

# Una Comparación de la DAP por Programas de Reducción de Riesgo de Incendios Forestales de los Hogares en la Interfaz Urbana –Forestal en California y Florida<sup>1</sup>

José J. Sánchez<sup>2</sup>, John Loomis<sup>3</sup>, Armando González-Cabán<sup>2</sup>, Tom Holmes<sup>4</sup>

## Resumen

Las mismas encuestas de experimento de elección y las mismas especificaciones de modelos logit mixtos son utilizadas en California (CA) y Florida (FL) para comparar la disposición a pagar (DAP) por dos tipos de programas de reducción de combustibles. La comparación de la DAP de los propietarios de viviendas en CA y FL por la reducción privada y pública del riesgo de incendios forestales muestra que la DAP por acciones privadas entre los hogares que perciben riesgo de incendio forestal bajo a moderado es bastante baja, y probablemente más baja de lo que sería su parte del costo por hacer reducciones significativas de riesgo de incendios en su propiedad y a sus residencias. Sin embargo, estos mismos individuos pagarían sustancialmente más por programas públicos para reducir el riesgo de incendios en sus vecindarios y en los predios públicos de uso común en los alrededores de sus vecindarios. Los resultados también sugieren que la prioridad más alta para los fondos de costo compartido se dirigiría hacia los propietarios de viviendas en áreas en las que perciben que sus casas están en riesgo alto, y especialmente para compartir el costo de acciones privadas en sus propios predios.

Palabras clave: transferencia de beneficio, programas de reducción de combustibles, encuesta por correo, modelos logit mixto, disposición a pagar.

---

<sup>1</sup> Una versión abreviada de este trabajo se presentó en el Quinto Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de los Incendios Forestales: Servicios Ambientales e Incendios Forestales, 14-18 de noviembre de 2016, Tegucigalpa, Honduras.

<sup>2</sup> Estadista Investigador y Economista Investigador, respectivamente, Servicio Forestal del USDA, Pacific Southwest Research Station, Riverside, CA 92507; email: jsanchez@fs.fed.us

<sup>3</sup> Profesor, Departamento de Economía Agrícola y de los Recursos, Universidad Estatal de Colorado, Fort Collins, CO 80523;

<sup>4</sup> Economista Investigador Forestal, Servicio Forestal del USDA, Southern Research Station, Research Triangle Park, NC 27701

## **Introducción**

Durante las últimas dos décadas, ha habido un gran movimiento de la población de los Estados Unidos hacia áreas de la Interfaz Forestal-Urbana (IFU). Esto es particularmente evidente en California (CA) y Florida (FL), dos de los estados más poblados de los EE.UU. Estos estados también tienen millones de residentes viviendo en áreas de la IFU con riesgo alto o, en el caso de CA, riesgo extremo de incendios forestales severos. Para reducir el riesgo de incendios forestales, el Servicio Forestal (USFS, por sus siglas en inglés) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés), las agencias Forestales Estatales y los condados locales han compartido costos con las acciones de reducción de riesgo de incendios forestales de propietarios privados de viviendas y de comunidades. Además, estas agencias han pagado directamente por los esfuerzos de reducción de combustibles en las tierras públicas y privadas que rodean a muchas de estas comunidades. Sin embargo, estos son programas costosos para propietarios de viviendas privados y agencias de manejo del fuego federales/estatales/municipales. Para propiciar la participación, se han ofrecido programas de costos compartidos. Sin embargo, existen fondos federales muy limitados y es importante que el USFS sepa qué áreas geográficas tienen los valores económicos más altos para reducir el riesgo de incendios forestales y los valores relativos de acciones de reducción de riesgo de incendios forestales para los propietarios de viviendas. En particular, el costo compartido sólo reduce el costo para el propietario, y si su DAP cae por debajo del costo compartido, no participarán en acciones privadas para reducir el riesgo de incendios forestales en sus propiedades ni apoyarán las acciones de las asociaciones de propietarios de viviendas.

Por lo tanto, el propósito de este documento es obtener y comparar la DAP de los propietarios de viviendas en CA y FL por la reducción privada o pública del riesgo de incendios forestales. Estimamos la Disposición a Pagar (DAP) de los propietarios de viviendas por reducir el riesgo de incendios forestales en, y alrededor de, donde viven las personas en los dos estados. Se valoran dos programas de reducción del riesgo de incendios: (1) un programa público que sería llevado a cabo por gerentes de distrito contra incendios públicos que involucra la quema prescrita, el tratamiento mecánico y el tratamiento herbicida de los bosques que rodean inmediatamente a su vecindario; y (2) pagar por un Programa Privado que modifique la vegetación que rodea el hogar, como reducir la vegetación alta (más de 3 pies de alto) dentro de los 30 pies de distancia de su casa.

Elegimos CA y FL porque existen programas activos de reducción de combustibles en ambos estados. Si bien el tipo de bosque puede ser diferente, la experiencia de grandes y repetidos incendios forestales en estos dos estados sugiere que los residentes que viven allí están familiarizados con el riesgo de incendios

forestales. Valoramos los mismos dos programas con la misma encuesta de experimento de elección utilizando el mismo modo de encuesta en CA y FL.

El documento se desarrolla de la siguiente manera: primero revisamos la literatura, seguida por la presentación del diseño de la encuesta de experimento de elección y el modo de encuesta. Después se describen los datos, se discute la especificación logit mixta y luego se presentan los resultados econométricos. Estos resultados son seguidos por las estimaciones de la DAP en FL utilizando dos enfoques diferentes para el ajuste de la inflación a la fecha de la encuesta en CA.

## Revisión de Literatura

Se han realizado dos series de encuestas que usan el Método de Valoración Contingente (MVC) acerca de lo que los hogares pagarían por proyectos estatales y municipales de reducción de riesgo de incendios forestales en CA, FL y Montana (MT) (Loomis y González-Cabán, 2010) y en Colorado (Walker et al., 2007). Los proyectos de reducción de riesgo de incendios forestales involucraron el raleo mecánico y la quema prescrita de los bosques en el condado donde se ubican los hogares. Por lo tanto, existe cierta similitud de los programas valorados en esos estudios con nuestro Programa Público, ya que ambos implicaban la quema prescrita y la reducción mecánica de la vegetación forestal. Las encuestas MVC utilizaron un formato de referéndum de votantes donde los hogares votaron a favor o en contra de pagar la parte de su hogar por un programa de reducción de combustibles del condado. La forma exacta del pago (p.ej. impuesto a las ventas, impuesto a la propiedad, etc.) fue deliberadamente no especificada para reducir las respuestas de protesta. Los estudios MVC de Loomis y González-Cabán (2010) reportaron una DAP promedio, por hogar, por la quema prescrita para CA, FL y MT de \$460, \$392 y \$323, respectivamente. La DAP promedio, por hogar, por el método de reducción mecánica de combustibles en CA, FL y MT fue de \$510, \$239 y \$189, respectivamente. La comparación de la DAP promedio de CA y FL es de particular interés para nuestro estudio de caso. Estos valores por hogar son relativamente similares para la quema prescrita en los dos estados, pero diferentes por un factor de dos para la reducción mecánica de combustibles. Los tres estudios reportados por Loomis y González-Cabán (2010) especificaron un programa público que reduciría el número de acres quemados y el número de casas que serían destruidas.

Sin embargo, ninguno de estos tres últimos estudios MVC presentó explícitamente la magnitud del riesgo de incendio forestal para la casa de las personas, ni el monto monetario de los daños probables a sus casas a causa de los incendios forestales como lo hace el estudio de experimento de elección presentado

en este documento. En este nuevo estudio especificamos al encuestado el daño monetario, que osciló entre pérdida parcial y pérdida total de su hogar. Además, calculamos para los encuestados sus daños esperados (riesgo x daños) a la propiedad. Nuestro nuevo estudio en CA y FL también incluye una estimación independiente de la DAP por un programa privado alrededor de la casa de una persona individual. A pesar de la dificultad con la comunicación del riesgo (ver Smith y Desvousges, 1987) sentimos que discutir el riesgo a sus hogares puede ser una manera más significativa de comunicar los efectos potenciales de incendios forestales a los propietarios de la IFU que sólo acres quemados en el condado o estado y casas completamente destruidas. Por lo tanto, centrarse en el riesgo de incendios sobre su casa y los daños podría mejorar las estimaciones de la DAP por los programas de mitigación de incendios forestales en CA y FL.

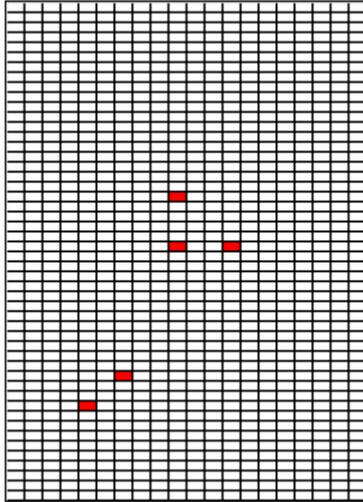
## **Diseño de la Encuesta de Experimento de Elección**

La encuesta comenzó con varias preguntas que pidieron al entrevistado responder acerca de la vegetación alrededor de su hogar. Estas preguntas fueron seguidas por una caracterización de lo que ciertas respuestas significan para el riesgo de incendios forestales en su vecindario y el riesgo de perder su casa a causa de un incendio forestal. Utilizando estadísticas de incendios de los respectivos estados, el riesgo real de incendio forestal fue caracterizado utilizando una escalera de riesgo y una cuadrícula de probabilidad de riesgo. La cuadrícula de probabilidad ilustró la probabilidad de que una casa sufriese daños por un incendio forestal, representada como el número de cuadros rojos en una cuadrícula de 1,000 celdas cuadradas. La probabilidad de que la casa no resultase dañada fue representada por los cuadros blancos restantes (fig. 1). Para transmitir el riesgo relativo de que un incendio forestal dañe un hogar en comparación con otros riesgos cotidianos (como tener un ataque cardíaco en una persona mayor de 35 años de edad), se presentó una escalera de riesgo (fig. 2) a los encuestados. Ambos instrumentos de comunicación de riesgo han sido utilizados en encuestas anteriores como una manera de transmitir a los encuestados los riesgos relativos y absolutos (Smith y Desvousges, 1987; Loomis y DuVair, 1993; Krupnick et al., 2002; Holmes et al., 2013).

**Fig. 1.** Cuadrículas de riesgo para transmitir el grado relevante de riesgo de incendios forestales a los propietarios de viviendas participantes en la encuesta.

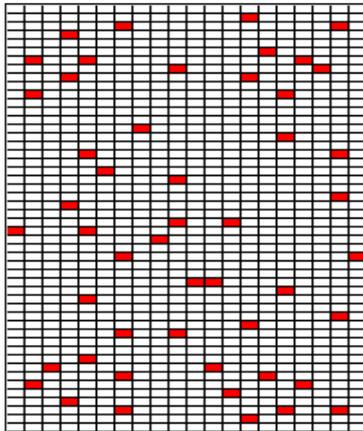
### CUADRÍCULAS DE PROBABILIDAD

#### (1) CUADRÍCULA DE PROBABILIDAD SUPERIOR: Probabilidad anual



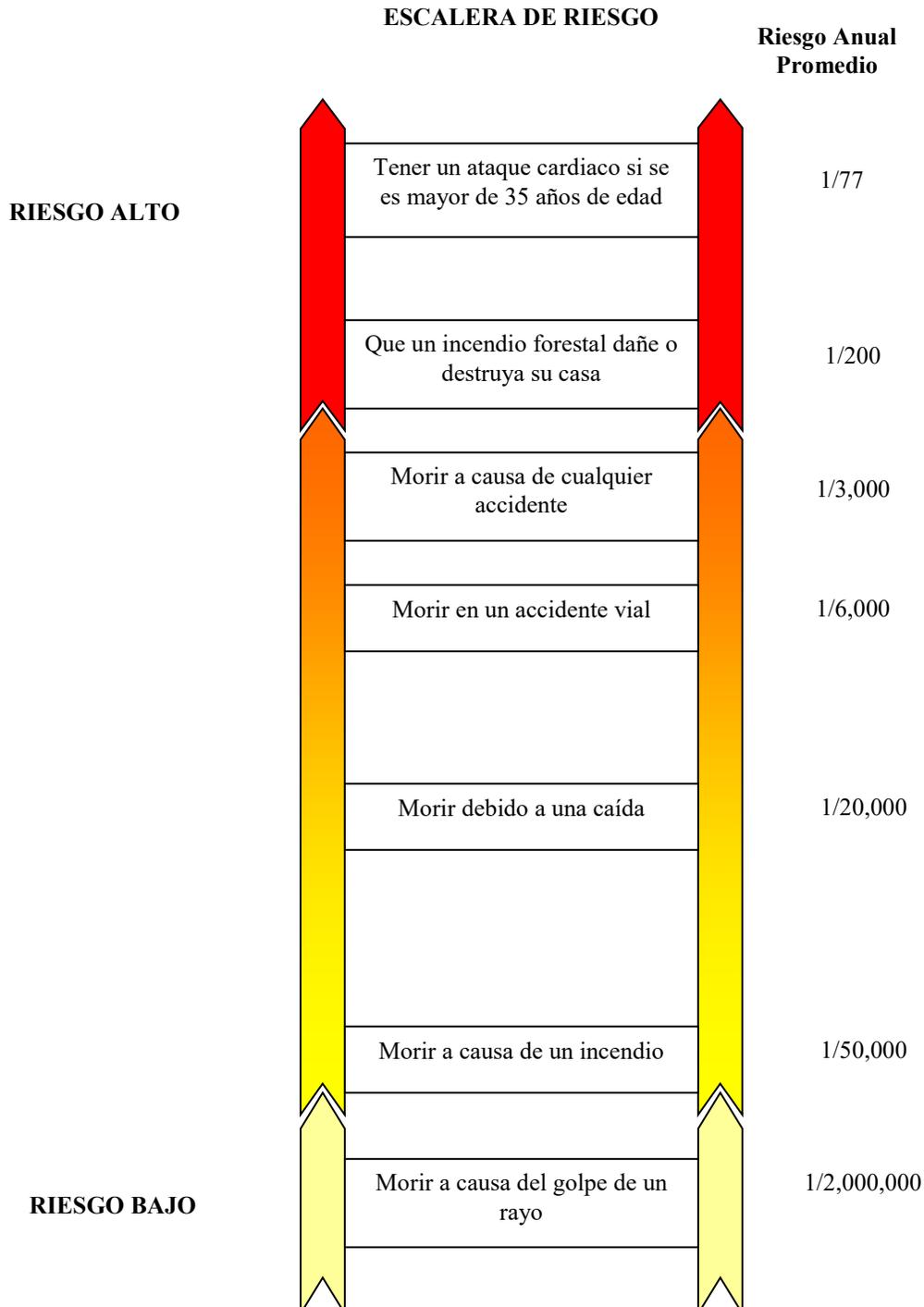
Otra manera de ilustrar la Probabilidad Promedio Anual de que un incendio forestal dañe su casa se muestra en el diagrama de la izquierda. La "cuadrícula de probabilidad" muestra un vecindario con 1000 casas, y cada cuadrado representa a una casa. Los cuadros blancos son casas que no han sido dañadas o destruidas por incendios forestales, y los cuadros rojos son casas que han sido dañadas o destruidas. Considere esto como un evento típico, o promedio, cada año para este vecindario. Para tener una idea de este nivel de probabilidad, cierre sus ojos y coloque la punta de un bolígrafo dentro de la cuadrícula. Si toca un cuadro rojo, esto significaría que su casa fue dañada o destruida por un incendio forestal.

#### (2) CUADRÍCULA DE PROBABILIDAD INFERIOR: Probabilidad de diez años



La probabilidad de que su casa sea dañada por incendios forestales durante un **período de diez años** es aproximadamente 10 veces la probabilidad de que fuese dañada o destruida en un solo año. La Probabilidad Promedio de Diez Años se muestra para el mismo vecindario en un período de diez años, donde los cuadros rojos representan casas que han sido dañadas o destruidas durante un período de diez años y los cuadros blancos son casas que no han sido dañadas o destruidas.

**Fig. 2** Escalera de riesgo utilizada para ilustrar a los participantes de la encuesta el riesgo de los incendios forestales en comparación con otros eventos cotidianos.



Esta “escalera de riesgo” muestra el riesgo de que le ocurran peligros cotidianos a usted a lo largo de los próximos 12 meses. Si usted es mayor de 35 años de edad, el mayor peligro mostrado en la escalera es el de tener un ataque cardíaco (esto le ocurrirá a 1 de cada 77 personas, aproximadamente). El riesgo de que su casa sea dañada por un incendio forestal si usted vive en, o cerca de, una zona densamente arbolada (esto le ocurrirá a 1 de cada 200 propietarios de vivienda, aproximadamente) es bastante más grande que el riesgo de morir a causa de un incendio (esto le ocurrirá a 1 de cada 50,000 personas, aproximadamente).

La encuesta de FL implementó un diseño experimental factorial completamente al azar para construir los conjuntos de elección. Véase Holmes et al. (2013) para obtener información sobre la construcción del diseño factorial completo. Para la encuesta de CA empleamos un diseño factorial fraccional eficiente utilizando el software Ngene (Rose et al., 2014). Ambas encuestas utilizaron los mismos cuatro atributos del experimento de elección: (1) *riesgo* (%) o probabilidad (de 1,000) de que su casa sea dañada (por incendios forestales) en los próximos 10 años; este riesgo varió en cinco niveles, de 1% a 5%, donde el 5% fue el riesgo de partida, que se informó a los encuestados que estaba asociado a nulas inversiones nuevas en programas de protección contra incendios forestales;<sup>5</sup> (2) daño monetario (*pérdida*) a la propiedad debido a incendios forestales; los montos en dólares de la *pérdida* variaron en 10 niveles que oscilaron entre \$10,000 y \$100,000; (3) *pérdida* esperada en diez años = probabilidad x daño; el atributo # 3 no es un atributo independiente y sólo se incluyó para facilitar la comprensión de cómo interactuaban el riesgo y el daño para resultar en un "valor esperado" de los daños; y (4) *costo* de una sola ocasión para el hogar por el programa de diez años; el *costo* de los programas varió en 10 niveles, desde \$25 hasta \$1,500, por el programa Público y 9 niveles, desde \$50 hasta \$ 1,500, por el programa privado.

Se presentaron a los encuestados tres conjuntos de opciones, cada uno con tres posibles programas: (1) Prevención Pública de Incendios en los bosques alrededor de su vecindario; (2) Prevención Privada de Incendios; y (3) No hacer nada adicional. Cada programa alternativo incluyó la probabilidad de daño a la casa del entrevistado, cantidad monetaria del daño, *pérdida* esperada de diez años, y un costo de una sola ocasión para implementar el programa seleccionado de diez años. La Fig. 3 presenta un ejemplo de uno de los tres conjuntos de opciones presentados en la encuesta.

---

<sup>5</sup> Utilizamos *cursivas* para denotar las variables utilizadas en el análisis empírico.

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
	Prevención Pública de Incendios	Prevención Privada de Incendios	No hacer nada adicional
Probabilidad de que su casa sea dañada en los próximos 10 años	10 en 1,000 (1%)	25 en 1,000 (2.5%)	50 en 1,000 (5%)
Daño a la propiedad	\$10,000	\$50,000	\$100,000
Pérdida esperada de 10 años = Probabilidad x daño	\$100 durante 10 años	\$1,250 durante 10 años	\$5,000 durante 10 años
Costo de una sola ocasión para usted por el programa de diez años	\$100	\$500	\$0
Yo elegiría: Por favor seleccione una casilla	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 3. Ejemplo del conjunto de elección.

## Datos

El muestreo estratificado de hogares en los dos estados fue utilizado con más propietarios de viviendas elegidos de los condados clasificados con peligro alto o extremo de incendios forestales que de aquellos con riesgo de incendio forestal mediano o bajo. Los datos fueron recolectados realizando llamadas telefónicas al azar a los hogares seguidas de una encuesta por correo enviada a los propietarios de casas individuales que proporcionaban una dirección (no encuestamos a inquilinos). Obtuvimos 922 encuestas útiles de 2,000 enviadas por correo en FL para una tasa de respuesta de 46%. En CA, de 1,449 encuestas entregables obtuvimos 429 encuestas utilizables para una tasa de respuesta de 30%.

El Cuadro 1 compara las estadísticas descriptivas acerca de los propietarios de viviendas en CA y FL. Las respuestas de la encuesta indican que cuando se trata de la experiencia con incendios forestales los propietarios de viviendas en FL y CA son bastante similares. Los propietarios de viviendas fueron similares en sus respuestas a si ellos, o un miembro de la familia, habían sufrido alguna vez efectos en su salud debido a la inhalación de humo de un incendio forestal o si habían tenido que modificar sus planes de viaje debido a incendios forestales. Las dos respuestas fueron fusionadas en una nueva variable (*Experiencia Personal*) y utilizadas para captar la influencia de la experiencia de los encuestados con los incendios forestales reales. En particular, cuarenta y tres por ciento (43%) en FL y 47% en CA han experimentado efectos en la salud o cambios en los planes de viaje debido a incendios forestales.

Después de leerles las descripciones de los escenarios de riesgo alto, medio y bajo de incendio alrededor de sus hogares y vecindarios, se preguntó a los encuestados si percibían a su casa y vecindario en riesgo alto, medio o bajo. Aquellos que pensaron que estaban en riesgo alto de incendios forestales fueron etiquetados con *riesgo alto* como nuestra variable de la medida de percepción de riesgo. Aproximadamente una décima parte de los propietarios de viviendas percibió que se encontraban en un área de riesgo alto (10% en FL y 7% en CA). Por lo tanto, en términos de experiencia con incendios forestales y de percepción de riesgo, los propietarios de viviendas de FL y CA son bastante similares. Utilizando una prueba proporcional, encontramos que hubo una diferencia significativa de medias proporcional (nivel alfa  $<.01$ ) entre CA y FL para la variable *riesgo alto*, pero no hubo diferencia significativa para la variable *experiencia personal*.

El Cuadro 1 también muestra las tres variables demográficas recopiladas. Para probar si existían diferencias estadísticamente significativas entre la edad, la educación y los ingresos de CA y FL, primero probamos si las varianzas eran iguales para estas variables entre los dos estados. Específicamente, se realizaron, de manera independiente, pruebas de Bartlett para probar el supuesto de igualdad de varianzas para las variables *edad*, *ingreso* y *nivel de escolaridad*. Los resultados sugieren que la varianza es diferente entre FL y CA para las variables *edad* y *nivel de escolaridad*. Por lo tanto, se realizaron pruebas *t* de Welch para dos muestras, las cuales asumen varianza desigual, para probar la diferencia de medias para la *edad* y el *nivel de escolaridad* y una prueba *t* para la variable *ingreso*. Los resultados muestran que los valores medios de las variables *edad*, *ingreso* y *nivel de escolaridad* son significativamente diferentes entre los dos estados. La mayor diferencia entre los propietarios de FL y CA es para la edad, con los propietarios de viviendas de FL siendo más jóvenes que los propietarios de CA por siete años. Por lo tanto, probamos si un coeficiente de interacción de la edad era estadísticamente significativo y resultó en diferencias económicamente significativas en la DAP. Además, realizamos una prueba de razón de verosimilitud para probar si los dos conjuntos de datos deberían ser agrupados o tener dos modelos separados. Los resultados sugieren que deberíamos tener dos modelos, uno para cada estado.

**Cuadro 1.** Estadísticas descriptivas de propietarios de viviendas en Florida (FL) y California (CA)

Variable	Descripción	Media	Media
		(D.E.) FL	(D.E.) CA
<i>experiencia personal</i> (variable categórica)	Si cualquiera (relacionado con la salud = 1 o modificación de viaje = 1); de otra forma = 0	0.43 (.50)	0.47 (0.50)
<i>riesgo alto<sup>a</sup></i> (variable categórica)	El encuestado indicó que el hogar está ubicado en un vecindario de riesgo alto de incendio; si Sí = 1; de otra forma = 0	0.10 (0.30)	0.07 (0.26)
<i>Edad<sup>b</sup></i>	Edad del encuestado	58 (15.15)	65 (13.10)
<i>Ingreso<sup>b</sup></i>	Ingreso anual del hogar	\$87,178 <sup>c</sup> (50,283)	\$83,695 (51,107)
<i>Nivel de escolaridad<sup>b</sup></i>	Nivel más alto de escolaridad completado del encuestado	14.66 (2.51)	15.66 (2.78)

a. Los valores medios proporcionales son significativamente diferentes entre FL y CA a nivel de alfa < .01.

b. Los valores medios son significativamente diferentes entre FL y CA a nivel de alfa < .01.

c. Ajustado al 2014.

## Modelos Econométricos de las Respuestas del Experimento de Elección

El modelo logit multinomial estándar (MNL) se basa en la idea de que cuando se enfrentan con más de una alternativa en un determinado conjunto de opciones, los encuestados eligen la alternativa que maximiza su utilidad. Los modelos de utilidad aleatorios se basan en la noción de que la utilidad es la suma de componentes sistemáticos ( $V_{nj}$ ) y aleatorios ( $\varepsilon_{nj}$ ):

$$U_{nj} = V_{nj} + \varepsilon_{nj} \equiv \sum_{k=1}^K \beta_{nk} x_{jnk} + \varepsilon_{nj} \quad (1)$$

Donde  $x_{jnk}$  es un vector de  $K$  variables explicativas observadas por el analista para la alternativa  $j$  y el encuestado  $n$ ,  $\beta_{nk}$  es un vector de parámetros de preferencia, y  $\varepsilon_{jn}$  es un término de error que refleja factores no observables para el investigador y por lo tanto se trata como una variable estocástica. En el modelo MNL, se asume que la variable estocástica no observada está distribuida independientemente e idénticamente distribuida (DII) siguiendo una distribución de valores extremos tipo I. La probabilidad de que el individuo  $n$  elija la alternativa  $j$  del conjunto  $\Theta$  es:

$$P_n(j) = \frac{\exp(\mu\beta x_{jn})}{\sum_{j \in \theta} \exp(\mu\beta x_{jn})} \quad (2)$$

Donde  $\mu$  es un parámetro escala que normalmente se establece como igual a uno.<sup>6</sup>

El modelo Logit Mixto (MIXL) es una generalización del modelo MNL, y permite la variación aleatoria en las preferencias, los patrones de sustitución no restringidos, y las correlaciones entre factores no observados (Train 2009). La suposición de independencia de las alternativas irrelevantes, que se impone para estimar el modelo MNL, puede ser relajada mediante la introducción de componentes estocásticos adicionales a la función de utilidad a través de  $\beta_n$ . Estos componentes permiten que los parámetros de preferencia para las variables explicativas  $x_{jnk}$  incorporen directamente la heterogeneidad:

$$\beta_{nk} = \beta_k + \Gamma v_{nk} \quad (3)$$

Donde  $\beta_k$  es el valor medio para el  $k$ -ésimo parámetro de preferencia,  $v_{nk}$  es una variable aleatoria con media cero y varianza igual a uno, y  $\Gamma$  es la diagonal principal de la matriz triangular inferior que proporciona una estimación de la desviación estándar de los parámetros de preferencia a través de la muestra. Esto sólo es cierto cuando se asume que las utilidades marginales se distribuyen normalmente entre los encuestados y la correlación de las preferencias entre los atributos es permitida.

Las probabilidades en el modelo MIXL son promedios ponderados de la fórmula logit estándar evaluada a diferentes valores de  $\beta$ . Los pesos están determinados por la función de densidad  $f(\beta|\theta)$ , donde  $\theta$  es un vector de parámetros que describe la distribución de  $f(\bullet)$ . Sea  $\pi_{nj}$  la probabilidad de que un individuo  $n$  elija la alternativa  $j$  del conjunto  $J$ , tal que

$$\pi_{nj} = \int L_{nj}(\beta X_j) f(\beta|\theta) d\beta \quad (4)$$

donde

$$L_{nj}(\beta X_j) = \frac{\exp(\mu\beta X_j)}{\sum_{j=1}^J \exp(\mu\beta X_j)} \quad (5)$$

La función  $f(\beta|\theta)$  puede ser simulada utilizando selecciones aleatorias de varias formas funcionales (Train 2009). Utilizamos selecciones de Halton de la distribución normal para estimar  $\Gamma$  para los parámetros aleatorios en el modelo MIXL. El modelo MIXL captura la heterogeneidad a través de una distribución de probabilidad continua para los parámetros de preferencia.

---

<sup>6</sup> En todos los modelos econométricos que presentamos, el parámetro escala es confundido con los parámetros  $\beta$  de interés, y por lo tanto asumimos que su valor es la unidad. En un solo conjunto de datos, el parámetro escala no puede ser recuperado.

Debido a que los datos de FL fueron recolectados en 2006 y los datos de CA fueron recopilados en 2014, necesitamos actualizar las estimaciones de la DAP de FL del año 2006 al año 2014 (Eiswerth y Shaw, 1997). Eiswerth y Shaw indican que no ven "ningún defecto" en la actualización de las estimaciones de la DAP mediante el Índice de Precios al Consumidor (IPC) para valores orientados al uso (Eiswerth y Shaw, 1997: 2382). Dado que nuestro estudio es sobre la DAP de los propietarios de viviendas por reducir el riesgo de daños a su hogar a causa de incendios forestales, la caracterizaríamos como un valor de uso y aplicamos el IPC (Oficina del Censo de los EE.UU., 2015) a los valores de la DAP estimados de 2006. En este artículo también presentamos una forma diferente de utilizar el IPC: actualizar las cantidades de "oferta" o costos solicitados a los hogares para ser pagados en el experimento de elección mediante el IPC y reestimar el modelo. Es decir, si hubiésemos aplicado nuevamente la encuesta de experimento de elección en el año 2014 en FL, habríamos establecido un vector de oferta y el monto de la pérdida de casas que fuese más alto de lo que las pruebas piloto sugirieron que era apropiado en el año 2006. Dada la considerable no linealidad en un modelo logit mixto queremos probar si estos dos enfoques (es decir, la actualización de las estimaciones del modelo de los valores de DAP *versus* la actualización de los vectores de oferta y pérdida de casas) producirá las mismas estimaciones de DAP ajustadas a mediante la inflación. Por lo tanto, comparamos los dos enfoques resultantes para actualizar la DAP mediante la inflación. *A priori*, dada la no linealidad en el modelo MIXL, no está claro si estos dos enfoques producirían estimaciones similares en la DAP.

## Resultados Econométricos

Inicialmente, los modelos MNL y MIXL fueron estimados en CA y FL. El modelo MIXL fue el más robusto en términos de coeficientes estadísticamente significativos con signos compatibles con la teoría económica. Además, la especificación del modelo MIXL mejoró en gran medida los valores del pseudo- $R^2$  en relación con el modelo MNL. Por lo tanto, en lo que resta del artículo nos centramos en los resultados del modelo MIXL. Parte de la mejora en la bondad de ajuste se debe a la significancia estadística de las desviaciones estándar de las variables. Estas desviaciones estándar tienen una interpretación relevante desde el punto de vista económico y administrativo: existe una gran heterogeneidad de preferencias o actitudes hacia lo que representa la variable. Por ejemplo, las desviaciones estándar significativas en el riesgo podrían indicar que algunas personas son más aversas al riesgo que otras, y algunas podrían incluso ser neutrales al riesgo, centrándose principalmente en el valor esperado del riesgo de pérdida y, por tanto, más tolerantes a vivir en áreas donde existe riesgo de incendios forestales. Desde un punto de vista

estadístico, controlar la heterogeneidad en las preferencias ayuda a asegurar un coeficiente insesgado sobre la variable de atributo principal en sí.

Se estimaron especificaciones idénticas de los modelos MIXL en CA y FL. Los modelos incluyeron dos Constantes Específicas Alternativas (CEA); una para el Programa Público (*programa público*) y otro para el Programa Privado (*programa privado*). Debido a que la preferencia de los entrevistados puede variar si estos se perciben como habitantes de un área de riesgo alto de incendios forestales o no, creamos un término de interacción relacionando la percepción de vivir en áreas de riesgo alto de incendios forestales (*riesgo alto*) la CEA del Programa Público de incendio forestal (*pro. público\* riesgo alto*) y la del Programa Privado (*pro. privado\* riesgo alto*). Tanto en CA como en FL, los coeficientes de ambas variables de interacción fueron positivos y estadísticamente significativos, lo que sugiere la importancia de la percepción de riesgo en la opción de pagar por los Programas Público y Privado (ver el Cuadro 2 para FL y el Cuadro 3 para CA). Los signos positivos en los dos términos de la interacción de la percepción del riesgo darán lugar a una DAP mayor para ambos programas por los propietarios de viviendas que se perciben como habitantes de áreas de alto riesgo de incendio forestal.

**Cuadro 2.** Estimaciones de los parámetros de preferencia del modelo logit Mixto (MIXL) de Florida por los programas de mitigación de riesgo de incendio forestal con parámetros aleatorios estimados para las variables riesgo y pérdida (La variable dependiente es la alternativa seleccionada en las preguntas de elección)<sup>7</sup>.

Variable	Modelo Logit Mixto Ofertas de Costo Originales		Modelo Logit Mixto Ofertas de Costo Ajustadas	
	(media)	(D.E.)	(media)	(D.E.)
<i>riesgo (%)</i>	0.1180*	0.8760***	0.1152*	0.8694***
	(0.0604)	(0.0657)	(0.0601)	(0.0656)
<i>riesgo*exp. personal</i>	-0.1801**	0.0035	-0.1789**	0.007
	(0.0830)	(0.3058)	(0.0825)	(0.3109)
<i>pérdida (\$1,000)</i>	0.0072**	0.0424***	0.0061**	0.0362***
	(0.0030)	(0.0033)	(0.0025)	(0.0028)
<i>pérdida*exp. Personal</i>	-0.0123***	0.0022	-0.012***	0.0025
	(0.0040)	(0.0130)	(0.0039)	(0.0133)
<i>costo (\$)</i>	-0.0011***		-0.0009***	
	(0.0001)		(0.0001)	
<i>programa público</i>	0.7853***		0.7827***	
	(0.1224)		(0.1223)	
<i>pro.público* riesgo alto</i>	1.1016***		1.0968***	
	(0.3087)		(0.3083)	
<i>programa privad</i>	0.4038***		0.3978***	
	(0.1257)		(0.1255)	
<i>pro. privado *riesgo alto</i>	1.4749***		1.4738***	
	(0.3127)		(0.3124)	
N	922	--	922	--
R <sup>2</sup> de McFadden	0.1590	--	0.1587	--
Log de verosimilitud	-2556.4933		-2557.4179	

Nota: los errores estándar están entre paréntesis. El símbolo \* indica significancia al nivel 0.10, el símbolo \*\* indica significancia al nivel 0.05, el símbolo \*\*\* indica significancia al nivel 0.01. N es el número de observaciones.

En FL estimamos dos modelos: (a) el MIXL con las ofertas de costo originales (y luego aplicamos el IPC a las estimaciones de DAP resultantes) y (b) un modelo MIXL con las ofertas de costo y la cantidad monetaria de la pérdida de casas actualizada mediante la inflación. Debido a que los datos de la CA fueron estimados utilizando datos de 2014, sólo se estima un modelo MIXL.

<sup>7</sup> Para ambos análisis si utilizó la misma base inicial fija

En FL (Cuadro 2), los resultados econométricos indican que los coeficientes de *riesgo* y *pérdida* son estadísticamente significativos, pero tienen signos incorrectos. Los encuestados que no tienen experiencia personal con incendios parecen estar confundidos acerca de los atributos *riesgo* y *pérdida* y tienden a enfocarse en las etiquetas del programa. Los términos de interacción de *riesgo* y *pérdida* (encuestados con experiencia personal con incendios) son estadísticamente significativos y tienen los signos correctos, es decir, los encuestados que presentaron mayor riesgo de daño a su hogar y mayores pérdidas monetarias en la encuesta fueron más propensos a aceptar pagar los dos programas que aquellos que enfrentan riesgos menores. En CA (Cuadro 3) los resultados econométricos indican que el coeficiente variable *riesgo* es estadísticamente significativo y tiene el signo incorrecto.

De manera similar a los resultados de FL, los encuestados de CA sin experiencia personal con incendios se encuentran confundidos con el atributo *riesgo*. La *pérdida* y el término de interacción *pérdida\*experiencia personal* no son estadísticamente diferentes de cero. Tanto en FL como en CA el coeficiente del *costo* del programa es estadísticamente significativo, con el signo negativo esperado, lo que sugiere la validez interna de los resultados (es decir, cuanto mayor sea el monto en dólares que los hogares deban pagar, es menor la probabilidad de que pagasen—indicando que ellos estaban prestando atención al costo del programa para sí mismos). En ambos estados las constantes específicas alternativas para el *programa público* y el *programa privado* son estadísticamente significativas, al igual que las interacciones con la percepción de riesgo.

**Cuadro 3.** Estimaciones de los parámetros de preferencia del modelo logit Mixto (MIXL) de California por los programas de mitigación de riesgo de incendio forestal con parámetros aleatorios estimados para las variables riesgo y pérdida (La variable dependiente es la alternativa seleccionada en las preguntas de elección)

Variable	Modelo logit Mixto	
	(media)	(D.E.)
<i>riesgo (%)</i>	0.2543** (0.1035)	0.7889*** (0.1511)
<i>riesgo* exp. personal</i>	-0.3807*** (0.1381)	0.3717 (0.4223)
<i>pérdida (\$1,000)</i>	-0.0012 (0.0054)	0.0513*** (0.0064)
<i>pérdida* exp. personal</i>	-0.0068 (0.0072)	0.0205 (0.0179)
<i>costo (\$)</i>	-0.0021*** (0.0002)	--
<i>programa público</i>	1.2776*** (0.2184)	--
<i>pro.público.*riesgo alto</i>	1.4399** (0.6867)	--
<i>programa privado</i>	0.8674*** (0.2317)	--
<i>pro. privado*riesgo alto</i>	1.9589*** (0.6929)	--
N	429	--
R <sup>2</sup> de McFadden	0.2393	--
Log de Verosimilitud	-992.8505	--

Nota: los errores estándar están entre paréntesis. El símbolo \*\* indica significancia al nivel 0.05, el símbolo \*\*\* indica significancia al nivel 0.01.

## Resultados Promedio de la DAP

En un experimento de elección los precios implícitos (estimaciones marginales de la DAP) de los atributos se miden por el coeficiente del parámetro dividido entre el valor absoluto del coeficiente de costo. Utilizando esta fórmula y las estimaciones de los parámetros del programa de mitigación de amenazas de incendios forestales de los Cuadros 2 y 3, se puede derivar la DAP promedio de una sola ocasión por programas públicos y privados de diez años para los propietarios de viviendas de FL y CA (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** DAP de una sola ocasión, por propietario de vivienda, por acciones de diez años públicas y privadas de reducción de riesgo de incendios forestales y error de transferencia de beneficio (dólares de 2014).

	Propietarios de viviendas			
	DAP Promedio de Percepción de Riesgo Bajo a Moderado Programa		DAP Promedio de Percepción de Riesgo Alto Programa	
	Público	Privado	Público	Privado
	----- (Intervalo de Confianza de 95%) <sup>a</sup> -----			
Propietarios de California	\$610 (\$429, \$792)	\$414 (\$223, \$606)	\$688 (\$22, \$1354)	\$936 (\$264, \$1608)
Propietarios de Florida DAP=IPC x Dólares Ofertados (\$Bids)	\$831 (\$600, \$1062)	\$427 (\$186, \$669)	\$1,166 (\$494, \$1838)	\$1,561 (\$877, \$2245)
Propietarios de Florida DAP=IPC x Valor promedio en dólares (\$MV <sub>0</sub> )	\$832 (\$600, \$1064)	\$422 (\$180, \$665)	\$1,166 (\$492, \$1840)	\$1,566 (\$880, \$2254)

<sup>a</sup> El método Krinsky-Robb utilizando 10,000 selecciones fue utilizado para construir los intervalos de confianza.

#### *Actualización de los valores de la DAP mediante la inflación*

Las filas dos y tres del Cuadro 4 reportan los dos diferentes enfoques para convertir los valores de la DAP a partir de los datos de FL, de 2006, al mismo año que los datos de CA, de 2014. Resulta que existe poca diferencia entre aplicar el IPC a los valores marginales estimados utilizando los datos originales de 2006 y la alternativa de aplicar el IPC a las ofertas de costos previo a la estimación del modelo logit mixto. Por lo tanto, a pesar de la no linealidad en el modelo logit mixto, la hipótesis nula de no diferencia en los resultados utilizando cualquiera de los métodos no puede ser rechazada, y la simple actualización de las estimaciones de la DAP mediante la inflación entre los dos períodos de tiempo cuando se realice la TB parece ser un enfoque razonable.

#### *Diferencias en las Estimaciones de la DAP Promedio para Propietarios de Viviendas de Riesgo Bajo a Moderado Comparados con Propietarios de Riesgo Alto*

Los montos en dólares reportados en la segunda y tercera columnas del Cuadro 4 son las estimaciones de la DAP por el Programa Público o el Programa Privado para aquellos encuestados que se perciben como habitantes de áreas de riesgo de incendio bajo a moderado. Entre los hogares que perciben un riesgo bajo a moderado, la DAP

es bastante más alta por el Programa Público que para el Programa Privado en los alrededores de sus hogares, tanto en CA como en FL. Aparentemente, si usted percibe un riesgo bajo de incendio preferiría reducir el riesgo de incendio en los bosques de los alrededores de la comunidad en vez de reducir los árboles y arbustos cercanas a su propio patio. Sin embargo, para aquellos hogares que perciben un riesgo alto de incendios forestales, las columnas cuatro y cinco indican una mayor DAP por el Programa Privado alrededor de su hogar en vez de en los bosques de los alrededores de su comunidad, tanto en CA como en FL.

Las cantidades de DAP de los propietarios que perciben un riesgo bajo a moderado son más bajas por los Programas Público y Privado que aquellos propietarios de viviendas que perciben un riesgo alto de incendios forestales para su hogar y vecindario. Esta diferencia en la DAP es especialmente cierta para emprender las acciones Privadas de reducción de riesgo en los alrededores de su propia casa. La DAP mayor de los propietarios que perciben un riesgo alto de daños tiene sentido ya que los propietarios de viviendas que perciben un riesgo alto probablemente sientan que se beneficiarán más de un determinado programa de reducción de riesgo de incendio que aquellos propietarios que piensan que sólo tienen un riesgo bajo de incendio.

## **Discusión**

Los propietarios de viviendas en ambos estados parecen similares en cuanto a la experiencia previa con los efectos sobre la salud y las modificaciones de viaje asociados con los incendios forestales. Sin embargo, la DAP de FL consistentemente mayor que la de CA, puede ser congruente con tres diferencias entre los propietarios de viviendas en FL y CA. Mientras que parecía que había porcentajes similares de propietarios de viviendas en cada uno de los dos estados percibiendo que sus hogares/vecindarios se ubicaban en un riesgo alto de incendios forestales, las percepciones de riesgo de los propietarios de viviendas de FL fueron estadísticamente más altas que en CA. Como se muestra empíricamente en este artículo, las percepciones más altas de riesgo se traducen en mayores cantidades de DAP. Además, los ingresos de los propietarios de viviendas de FL también fueron estadísticamente más altos que los ingresos de los de CA.

Otro factor que podría ayudar a explicar las diferencias en la DAP entre FL y CA son las diferencias en la edad del propietario de vivienda. En particular, las edades de los propietarios de viviendas que respondieron son estadísticamente diferentes entre FL y CA, con la edad de los propietarios de vivienda de FL siete años menor que la edad de los propietarios de CA. Para determinar si la edad fue un factor significativo en la selección de programas alternativos de incendios, corrimos un

modelo logit mixto que hizo interactuar a la edad con el Programa Público y el Programa Privado. En FL estos coeficientes de interacción fueron negativos y significativos, pero no en CA. En FL, los propietarios de viviendas con edades más avanzadas tienen menor DAP. Sin embargo, la DAP más alta en FL que en CA es consistente con que los propietarios de viviendas de FL son significativamente y sustancialmente más jóvenes que los propietarios de CA.

## Conclusiones

Se realizaron encuestas de experimentos de elección idénticas a los propietarios de viviendas en CA y FL para estimar la DAP de los propietarios por un Programa Público para reducir el riesgo de incendios forestales en el vecindario donde viven, y por un Programa Privado para reducir el riesgo de incendios forestales en los alrededores de sus hogares. Ajustamos las estimaciones de la DAP de FL del 2006 al 2014 utilizando dos métodos. El primer método consistió en utilizar el IPC para actualizar los valores estimados de la DAP del 2006 al 2014. Para el segundo método, actualizamos las cantidades de "oferta" o costo que se pide pagar a los hogares en el experimento de elección mediante el IPC y reestimamos el modelo. No encontramos diferencias en el método utilizado.

Los resultados muestran que la DAP de los propietarios de viviendas de FL por cada uno de los dos programas es consistentemente más alta que la de los propietarios de CA. También encontramos resultados similares a los de Holmes et al. (2013) en cuanto a que los encuestados sin experiencia personal con incendios están confundidos con respecto a los niveles de *riesgo* y *pérdida* presentados en el experimento, ya que los parámetros de la estimación tienen el signo equivocado. Además, los resultados muestran que la selección de los encuestados está basada en el atributo *costo* y ligada a las etiquetas del programa de mitigación de incendios.

En general, los resultados sugieren que la prioridad más alta para los fondos de costo compartido se dirigiría a los propietarios de viviendas en áreas que perciben que sus casas están en riesgo alto y especialmente a compartir acciones privadas en sus propios predios. Por lo tanto, nuestros resultados serían de utilidad para el USFS para orientar los fondos de costo compartido en términos de en qué tipos de acciones/programas compartir los costos y a qué estados dar prioridad al financiamiento. En particular, los resultados sugieren que el orden de prioridad sería dirigir las acciones privadas de participación en los costos entre los hogares de Percepción de Riesgo Alto en FL, seguido de las acciones privadas de los hogares de Riesgo Alto de CA. Estos resultados podrían ayudar al USFS a optimizar su asignación de los escasos fondos de costos compartidos entre los estados y las acciones públicas vs las privadas.

## Agradecimientos

Los autores desean agradecer al Dr. Juan Marcos González del *Research Triangle Institute* por sus comentarios y sugerencias. Esta investigación fue financiada por el Servicio Forestal del USDA bajo el Acuerdo Conjunto de Investigación 13-JV-11272131064 y el Proyecto de Investigación Regional W3133 de la Universidad Estatal de Colorado.

## Referencias

- Eiswerth M, Shaw D** 1997. Adjusting benefit transfer values for inflation. *Water Resources Research* **33**, 2381-2385.
- Holmes T, González-Cabán A, Loomis J, Sánchez J.** 2013. The effects of personal experience on choice-based preferences for wildfire protection programs. *International Journal of Wildland Fire* **22**, 234-245.
- Krupnick A, Alberini A, Cropper M, Simon N, O'Brien B, Goeree R, Heintzelman M.** 2002 Age, health and the willingness to pay for mortality risk reductions: A contingent valuation survey of Ontario residents. *Journal of Risk and Uncertainty* **24**, 161-186.
- Loomis J, duVair P.** 1993. Evaluating the effect of alternative risk communication devices on willingness to pay: Results from a dichotomous choice contingent valuation experiment. *Land Economics* **69**, 287-298.
- Loomis J, González-Cabán A.** 2010. Forest Service use of nonmarket valuation in fire economics: Past, present, and future, *Journal of Forestry*, **108**(8), 389-396.
- Rose JM, Collins AT, Bliemer MC, Hensher DA.** (2014). Ngene 1.1.2 stated choice experiment design software. <http://www.choice-metrics.com/index.html>
- Smith VK, Desvousges W.** 1987. An empirical analysis of the economic value of risk changes. *Journal of Political Economy* **95**, 89-114.
- Train KE.** 2009. 'Discrete choice methods with simulation', 2<sup>nd</sup> Edition. (Cambridge University Press: New York).
- US Census Bureau.** 2015. 2009-2013 American community survey. Available at: <http://www.census.gov/programs-surveys/acs/>. Accessed April 2015.
- Walker S, Rideout D, Loomis J, Reich R.** 2007. Comparing the value of fuel treatment options in northern Colorado's urban and wildland-urban interface areas. *Forest Policy and Economics* **9**, 694-703.