): «Rational choice and the framing of decisions». *Journal of Business*, 59 (1): pp. 251-278.
- TWEETEN, L. (1989): *Agricultural Policy Analysis Tools for Economic Development*. Intermediate Technology Publications. Londres.
- UKELES, J. B. (1977): «Policy analysis: myth or reality». *Public Administration Review*, 37 (1): pp. 223-228.
- VANSNICK (1990): *Measurement theory and decision aid* in Readings en C.A. Bana y E. Costa (ed.): Multiple Criteria Decision Aid. Springer-Verlag. Berlín: pp. 81-100.

- VON NEUMAN, J. y MORGENSTERN, O. (1944): *Theory of Games and Economic Behaviour*. Princeton University Press. Princeton, Nueva Jersey.
- YOON, K. P. y HWANG, C. L. (1995): «Multiple Attribute Decision Making. An Introduction». *Quantitative Applications in the Social Sciences*, 104. Sage Publications, Londres.
- ZELENY, M. (1982): *Multiple Criteria Decision Making*. McGraw Hill. Nueva York.

## RESUMEN

### **Modelos de política agraria: revisión bibliográfica de los aspectos metodológicos del enfoque multiatributo y media-varianza**

El presente trabajo, de carácter metodológico, introduce el uso de los modelos en el análisis de políticas agrarias. Comenzando por una descripción genérica del proceso de análisis de políticas públicas, se continúa con la definición y clasificación de los modelos para el análisis. Tras una descripción de las técnicas de programación matemática multicriterio, se explican las implicaciones teóricas de la utilización de las funciones de utilidad aditivas y su relación con el modelo tradicional de análisis media-varianza. Finalmente, se exponen algunas aplicaciones de funciones de utilidad y análisis media-varianza desarrolladas en estos últimos años en política agraria.

**PALABRAS CLAVE:** Análisis de políticas públicas, modelos de programación matemática, función de utilidad aditiva, análisis media-varianza.

## SUMMARY

### **Models for agricultural policy analysis: methodological aspects connecting MAUT and E-V approach**

This paper focuses on the methodological use of models for policy analysis. It describes and classifies such a models and extends on mathematical programming models. Then, the theoretical implications of using the additive utility function for modelling the decision making process are explained, as well as its connection with the mean-variance analysis. Finally, some applied studies of policy analysis in recent years are presented.

**KEYWORDS:** Policy analysis, mathematical programming models, additive utility function, mean-variance analysis.

