



Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016

1 Introducción

La investigación descrita en este proyecto fue impulsada por la continua incertidumbre sobre la sostenibilidad del sistema tradicional de la producción agrícola en México, la milpa. Este es un asunto importante porque las prácticas y condiciones que caracterizan el sistema de milpa son propicias para el flujo de genes y la diversidad en poblaciones de maíz y cultivos secundarios. El mantenimiento de un alto nivel de diversidad agrícola proporciona la base de la seguridad alimentaria de una gran parte de la población del mundo, además de ser un elemento crucial para el desarrollo y sostenibilidad de la agricultura comercial y la biotecnología.

La mayoría de los agricultores de pequeña escala en México son también consumidores de sus propios productos; por lo tanto, sus decisiones sobre qué y cómo cultivar maíz están determinados en gran medida por sus conocimientos y preferencias. Además, la mayor parte de las funciones y servicios ambientales generados por el sistema de milpa, como el suministro de alimentos, la adhesión a la herencia cultural y la biodiversidad agrícola, no se negocian en los mercados. Los pequeños agricultores obtienen estos beneficios en términos de utilidad en lugar de un equivalente monetario determinado por los precios de mercado. Por lo tanto, las preferencias de estos agricultores, que en conjunto son los productores y consumidores de su producción, determinan los valores implícitos de su sistema de cultivo: sus productos, funciones, servicios culturales y ambientales. Existen métodos de valoración no comercial que pueden ser utilizados para evaluar estas preferencias y determinar el valor de estos beneficios. El objetivo de este proyecto es caracterizar y medir estas preferencias con el fin de obtener el valor implícito que los agricultores de subsistencia derivan de la gestión de sus milpas.

Este informe se desarrolla de la siguiente manera: La siguiente sección trata sobre la metodología empleada para evaluar las preferencias de los agricultores. Las secciones tres y cuatro explican los fundamentos teóricos, el diseño y la administración del experimento de

elección específico que fue utilizado, así como la construcción de los diferentes modelos econométricos que se estimaron y sus resultados. Finalmente, en la sección 5 se reportan las principales conclusiones e implicaciones políticas

2 Diseño y administración del experimento de elección discreta

2.1 Fundamentos teóricos

Louviere (en Bennett et al, 2001 , pp 13) define un experimento de elección (CE por sus siglas en inglés) como " una muestra de conjuntos o escenarios de elección extraídas del universo de todas las posibles conjuntos de elección ". Los siguientes elementos de un CE se basan en Louviere et al (2000) :

1. Un conjunto de opciones fijas que se pueden presentar como genéricas (alternativa A , B , C) o de forma "etiquetada" (alternativas específicas : avión, autobús, tren) .
2. 3. Un conjunto de atributos (= 1 , 2 , j) que describen las características de cada opción de elección.
3. Un conjunto de niveles o valores asignados a cada atributo para representar un rango de variación de cada atributo. Algunos atributos pueden ser binarios (sí / no) , mientras que otros pueden ser discretos y/o numéricos .
4. Una muestra de individuos (en este caso los hogares agrícolas) que evalúan la totalidad o un subconjunto de los conjuntos de elección en el experimento total y elijen una de las posibles opciones disponibles en cada conjunto.

Bennett y Blamey (2001) sostienen que Louviere y Hensher, y Louviere y Woodward originalmente desarrollaron el modelo de la CE. Como se mencionó antes, este modelo puede ser considerado como una aplicación de la teoría de valor de Lancaster combinado con la teoría de la utilidad aleatoria¹. (RUT) por sus siglas en inglés). La teoría del consumidor asume que el problema de maximización de la utilidad enfrentado por cualquier consumidor es elegir la

¹ Hanley *et al.*, 1998.

opción preferente dado los precios y el nivel de ingreso que enfrenta. El consumidor entonces elige una entre distintas alternativas de bienes y servicios para maximizar su nivel de utilidad². La teoría de Lancaster establece que cualquier bien puede describirse como un conjunto de características y los niveles que éstas toman. Por lo tanto, lo que los consumidores realmente hacen, con el fin de maximizar su utilidad, es "adquirir los atributos contenidos en los productos, en lugar de los bienes por sí mismos"³.

Los modelos de utilidad aleatoria postulan que la utilidad es un constructo latente que es sólo conocida por el consumidor, y no puede ser observada directamente por el investigador. Sin embargo, utilizando un procedimiento de elucidación de preferencias válido, es posible explicar una proporción significativa de la utilidad de los consumidores que no es observable⁴. Aun así, cierta proporción de la utilidad siempre permanecerá sin explicación, por lo que es considerada como aleatoria o estocástica desde el punto de vista del investigador⁵.

Para ilustrar el modelo básico detrás de un CE como el que se utiliza en esta investigación, hay que considerar la elección de un agricultor para un perfil de milpa específico. El supuesto es que la utilidad depende de la elección sobre un conjunto de alternativas, C , es decir, un conjunto de elección, que incluye todos los posibles perfiles alternativos de milpa. El agricultor se supone tiene una función de utilidad de la forma:

$$U_{ij} = U(Z_{ij}, S_i) \quad (1)$$

² Green *et al.*, 1995.

³ Adamowicz *et al.*, 1999, p. 153.

⁴ La bondad de ajuste de los modelos econométricos utilizados para la estimación de modelos de elección se mide con el valor ρ^2 , que es similar a la R^2 .

⁵ Bennett and Blamey, 2001.

Donde, para cualquier agricultor i , un nivel dado de utilidad se asocia con algún perfil alternativo de milpa, j . La utilidad derivada de cualquiera de esas alternativas depende de los niveles específicos de sus atributos, y las características socioeconómicas del productor agrícola, ya que los diferentes agricultores pueden recibir diferentes niveles de utilidad de estos atributos.

El modelo de utilidad aleatoria es la base teórica para la integración de la conducta de elección con la valoración económica en el método experimento de elección. En este modelo, la utilidad de una elección se compone de un componente sistemático (explicable o determinista) V_{ij} , y un término de error (no explicable o aleatorio), e_{ij} , que es independiente de la parte sistemática y sigue una distribución predeterminada. Así, la utilidad se modela como:

$$U_{ij} = V_{ij} + e_{ij} \quad (2)$$

El componente sistemático puede modelarse en función de las características de la milpa y las características sociales y económicas de la familia de la granja como se mencionó anteriormente. Es decir, la utilidad se estima como:

$$U_{ij} = V(Z_{ij}, S_i) + e_i \quad (3)$$

Dado que hay una componente de error en la función de utilidad, las predicciones no se pueden realizar con certeza y el análisis se convierte en uno de elección probabilística. En consecuencia, las elecciones hechas entre los perfiles alternativos de milpa serán una función de la probabilidad de que la utilidad asociada con un perfil particular de milpa, j , sea mayor que la derivada por otros perfiles de milpa alternativos. Es decir, la probabilidad de que un productor agrícola elija el perfil j sobre todas las demás opciones, h , es:

$$\Pr_{ij} = \Pr[V(Z_{ij}, S_i) + e_{ij} > V(Z_{ih}, S_i) + e_{ih}, \forall j \neq h, \forall h \in C] \quad (4)$$

Los parámetros para la estimación pueden ser introducidos asumiendo que la relación entre la utilidad y los atributos y características es una función lineal entre los parámetros y las variables, y suponiendo además que los términos del error se distribuyen idéntica e independientemente siguiendo la distribución de Weibull (Greene, 1997). Estos supuestos aseguran que la probabilidad de elegir la alternativa j puede expresarse en términos de distribución una logística. Esta especificación se conoce como el modelo logit condicional (McFadden, 1974; Greene, 1997 pp 913-914 ; Maddala, 1999, p 42), y adopta la siguiente forma general:

$$P_{ij} = \frac{e^{V(Z_{ij}, S_i)}}{\sum_{h \in C} e^{V(Z_h, S_i)}} \quad (5)$$

La ecuación estimada es la función de utilidad indirecta condicional y, en general, adopta la siguiente forma:

$$V(Z_{ij}, S_i) = \beta + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \dots + \beta_n Z_n S_k \quad (6)$$

Donde β es la constante específica alternativa (ASC por sus siglas en inglés) que captura los efectos en la utilidad de cualquier atributo que no figuran en la elección de los atributos específicos. El número de atributos considerados milpa es n . Así, β_1 a β_n son los vectores de coeficientes que se unen al vector de atributos (Z). Dado que las características sociales y económicas son constantes a través de conjuntos de elección para cualquier agricultor, sólo pueden entrar como términos de interacción con los atributos de una milpa.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

El supuesto sobre la distribución del término de error en el modelo logit condicional es una de las limitaciones del experimento de elección discreta, ya que imponen una condición particularmente restrictiva conocida como la propiedad de independencia de alternativas irrelevantes (IIA por sus siglas en inglés). Esta indica que las probabilidades relativas de dos opciones de ser elegidos no se ven afectadas por la introducción o eliminación de otras alternativas. En otras palabras, la probabilidad de una alternativa en particular de ser elegida es independiente de otras alternativas. La propiedad IIA puede ser probada eliminando una alternativa del conjunto de elección. Si se comprueba que la propiedad IIA se viola, los resultados del logit condicionales estarían sesgados y por lo tanto, se puede utilizar un modelo de elección discreta que no impone la propiedad IIA, tal como el modelo logit de parámetros aleatorios. Por otra parte, la inclusión de las características sociales y económicas también puede ayudar a evitar violar la propiedad IIA ya que las características sociales y económicas correspondientes a las preferencias de los encuestados puede aumentar el componente sistemático de utilidad (Rolfe et al, 2000;. Bateman et al. , 2003).

2.2 Conjunto de milpas alternativas

Para construir diferentes ´perfiles de milpa se utilizó la teoría de diseño experimental. El primer paso fue definir la milpa en términos de sus atributos y los niveles que estos atributos toman. Los atributos de milpa más importantes y sus niveles fueron identificados en colaboración con la CONABIO y fueron basados en investigaciones previas sobre el cultivo de maíz en milpa (Birol, *et al*, 2007, Bellon *et al*, 2004 ; Van Dusen, 2000) . Los perfiles fueron ordenados en conjuntos de elección, que a su vez se presentaron a los agricultores, a quienes se pidió indicar su perfil milpa preferida en cada ejercicio de elección. Los atributos seleccionados y sus niveles se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Atributos de milpa, y sus niveles, utilizados en el experimento de elección

Atributo de la <i>Milpa</i>	Definición	Niveles
Diversidad de cultivos (CSD)	El número total de cultivos que se gestionan en la milpa	1 (solo maíz), 2 (maíz y frijol o calabaza), 3 (maíz, frijol y calabaza)
Variedades de Maíz (MVD)	El número total de variedades de maíz que se cultivan en la milpa .	1, 2 o 3
Semilla Criolla (Landrace)	Si la milpa contiene o no una variedad de maíz local/tradicional que no haya sido adquirida de un proveedor comercial de semillas	<i>Milpa</i> contiene semilla criolla vs. <i>Milpa</i> no contiene semilla criolla
Rendimiento	% de la producción de maíz que se cosecha relativa a su propia Milpa	130, 115, 100, 85, 70

Los tres primeros atributos caracterizan a los diversos componentes de la diversidad agrícola que se gestionan en la milpa. El primer atributo, la diversidad de especies de cultivo, representa la diversidad de especies entre los cultivos que se encuentran en el sistema de cultivo intercalado característico de la milpa que consiste en maíz, frijol y calabaza. El atributo de diversidad variedades de maíz representa la diversidad dentro de una especie. Estudios anteriores encontraron que múltiples poblaciones de maíz coexisten en algunos sistemas tradicionales de milpa (Bellon y Brush, 1994). Es importante considerar tanto la diversidad del maíz como los cultivos secundarios debido a que centrarse sólo en una sola especie o variedad podría causar estimaciones econométricas sesgadas y prescripciones de política equivocadas (Van Dusen y Taylor, 2005). El atributo semilla criolla representa la diversidad genética y cultural del maíz , que es crucial no sólo para la seguridad alimentaria de los agricultores, sino también para la investigación y mejora de la productividad y calidad de la producción futura de maíz, como se mencionó en la introducción de este reporte.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

El cuarto atributo, rendimiento, está incluido en el conjunto de elección como proxy de una variable monetaria, requerida para para obtener estimaciones de valoración de los componentes de la milpa. Esta variable es preferible a una variable monetaria directa porque para la mayoría de los productores agrícolas de subsistencia tanto la producción como las funciones ambientales de sus milpas no se negocian directamente en los mercados, sino que son consumidos por las propias familias de los agricultores . El atributo de rendimiento de maíz se define como el rendimiento que se espera que la milpa hipotética proporcione expresada como un porcentaje de los rendimientos obtenidos por la milpa cultivada por el agricultor en la temporada anterior. Una especificación en porcentaje es preferida ya que es difícil de incluir medidas exactas de rendimiento en los experimentos de elección debido a las diferencias en los rendimientos, áreas de milpa, y la intensidad de la producción de maíz a través de los sitios de estudio.

Existe un gran número de combinaciones de milpa que puede ser construido a partir del número de atributos y niveles⁶. Se utilizaron métodos de diseño estadístico (Louviere et al, 2000) para agrupar los niveles de los cuatro atributos en conjuntos de elección. Específicamente, se empleó un diseño ortogonal para recuperar sólo los efectos principales⁷. Este es el enfoque estándar en los estudios que utilizan experimentos de elección dentro de los campos de investigación de mercado, transporte y economía ambiental. La implicación es que las variaciones de los atributos de las alternativas no están correlacionadas en todos los conjuntos de elección y su efecto práctico es que la influencia de los cambios en cualquiera de

⁶ El número total de posibles combinaciones de perfiles de milpa que se pueden generar a partir de 4 atributos, uno de ellos binario (con dos niveles), otros dos con tres niveles y uno con 5 niveles se calcula con la siguiente fórmula: $2 * 3^2 * 5 = 90$.

⁷ Un diseño de “efectos principales” asume que la utilidad que un agricultor deriva de elegir un perfil específico de milpa varía con los 4 atributos, pero el efecto de cada atributo es independiente del valor que cualquier otro atributo tome (DETR, 2001).

estos cuatro atributos en las elecciones de los encuestados puede ser identificada y medida. El procedimiento de *ortogonalización* produjo 12 perfiles de milpa independientes.

El número óptimo⁸ de conjuntos de elección presentada a cada individuo varía en función de la dificultad del ejercicio de elección, las condiciones bajo las cuales se realiza el experimento y los incentivos proporcionados a los encuestados. Cualquier número de opción entre 4 y 16 se considera generalmente que es eficiente (Louviere et al., 2000). Dado que este experimento de elección se presenta al final de una encuesta relativamente larga y que muchos de los encuestados, que son los tomadores de decisión sobre la milpa, son de edad avanzada, se consideró que un número pequeño de conjuntos de elección era preferible. Por lo tanto, los 12 conjuntos de elección de perfiles de milpa fueron agrupadas al azar en 3 distintas versiones (es decir, cuatro conjuntos de elección por cada versión), y la muestra de los agricultores de cada comunidad también se dividió al azar en tres grupos, con cada sub-muestra respondiendo una versión de la encuesta. La figura.1 muestra un ejemplo de un conjunto de elección, los otros 11 son incluidos en el apéndice de este reporte.

Figura 1. Ejemplo de conjunto de elección

Suponiendo que los siguientes perfiles de milpa eran las únicas opciones que tenía , cuál preferiría usted cultivar ?			
Atributos de la Milpa	Milpa A	Milpa B	Ninguna,
CSD	3 cultivos	1 cultivosd	prefiero mi
MVD	3 variedades	3 variedades	propio perfil
Landrace	No	Yes	
Rendimiento	115	115	
Prefiero cultivar	Milpa A	Milpa B	Ninguna

⁸ Por número óptimo se refiere al número de elecciones que un encuestado puede realizar sin cansarse o aburrirse (Bateman *et al.*, 2003) .

2.3 opción de no participar/"opt-out".

La Figura 1 ilustra cómo cada uno de los (cuatro) conjuntos presentados a la persona investigada contiene dos perfiles diferentes de milpa no correlacionados. Además, se incluyó una opción de "no participar" (*opt out*). Tal opción puede ser considerada como un "status quo" o alternativa de línea base y es una de las ventajas del método experimento de elección. En esencia, es una opción que compite con las otras alternativas en el conjunto de elección. Los argumentos que sustentan su inclusión incluyen aumentar el realismo del ejercicio (Batsell y Louviere, 1991;. Carson et al, 1994), la mejora de la validez teórica de las estimaciones de bienestar (Bateman et al., 2003; Adamowicz y Boxall, 2001) y la mejora de la eficiencia estadística de los parámetros estimados Choice (Louviere et al, 2000;. Anderson y Wiley, 1992). La consecuencia de no permitir la posibilidad de no participar es que esto puede inducir a los individuos a tomar decisiones forzadas y sesgadas. Kontoleon y Yabe (2004), en un artículo centrado en las implicaciones del uso de formatos alternativos de opciones de '*opt-out*' en los estudios de experimentos de elección, argumentan que cuando los encuestados se enfrentan a una elección obligatoria pueden seleccionar alternativas que no revelan su 'verdadera' preferencia individual. Por lo tanto, cuando a los encuestados de un experimento de elección se les deja sin la opción de no participar, los resultados del experimento podrían exagerar la probabilidad de que el individuo realmente elija una de las alternativas hipotéticas, que a su vez daría lugar a estimaciones sesgadas. Además, esta opción "opt out" también se puede utilizar para medir los niveles de participación.

En la mayoría de las aplicaciones de modelo de elección (CE) la opción "*opt-out*" se presenta en dos formatos diferentes O bien se enmarca como "prefiero no elegir cualquiera de las alternativas, o como "yo elegiría mi marca favorita / habitual". En el primer caso, se rechaza de la opción de adquirir o seleccionar el bien o servicio que está siendo valorado (en el caso de



Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016

este proyecto, sería equivalente a decidir no cultivar ninguna milpa) y por lo tanto no se deriva ninguna utilidad de esa elección (es decir, la ecuación 4.6 sería igual a cero). En el segundo caso, las características de la “marca favorita/habitual” se incorporan en el proceso de estimación (para este proyecto serían los niveles de los atributos de la milpa que estaba siendo cultivada en el momento de la encuesta). La decisión de qué formato utilizar no es arbitraria (Adamowicz y Boxall, 2001) y en diferentes casos puede tener un impacto sustancial en los parámetros estimados y las medidas de bienestar derivadas de los datos del experimento elección (Kontoleon y Yabe, 2004).

Existen varias recomendaciones *a priori* respecto a cuál de estos formatos a utilizar. Por ejemplo, Batsell y Louviere (1991) sugieren el uso de un formato que es la aproximación más cercana a la configuración que se enfrentan los individuos en condiciones de elección reales. Además, Carson et al. (1994) han sugerido que la opción de no-participar puede ser más útil en los casos que tratan de investigar la cuota de mercado, penetración en el mercado y la participación. Como alternativa, el formato de la propia marca 'puede ser más adecuado para situaciones que tratan de investigar qué atributos o que niveles de estos debe tener un nuevo producto o bien con el fin de atraer nuevos consumidores (Carson et al., 1994). Tomando en cuenta el contexto en el que se administró el experimento de elección, el tipo de bien que se está evaluando, y considerando que todos los agricultores que participaron en el experimento de elección estaban cultivando una milpa en el momento de la encuesta, se decidió utilizar el segundo ("marca propia") y el formato de proporcionar los encuestados con una opción de *opt-out* enmarcado como "Ninguna de las milpa alternativas, prefiero mi propio perfil", en cuyo caso se decide continuar cultivando su actual perfil de milpa cuyos niveles de atributos fueron registrados por los enumeradores y se especificaría en la ecuación de utilidad 4.6. Esto hace que el experimento sea aún más realista para los encuestados y evita obligarlos a elegir una



**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

alternativa no preferida. Esto es útil para lograr medidas de bienestar que son consistentes con la teoría de la demanda (Louviere et al, 2000; Bennett y Blamey, 2001; Bateman et al., 2003).

3. Especificación del modelo y resultados econométricos.

Es relevante mencionar algunos aspectos de los datos para facilitar la interpretación de los resultados. En primer lugar, los datos se codificaron de acuerdo con los niveles de los atributos. El atributo con dos niveles (es decir, semilla criolla) entró en la función de utilidad como una variable binaria codificadas como 1 para "el perfil de milpa contiene" y -1 para "el perfil de milpa no contiene" (Adamowicz et al., 1994; Louviere et al., 2000). Los datos de los atributos con tres y cinco niveles se introdujeron en forma lineal cardinal. En consecuencia, la diversidad de cultivos y la diversidad de variedad de maíz tomaron los niveles 1, 2 y 3, y el atributo de rendimiento se codifica como 130, 115, 100, 85 y 70. Los atributos de la 'Ninguna milpa, prefiero mi perfil actual' se introdujo con los valores específicos que los encuestados reportaron en la encuesta (es decir, el número de cultivos, el número de variedades de maíz, y 1 si se reportó el uso de una semilla criolla o -1 en caso contrario). En segundo lugar, ya que este experimento de elección implica un bien genérico en lugar de opciones "etiquetadas, la constante específica alternativa (ASC) se igualó a 1 cuando se eligió la milpa A o B, y como 0 cuando se eligió el propio perfil de milpa de los agricultores (Louviere et al., 2000). Por lo tanto, en este experimento de elección se especifica a la ASC como la proporción de la elección que adopta un perfil de milpa diferente al propio. Un parámetro de la ASC negativo y significativo sugiere una mayor propensión de los agricultores a elegir su propio perfil de milpa.

3.1. Estimación del modelo logit condicional

Sitios de Estudio

Un total de 80 cuestionarios fueron administrados a productores agrícolas seleccionados al azar en 5 comunidades en dos municipios del estado de Chiapas. El nombre de los sitios de estudio es el del municipio donde se encuentran las localidades visitadas.

Tabla 3.1. Sitios seleccionados

Sitio	Comunidad
1. Maravilla Tenejapa, Chiapas	1. Amatiltan 2. Loma Bonita 3. Nuevo Rodolfo Fogueroa
2. Marqués de Comillas, Chiapas	1. Boca de Chajul 2. Quiringuicharo

El experimento de elección (CE) fue diseñado con el supuesto de que la función de utilidad observable sigue una forma lineal y estrictamente aditiva. El modelo se especifica de manera que la probabilidad de seleccionar una milpa particular está en función de los atributos de la milpa (ecuación 2). El modelo logit condicional (CL) se estimó con el paquete estadístico Stata 11 utilizando las 960 observaciones obtenidas de los 80 encuestados. El valor más alto de la función de probabilidad logarítmica (*log likelihood*) se obtuvo con la especificación forma lineal para todos los atributos. Así, para la población representada por la muestra, la utilidad indirecta de los atributos de la milpa toma la forma de:

$$V_{ij} = \beta + \beta_1 * (\text{Crop div}_j) + \beta_2 * (\text{Maize div}_j) + \beta_3 * (\text{Landrace}_j) + \beta_4 * (\text{Yield}) \quad (7)$$

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

Donde el subíndice i denota al agricultor específico que hace la elección, j se refiere a la opción elegida (A, B o “no participación”), β es la constante específica alternativa (ASC) y β_{1-5} denotan al vector de coeficientes asociados con el vector de atributos de milpa. Los resultados de las estimaciones del modelo logit condicional para toda la muestra de 80 productores agrícolas se presentan en la Tabla 3.2 a continuación:

Tabla 3.2 Estimaciones del modelo logit condicional para toda la muestra

Atributo	Coefficiente.	(s.e.)	t-ratio
ASC	-0.021***	(0.0089)	-2.34
Diversidad de cultivos (CSD)	8.92***	(0.1129)	8.92
Variedades de Maiz (MVD)	-0.40***	(0.1033)	-3.88
Semilla criolla	1.07***	(0.1942)	5.54
Rendimiento	0.06***	(0.0063)	9.76
Muestra		80	
Observaciones		960	
Log likelihood		-391.59	
ρ^2		0.211	
Xi-cuadrada		209.55	

***denota significancia estadística para un nivel de confianza del 95%

Los resultados muestran que todos los atributos de la agrobiodiversidad son factores importantes en la elección de una milpa y, con excepción del atributo MVD, todos incrementan la probabilidad⁹ de elegir una milpa con mayores niveles de estos atributos (dejando constante los niveles de los otros atributos). El coeficiente del atributo rendimiento, la variable proxy monetaria, es positivo, como se esperaba a priori, pues implica que los agricultores prefieren aquellos perfiles de milpa que proporcionan mayores niveles de producción.

⁹ Los coeficientes en un modelo logit condicional expresan el signo de los efectos marginales, $(1 - P_j) * P_j * \beta_z$, es la expresión de la probabilidad marginal de un cambio en el atributo z , en donde P_j es la probabilidad de elección j , y β_z es el coeficiente de atributos z . Cuando las probabilidades marginales se calculan a los valores medios de las variables independientes la probabilidad marginal es el producto de los coeficientes y una constante para cada alternativa. En este estudio, como en Adamovicz et al., 1998; Adamovicz et al., 1998; y Hanley et al., 1998; Sólo se reportan los coeficientes

El signo negativo del coeficiente de ASC implica que los agricultores están más inclinados a elegir sus propias milpas. Ellos son muy sensibles a los cambios en la calidad del conjunto de elección y toman decisiones que son considerados para ser racional según la teoría de la elección y coherente con el comportamiento observado en la realidad (Dhar , 1996; Huber y Pinnell , 1994).

3.2 Comprobando la validez de la propiedad de Independencia de la alternativa irrelevante

Como se mencionó anteriormente, los supuestos sobre la distribución de los términos de error implícitos en el uso del modelo logit condicional imponen una condición particular, conocida como la propiedad de independencia de alternativas irrelevantes (IIA).

Para probar si el modelo estimado es apropiado, es necesario realizar la prueba Hausman - McFadden (1984) para confirmar que cumple con la propiedad IIA. Esta prueba consiste en la construcción de una razón de verosimilitud en torno a las diferentes versiones del modelo que excluyen alternativas de elección. Si se cumple con la propiedad IIA entonces el modelo estimado con todas las alternativas debe ser igual que el estimado para un sub - conjunto de alternativas.

La prueba de especificación Hausman-McFadden (1984) para el cumplimiento de la propiedad IIA se realizó de la manera siguiente. Primero se estima el modelo completo con todas las opciones. La especificación alternativa es el modelo con un conjunto más pequeño de opciones, es decir, uno de los perfiles de milpa se elimina y se estima el modelo con este conjunto restringido de alternativas y con la misma función de utilidad (representada por la ecuación 7). La estadística de esta prueba es:

$$\chi^2 = [\beta_U - \beta_R]' [V_R - V_U]^{-1} [\beta_U - \beta_R] \quad (8)$$

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

"U " y "R " representan, respectivamente, al modelo completo y al reducido. β indica los parámetros de los regresores (se excluye la ASC), es decir, los atributos de los perfiles de milpa en este caso particular, y V es una matriz de covarianza estimada para las estimaciones. Esta estadística asintóticamente distribuida como ji cuadrada (χ^2) con grados de libertad (GL) igual al número de restricciones impuestas por la hipótesis nula (que los parámetros de las variables explicativas de las especificaciones completas y reducidas del modelo son los mismos) .

La propiedad IIA en este modelo se probó con la prueba de Hausman McFadden bajo la hipótesis nula de no violación (los coeficientes son iguales para los modelos restringidos y los no restringidos). La estadísticas χ^2 de la prueba de Hausman para las tres alternativas fue estimada utilizando el paquete Stata 11. Los resultados se reportan en la Tabla 3

Tabla 3. Prueba de hipótesis de la propiedad IIA

Alternativa eliminada	χ^2 de la prueba Hausman	GL	Valor crítico de la χ^2 (99% de significancia)	Resultado de la prueba Hipotesis sobre la propiedad IIA
A	42.96	4	13.277	Rechazada
B	29.42	4	13.277	Rechazada
Opción "opt out"	70.96	4	13.277	Rechazada

En los tres casos la estadística χ^2 estimada fue mayor que el valor crítico, como se muestra en la Tabla 3. Por lo tanto existe evidencia estadística para afirmar que la propiedad IIA es violada por cada alternativa eliminada.

Este resultado no es demasiado sorprendente. La principal razón para la violación es que el experimento de elección implica opciones genéricas en lugar de opciones "etiquetadas", por lo tanto, el procedimiento de eliminar alternativas para realizar comparaciones de verosimilitud máxima es, en teoría, de menor relevancia y no necesariamente apegado a la realidad. La restricción impuesta por la propiedad IIA implicaría que, si a un agente se le ofrece un conjunto



**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

de elección diferente, la razón de probabilidades de elegir alguna de las dos opciones originales (*odds ratio*) no se vería afectada. Es decir, en el caso del presente estudio, la propiedad IIA implicaría que si se ofrece un agricultor una conjunto de elección de perfiles Milpa expandido (o reducido), esto no modificaría el *odds ratio* de cualquiera de las dos opciones que se incluyeron originalmente. Los resultados de la prueba para cada sitio indican que la propiedad IIA no puede ser aceptada a un nivel del 99% de significancia. Por lo tanto, el modelo CL no es el más adecuado para el análisis de los datos y se debe emplear un modelo menos restrictivo, como lo es el modelo logit de parámetros aleatorios.

3.3 Incorporando la heterogeneidad de los agricultores

Las preferencias por bienes y los atributos que los caracterizan varían a menudo entre los individuos. En particular, es posible que las preferencias sobre los atributos de un perfil de milpa en el CE presenten heterogeneidad sistemática la cual debe ser incluida en estimación de modelos de utilidad aleatoria para evitar una pérdida en su eficiencia (Nevo, 2000; Train, 2003) y una incorrecta agregación de las mediciones de bienestar entre los individuos. Además, los gestores de políticas sobre recursos pueden estar interesados en entender cómo se distribuyen los impactos sobre el bienestar de un cambio de política de gestión entre distintos grupos, o dentro de un tipo específico, de productores.

Como se mencionó anteriormente, un supuesto común en los modelos de utilidad aleatoria es la homogeneidad de las preferencias. Es decir, se asume que la parte determinística de la utilidad no varía entre los individuos y, además, se asume que la varianza del termino de error sigue una distribución idéntica e independiente. Este supuesto puede restringir de forma incorrecta las preferencias forzándolas a ser homogéneas, cuando estas pueden variar entre los individuos (lo que violaría la propiedad IIA). De ser así, las estimaciones de los parámetros

pueden ser sesgadas para algunos individuos en específico, y generar estimaciones de bienestar incorrectas.

Las pruebas Hausman sobre la propiedad IIA realizadas anteriormente rechazaron que el modelo se ajusta a esas condiciones¹⁰, y que viola la propiedad IIA. Así, se puede concluir que las estimaciones del modelo logit condicional básico asumen erróneamente que las preferencias de los agricultores sobre los atributos de la milpa son homogéneas. El modelo se puede modificar para incorporar esta heterogeneidad mediante la inclusión de características sociales y económicas como términos de interacción y/o empleando un modelo logit de parámetros aleatorios (Morey y Rossmann , 2003)¹¹.

3.4 Comparación de las preferencias en los sitios

Una posible fuente de heterogeneidad que es fácil de comprobar es si los productores agrícolas en los dos sitios de estudio valoran los atributos de la milpa de forma distinta. Para probarlo, se estimaron por separado modelos logit condicionales para cada región, cuyos resultados se presentan en la Tabla 4. Estos fueron comparados con el conjunto de estimaciones de los parámetros del modelo con la muestra completa. La hipótesis nula establece que el valor de los parámetros es el mismo entre las dos regiones distintas. El rechazo de la hipótesis nula implicaría que los agricultores de diferentes regiones tienen diferentes modelos de demanda para los atributos de milpa. Esta prueba puede llevarse a cabo con la prueba Swait Louviere¹² de razón de

¹⁰ Como el modelo viola la propiedad IIA, se considera mal especificado por lo que los parámetros estimados aun y cuando mantienen las propiedades de ser no sesgados y consistentes, pero pierden la propiedad de la eficiencia. Aunque las estimaciones puntuales son correctas, sus errores estándar no serán adecuados si no se mantiene la propiedad IIA (Fry y Harris , 1998).

¹¹ Incorporar la heterogeneidad permite obtener estimaciones no sesgadas de las preferencias individuales y mejora su precisión y fiabilidad (Greene , 1997). Asimismo, incluir la heterogeneidad permite diseñar políticas que incorporen criterios de equidad (Adamowicz y Boxall , 2001) .

¹² La prueba se basa en una comparación entre la función de verosimilitud para el modelo estimado con la muestra completa, y la suma de los modelos con muestra restringida estimados. La prueba estadística se estima como $\chi^2 = -2$



verosimilitud, que se muestra en la Tabla 5. La hipótesis es que la estimación de la muestra completa es diferente a la estimación de la muestra restringida. Para ambas regiones no se rechaza a un nivel de significancia del 90% o mayor. Por lo tanto, no es posible afirmar que la división de la muestra mejore la estimación del modelo y es preferible utilizar otro modelo con la muestra completa para incorporar la heterogeneidad.

Tabla .4. Estimaciones de logit condicional por region

Atributo	Muestra completa	<i>Maravilla</i>	<i>Marques</i>
	Coeficiente (d.s.).		
ASC	-0.21*** (0.0089)	-1.78*** (0.15)	-1.24*** (0.12)
CSD	1.07*** (0.1129)	1.06*** (0.1610)	0.97*** (0.1609)
MVD	-0.40*** (0.1033)	-0.51*** (0.1452)	-0.28* (0.1489)
Semilla Criolla	1.07*** (0.1942)	1.34*** (0.2879)	0.84*** (0.2668)
Rendimiento	0.06*** (0.06)	0.072*** (0.0098)	0.05*** (0.0085)
Tamaño muestra	80	43	37
Observaciones	960	516	444
ρ^2	0.211	0.24	0.177
Log likelihood	-391.59	-200.52	-188.87

significante al * 90 nivel de confianza; ** 95% nivel de confianza y *** 99% nivel de confianza

(LLfs - LLis) donde LLfs se refiere a las estadísticas de verosimilitud del modelo logit condicional para la muestra completa, y LLis se refiere a las estadísticas de verosimilitud del logit condicional modelo para cada región *i*-ésima. La estadística se distribuye como una variable χ^2 cuadrada con grados de libertad igual a la diferencia en el número de parámetros estimados a través de los modelos restringidos y no restringidos.

Tabla 5. Prueba Swait-Louviere

Modelos Comparados	Estadística χ^2 Swait-Louviere	GL	Valor Critico de la χ^2	Resultado
<i>(Maravilla + Marques)</i> vs. Muestra completa	4.39714	4	13.27	Hipótesis nula aceptada
<i>Maravilla</i> vs. Muestra completa	382.1501	4	13.27	Hipótesis nula aceptada
<i>Marques</i> vs. Muestra completa	405.4311	4	13.27	Hipótesis nula aceptada
<i>Maravilla vs. Marques</i>	388.92	4	15.1	Hipótesis nula aceptada

3.5. Relajando la propiedad IIA: Modelo Logit de parámetros aleatorios, y variables de interacción.

Como se mencionó anteriormente, el modelo CL impone la propiedad de independencia de alternativas irrelevantes (IIA), que genera un cierto patrón de sustitución entre las alternativas. Por otra parte, mientras que el modelo CL puede capturar la variación sistemática en las preferencias, no es capaz de incorporar diferencias en preferencias que no pueden ser vinculadas a las características observadas de los productores agrícolas encuestados. Aun así, es posible las preferencias varíen aun entre agentes que posean las mismas características socioeconómicas y, al no ser sus causas observables, se debe asumir como una variación aleatoria. Para poder incorporar esta variación adecuadamente, se debe utilizar un modelo más general.

En términos generales, la heterogeneidad puede ser incorporada a cualquier modelo Logit por el método " clásico" de añadir parámetros de interacción entre las variables socioeconómicas y atributos de una milpa (Kontoleon , 2001). La utilidad entonces se convierte en una función de los términos de interacción, asociados a las utilidades marginales. Otra manera de incorporar la

heterogeneidad es utilizando el modelo logit de parámetros aleatorios (RPL) que asume que uno o más de los parámetros estimados para los atributos están relacionados con las características socioeconómicas individuales de una manera sistemática. Así, este modelo asume que los parámetros de preferencia para todos los productores agrícolas son obtenidos aleatoriamente de una función de distribución de probabilidad conocida (PDF)¹³.

3.5.1 Modelo logit de parámetros aleatorios

El enfoque estándar que actualmente se utiliza en la literatura para incorporar heterogeneidad es el modelo logit de parámetros aleatorios (RPL). Este modelo no sólo no impone la propiedad IIA, si no también puede incorporar la heterogeneidad no observada sin imponer condiciones sobre las preferencias de los individuos encuestados. La función de utilidad en el modelo RPL está dada por:

$$U_{ij} = V(Z_j(\beta_j + \eta_i)) + e(Z_j) \quad (9)$$

Similar que en el modelo CL, la utilidad se descompone en un componente determinístico (V) y un término de error estocástico (e). La utilidad indirecta se asume como una función de los atributos de elección (Z_j), con parámetros que, debido a la heterogeneidad de las preferencias pueden variar a través de los productores agricultores mediante un componente aleatorio. La probabilidad de elegir j en cada uno de los conjuntos de elección se puede derivar mediante la

¹³ Esta técnica se explica mejor en el Train (1988): "RPL generaliza el modelo Logit Condicional al permitir que los coeficientes de las variables observadas varíen aleatoriamente entre los individuos en vez de imponer que sean fijos. Con esta generalización, el modelo no impone la propiedad IIA y sus patrones de sustitución restrictivos. De hecho, cualquier patrón de sustitución puede ser representado arbitrariamente por un RP. La variación de los coeficientes entre los individuos implica que la utilidad no observada asociada con cualquier alternativa esta correlacionada en el tiempo para cada tomador de decisiones. Esta correlación se incorpora en la estimación cuando hay mas de una observación de elección para cada persona" (P.230).

especificación de la distribución del término de error e (Train, 1998). Al incorporar la heterogeneidad no observada, la ecuación (5) se convierte ahora en:

$$P_{ij} = \frac{\exp(V(Z_j(\beta_j + \eta_i)))}{\sum_{h=1}^c \exp(V(Z_h(\beta_h + \eta_i)))} \quad (10)$$

Dado que este modelo no impone la propiedad IIA, la parte estocástica de la utilidad puede correlacionarse entre alternativas y a través de la secuencia de elecciones vía la influencia común de η_i . Considerar a los parámetros de preferencia como variables aleatorias requiere la estimación de máxima verosimilitud simulada. Técnicamente, el algoritmo encuentra la máxima verosimilitud simulación realizando k "sorteos" a partir de distribuciones de probabilidad con medias y desviaciones estándar determinadas. Las probabilidades se calculan mediante la integración de la distribución conjunta simulada.

Las recientes aplicaciones del modelo RPL han demostrado que este modelo es superior al modelo CL en términos de ajuste global y estimaciones de bienestar (Brefle y Morey, 2000; Layton y Brown, 2000; 2003; Kontoleon, 2003; Lusk et al., 2003; Morey y Rossmann, 2003). Sin embargo, aun y cuando este modelo incorpora la heterogeneidad no observada, no puede explicar las fuentes de heterogeneidad (Boxall y Adamowicz, 2002).

El modelo RPL se estimó utilizando STATA 11. Todos los atributos de milpa, excepto el rendimiento (por ser el la variable monetaria proxy), se especificaron con una distribución normal (Train, 1998; Revelt & Train, 1998) y las simulaciones de distribución se basaron en 500 sorteos. La prueba Swait Louviere de verosimilitud rechazó la hipótesis nula de que los parámetros de las regresiones para el modelo logit condicional (CLM) y de parámetros

aleatorios (RPLM) son iguales a un nivel de significancia del 95%. Asimismo, la ρ^2 de McFadden para el modelo RPLM son significativamente superiores a las del modelo (CLM). Por lo tanto, el uso del RPLM mejora la bondad de ajuste.

3.5.2. Modelo logit de parámetros aleatorios con interacciones.

Aun y cuando el modelo RPL puede incorporar heterogeneidad al permitir que los parámetros del modelo varíen aleatoriamente entre los individuos (Train 1997; 1998), no puede explicar las fuentes de dicha heterogeneidad en las preferencias. En muchos casos, estas fuentes son las características de los individuos (Boxall y Adamowicz, 2002). Así, la heterogeneidad se puede incorporar mediante la adición de parámetros de interacción al RPLM. Interactuar características socioeconómicas individuales con los atributos de una milpa en las funciones de utilidad indirectas, permite que los parámetros de elección (las β 's) varíen entre los individuos de una manera sistemática en función de las características individuales. Sin embargo, este modelo tiene algunas limitaciones y complejidades. Breffle y Morey (2000) sugieren que se requiere una selección a priori de las interacciones, lo cual puede hacer que los resultados de tales modelos sean sensibles a la forma en que se modela esa interacción. Además, también advierten que puede haber problemas de multicolinealidad cuando se utilizan demasiadas interacciones.

Cuando se incluyen los términos de interacción con las características de los agricultores, la función de utilidad indirecta estimado se convierte en:

$$V_{ij} = \beta + \beta_1 Z_1 + \beta_2 Z_2 + \dots + \beta_n Z_n + \delta_1 S_1 + \delta_2 S_2 + \dots + \delta_m S_m \quad (11)$$

Donde, como antes, β es la ASC, n es el número de atributos de la milpa y Z es el vector de coeficientes que se une al vector de atributos. Con esta especificación, m es el número de interacciones o características socioeconómicas individuales de los productores agrícolas, δ_1 a

δm un vector de coeficientes unido al vector de términos de interacción (S). Como se mencionó en la sección 4.2.3, dado que las características socioeconómicas individuales de los productores agrícolas son constantes para cada agricultor, estas sólo entran como términos de interacción con los atributos de milpa para incorporar la heterogeneidad entre los agricultores.

3.5.3. Elección de Variables de Interacción

Con el fin de investigar las posibles fuentes de heterogeneidad (ecuación 11 arriba), once características específicas de agricultores fueron elegidas para ser interactuadas con tres atributos de una milpa. Estas se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Variables de Interacción seleccionadas

Age	Edad del productor agrícola
numperhog	Número de miembros de familia del productor agrícola
Off-farm:	Una variable <i>dummy</i> que indica si algún miembro de la familia del productor agrícola cuenta con un empleo no relacionado con las actividades agrícolas
Numcab	Número de cabezas de ganado
Supmaiz	Número de hectáreas asignadas al cultivo de maíz en Milpa
Masdeunavar	Una variable <i>dummy</i> que indica si el perfil de milpa propia del productor agrícola incluye más de una variedad de maíz
Reg prop:	Tipo de tenencia de la tierra
tractor	Una variable <i>dummy</i> que indica si el productor agrícola emplea el uso de tractor en la gestión de su milpa
Mezcla cult	Una variable <i>dummy</i> que indica si el perfil de milpa propia del productor agrícola incluye más de un cultivo
Apoyo	Una variable <i>dummy</i> que indica si el productor agrícola recibe apoyo gubernamental.
Sell:	Una variable <i>dummy</i> que indica si el productor agrícola vende al menos alguna proporción de su cosecha.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

"Age " es una variable que se presenta como una proxy de la experiencia de los productores agrícolas. Fue seleccionada como una variable de interacción ya que varios estudios han demostrado que los agricultores de mayor edad y más experimentados manejan niveles más altos de agro-diversidad , especialmente variedades criollas (ver por ejemplo, Meng , 1997; Van Dusen y Taylor , 2005; Smale , 2006; Birol , et al , 2006) . Asimismo, productores agrícolas de mayor edad no siempre tiene acceso a la fuerza de trabajo necesaria para gestionar algunos componentes de la agro-biodiversidad que son intensivos en manos de obra. Por último, dado que los agricultores más experimentados tienden a estar más arraigados a sus tradiciones y herencia cultural, se formula la hipótesis que los agricultores más experimentados estarían más dispuestos a cultivar maíz criollo y mantener el sistema de producción agrícola tradicional de la milpa.

"*Numperhog* " es una variable que representa el número de miembros del hogar de los productores agrícolas. El sistema de producción agrícola de milpa tiende a ser más intensivo en el uso mano de obra (y menos en el uso de insumos comprados) que un sistema de monocultivo comercial (Van Dusen , 2000). Además, el aumento de intensidad de trabajo se correlaciona positivamente con el nivel de diversidad, tanto inter como intra cultivo. Asimismo, dado que los miembros de un hogar agrícola son, de facto, la primera fuente de mano de obra. *a priori* se espera que contar un mayor número de miembros de familia afecte la probabilidad de que más miembros de la familia están involucrados en labores relacionadas con el cultivo de la milpa. Por lo tanto, la variable " *Numperhog* " se considerará como una interacción apropiada para explicar las fuentes de heterogeneidad en las preferencias de los agricultores para la agro-diversidad.

"Supmaiz" es una variable de interacción que representa el tamaño en hectáreas del terreno asignado para el cultivo de milpa. Existe evidencia de que el área de cultivo es uno de los



Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016

factores determinantes de la agro-biodiversidad, sin embargo, el efecto neto de esta variable es ambiguo. Por un lado, algunos estudios han demostrado que los hogares con milpa de mayor superficie tienden a producir mayores niveles de agro-biodiversidad debido a las condiciones agroecológicas heterogéneas de sus terrenos, que son favorables para gestionar una amplia gama de especies y variedades (ver, por ejemplo, Brush et al, 1992; Van Dusen, 2000)¹⁴. Por otro lado, el área de cultivo de una milpa puede considerarse como un indicador de la riqueza del agricultor, la cual es un factor que puede influir en las actitudes hacia la volatilidad de la producción y la incertidumbre relacionada con la actividad agrícola. Existe evidencia en la literatura que la aversión al riesgo, y por lo tanto la agro-biodiversidad que se encuentra en las granjas, disminuye conforme aumenta la riqueza de los productores agrícolas (Meng, 1997; Van Dusen, 2000). Adicionalmente, la superficie cultivada también puede influir en las preferencias por el uso de semillas criollas. Algunos estudios han mostrado una correlación positiva entre el área bajo cultivo y el uso de variedades de alto rendimiento de maíz. Los hogares que gestionan las parcelas más grandes muestran una preferencia por el abandono de algunos de los atributos tradiciones del sistema de sistema de milpa (la sustitución de las variedades criollas por de variedades de alto rendimiento) y la adopción de tecnología agrícola. (Birol, et al 2006)

Las variables "*Mezcla cul* " y "*Masdeunavar*" se incluyeron para diferenciar entre los agricultores que ya gestionan agro-diversidad de los los que no lo hacen, y reflejar el impacto de las preferencias de los hogares sobre los atributos de la milpa

"*Numcab*" es una variable que representa que tan importante es la actividad ganadera para los productores agrícolas encuestados. Esto puede reflejar si la actividad económica principal es la

¹⁴ En la introducción se discutió que uno de los beneficios a los agricultores reciben de la biodiversidad agrícola fue la difusión del riesgo para el rendimiento a través de una gestión de la cartera de cultivos . Un mayor nivel de riqueza disminuye la necesidad de aversión al riesgo y por lo tanto puede reducir la demanda de la agro-diversidad



Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016

producción agrícola o la ganadera, y por lo tanto puede afectar a las preferencias sobre los atributos de milpa.

Las últimas cuatro variables de interacción se incluyeron para representar restricciones que enfrentan los productores agrícolas. Varios estudios han encontrado que los hogares agrícolas que están más integradas en los mercados de alimentos y laboral, además de tener acceso a tecnología, gestionan niveles más bajos de agro-diversidad en sus terrenos (Brush et al ., 1992; Meng , 1997 ; . Smale et al , 2001; Van Dusen y Taylor , 2005; Smale , 2006; Birol et al , 2006). Por lo tanto, estas variables se seleccionaron como posibles fuentes y determinantes de heterogeneidad en las preferencias de los agricultores sobre agro- biodiversidad.

"*Regprop*" representa el tipo de tenencia de la tierra del productor. Los diferentes tipos de tenencia pueden restringir el conjunto de perfiles de gestión disponibles para el hogar agrícola y por lo tanto afectar a sus preferencias sobre los atributos de milpa.

"Tractor" es una variable que indica si un productor agrícola emplea el uso de un tractor en su gestión milpa y sirve para incorporar el acceso a tecnología. "

"Apoyo" es una variable binaria que indica si el productor agrícola es receptor de un apoyo gubernamental. El acceso a una fuente externa de ingresos agrícolas podría ser utilizado para adquirir los insumos agrícolas¹⁵ que pueden aumentar la rentabilidad de un cultivo en

¹⁵ Por ejemplo, la disponibilidad de pesticidas, fertilizantes y riego reduce el riesgo de producción y la necesidad de gestionar un conjunto diverso de variedades como medio de reducción de riesgos. En muchos casos, el uso de variedades modernas depende de la disponibilidad de los insumos porque una variedad de alto rendimiento podría requerir una alimentación alta y constante de nitrógeno que sólo puede ser proporcionada por fertilizante mineral.

particular y conducir a la producción de cultivos híbridos que son económicamente más atractivos tienden a ser menos biodiversos.

La última variable de interacción, "Venta" es una variable *dummy* que indica si el productor agrícola vende alguna porción de su producción. Los agricultores que se enfrentan a un acceso restringido a los mercados de alimentos tienen menos incentivos para producir excedentes porque no pueden venderlos. Si la producción está orientada principalmente hacia el consumo doméstico, la selección de variedades bajo gestión expresa las preferencias de consumo los hogares agrícolas¹⁶.

La ecuación ampliada del modelo logit de parámetros aleatorios que se estimó incluye las 33 interacciones entre 3 atributos de la milpa y las 11 variables arriba mencionadas (los niveles de estas se obtuvieron de las características de los de los agricultores). En forma expandida es:

$$\begin{aligned}
 V_{ij} = & \text{ASC} + \beta_1 (\text{CSD}) + \beta_2 (\text{MVD}) + \beta_3 (\text{Landrace}) + \beta_4 (\text{Yield}) + \alpha_1 (\text{csd} * \text{age}) + \alpha_2 (\text{MVD} * \text{age}) + \\
 & \alpha_3 (\text{Landrace} * \text{age}) + \alpha_4 ((\text{Landrace} * \text{sell}) + \alpha_5 (\text{csd} * \text{age}) + \alpha_6 (\text{MVD} * \text{numperhog}) + \\
 & \alpha_7 (\text{Landrace} * \text{numperhog}) + \alpha_8 (\text{MVD} * \text{sell}) + \alpha_9 (\text{csd} * \text{offfarm}) + \alpha_{10} (\text{MVD} * \text{offfarm}) + \\
 & \alpha_{11} (\text{Landrace} * \text{offfarm}) + \alpha_{12} (\text{csd} * \text{numcab}) + \alpha_{13} (\text{MVD} * \text{numcab}) \\
 & + \alpha_{14} (\text{Landrace} * \text{numcab}) + \alpha_{15} (\text{csd} * \text{supmaiz}) + \alpha_{16} (\text{MVD} * \text{supmaiz}) + \\
 & \alpha_{17} (\text{Landrace} * \text{supmaiz}) + \alpha_{18} (\text{csd} * \text{regproppar}) + \alpha_{19} (\text{MVD} * \text{regproppar}) + \alpha_{20} \\
 & (\text{Landrace} * \text{regproppar}) + \alpha_{21} (\text{csd} * \text{mezclacult}) + \alpha_{22} (\text{MVD} * \text{mezclacult}) \\
 & + \alpha_{23} (\text{Landrace} * \text{mezclacult}) + \alpha_{24} (\text{csd} * \text{masdeunavar}) + \alpha_{25} (\text{MVD} * \text{masdeunavar}) \\
 & + \alpha_{26} (\text{Landrace} * \text{masdeunavar}) + \alpha_{27} (\text{csd} * \text{tractor}) + \alpha_{28} (\text{MVD} * \text{tractor}) + \alpha_{29} (\text{Landrace} * \\
 & \text{tractor}) + \alpha_{30} (\text{csd} * \text{apoyo}) + \alpha_{31} (\text{MVD} * \text{apoyo}) + \alpha_{32} (\text{Landrace} * \text{apoyo}) + \alpha_{33} (\text{csd} * \text{sell})
 \end{aligned}
 \tag{12}$$

¹⁶ El productor agrícola trata de maximizar su utilidad mediante la elección de una mezcla de variedades que produce niveles óptimos en todas las características de las variables gestionadas de acuerdo con sus preferencias de consumo. Esta es una aplicación de la teoría del valor de Lancaster..

Los resultados de la estimación de la ecuación 12 para la muestra completa se reportan en la tablas 7. Sólo se presentan las estimaciones significativas.

Tabla 7 Estimaciones del modelo RPL con variables de interacción

Variable	Coeff. (s.e)	Coeff. S.d. (s.e.)
ASC	-3.2*** (0.637)	
CSD	0.816** (0.338)	0.545* (0.237)
MVD	-0.876** (0.392)	0.798** (0.289)
Landr	5.74*** (1.543)	1.51** (0.371)
Yield	0.89** (0.35)	
CSDtractor	0.6623735** (.308)	
CSDnumcab	-0.00546257** (.002)	
CSDmezclacult	4.221576*** (1.4015)	
CSDedad	-0.00517266* (.003)	
MVDmasdeunavar	1.21173*** (0.301)	
MVDnumcab	-0.00371799** (0.001)	
MVDmezclacult	2.081263** (0.781)	
MVDedad	0.02413413 * (0.0134)	
Landrtractor	-0.9283879 * (0.503)	
Landrmezclacult	0.4982327** (0.215)	
LANDRedad	1.566499* (0.878)	
observaciones	780	
Tamaño de la muestra	65	
ρ^2	0.271	
Log likelihood	-403.76	
significancia estadística para un nivel de confianza del *90%; **95%; ***99%		

Las primeras cinco filas (desde arriba) de la columna central (con la etiqueta Coef) muestran las medias para los coeficientes de la constante alternativa específica (ASC) y cada atributo de una milpa individual. Estos coeficientes miden el efecto principal que estas variables tienen sobre la probabilidad de que un perfil de milpa particular, sea elegido por un agricultor promedio. Además, como se mencionó en el principio de la sección 2.6.1, el modelo logit de parámetros aleatorios (RPL) incorpora a la heterogeneidad de las preferencias al permitir que los

coeficientes estimados varían de forma aleatoria entre todos los agricultores. La significancia estadística de esta variación es medida por los coeficientes de desviación estándar de los atributos, reportados en la columna de la derecha (con la etiqueta Coef . Š.D.). La desviación estándar solamente fue calculada para los atributos de agro-diversidad la milpa, y no para las variables de interacción. Los resultados y las interpretaciones de las variables de interacción serán proporcionados después de analizar los efectos principales.

Evaluación de los efectos principales de los atributos de una milpa.

El signo negativo del coeficiente de ASC implica que los hogares agrícolas están más inclinados a elegir la opción de exclusión (es decir, seguir gestionando su propio perfil de milpa) que cualquiera de las otras alternativas hipotéticas. Este es un resultado similar al encontrado en la estimación logit condicional reportado en la Tabla 4 .

El coeficiente para el atributo diversidad variedad de maíz (MVD) es negativo, lo que indica que la probabilidad de seleccionar un perfil de milpa particular, disminuye con el número de variedades de maíz que se cultivan en él. Además, el coeficiente de la desviación estándar para este atributo es significativo. Por lo tanto, los resultados muestran que hay evidencia estadística de que su coeficiente estimado varía al azar entre todos los agricultores y, por lo tanto, que la heterogeneidad entre las preferencias de los encuestados influye en sus decisiones de gestión sobre este atributo.

Los resultados para los atributos sobre diversidad de especies de cultivos (CSD) y uso de semilla criolla (*Landrace*) muestran un patrón distintivo y similar. Por un lado, sus coeficientes son positivos y significativos lo que indica que tanto el número de variedades de maíz y el tipo de semilla que se cultivan afecta a la probabilidad de seleccionar un perfil de milpa en particular (en otras palabras, estos atributos tienen un efecto sobre la utilidad del agricultor promedio).



**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

Además, ambos atributos presentan coeficientes de desviación estándar estadísticamente significativos (y relativamente grandes). Esto proporciona evidencia estadística que los coeficientes estimados para estos atributos varían entre los agricultores, lo que a su vez apoya la hipótesis de que la heterogeneidad en la muestra afecta a las preferencias sobre la diversidad del maíz y el uso de semilla criolla.

Por último, el efecto principal del atributo rendimiento es positivo, como se esperaba a priori, mostrando que los agricultores prefieren aquellos perfiles de milpa que proporcionan los niveles más altos de rendimiento. Vale la pena mencionar que la estimación de la desviación estándar para este atributo no se llevó a cabo ya que sólo se incluyó en el conjunto de elección como una variable monetaria proxy que se utilizará para estimar la valuación en la sección 2.7

Evaluación de las variables de interacción.

En la sección 2.6.2 se mencionó que el modelo RPL puede incorporar la heterogeneidad en las preferencias sobre los atributos de milpa. Sin embargo, este modelo no explica el origen de esta heterogeneidad que, como Boxall y Adamowicz (2002) sugieren, tiende a estar relacionada con las diferencias en las características sociales y económicas de los agricultores individuales. Por lo tanto, la heterogeneidad se puede incorporar mediante la interacción de las variables individuales con los atributos de milpa. Los coeficientes estadísticamente significativos se reportan en la columna central de la Tabla 7, de la fila 6 a la 16.

Los resultados muestran que la variable "edad" tiene un coeficiente estadísticamente significativo y positivo cuando se interactúa con el atributo de la diversidad de maíz y el tipo de semilla (*Landrace*). Esto implica que los agricultores de mayor edad tienen una mayor probabilidad de seleccionar un perfil de milpa que incluye variedades criollas de maíz y mayores niveles de diversidad del maíz. Además, el coeficiente de la variable "edad" cuando es



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

interactuado con el atributo de la diversidad de especies de cultivo (CSD) es negativo y estadísticamente significativo, lo que implica que los agricultores con mayor edad tienen una mayor probabilidad de elegir de perfiles de milpa con menores niveles de diversidad de cultivos. Estos resultados están en línea con las hipótesis a priori con respecto a esta variable de interacción que se expuso en la sección 4.6.3, y son similares a los encontrados en estudios previos que demuestran que los agricultores más viejos y experimentados son más propensos a gestionar variedades criollas, pero no necesariamente gestionan una mayor número de variedades de cultivos (por ejemplo, Meng, 1997; Van Dusen y Taylor, 2005; Smale, 2006; Birol et al, 2006).

Mezclacult es otra variable sugerida como posible fuente de heterogeneidad. Esta variable obtuvo un parámetro β positivo y significativo cuando fue interactuada con los tres atributos principales de agro-diversidad una milpa. Esto está en línea con la expectativa a priori que los agricultores que gestionan mayor diversidad de cultivos tienden a valorar más los tres componentes de agro-diversidad de una milpa.

Adicionalmente, de las cuatro variables de interacción sugeridos relacionados con las posibles restricciones que enfrentan los productores agrícolas solo una, "tractor", obtuvo un parámetro significativo. El coeficiente estimado para esta variable es negativo cuando se interactuó tanto con los atributos de variedad de maíz y tipo de semilla. Este efecto negativo indica que las familias que emplean a un tractor en el cultivo de milpa tienen, en promedio, una mayor probabilidad de elegir un perfil de milpa sin semillas criollas de maíz y con menor diversidad de cultivos. Este resultado es consistente con la expectativa a priori, así como con estudios previos que sugieren que los agricultores con acceso a tecnología gestionan niveles más bajos de agro-diversidad en sus terrenos (Brush et al., 1992; Meng, 1997; Smale et al., 2001; Van Dusen y Taylor, 2005; Smale, 2006; Birol et al, 2006).

Cabe señalar que ni "offfarm", "venta" ni "apoyo" obtuvieron parámetros significativos cuando se interactuaron con los atributos de milpa. Estas tres variables fueron elegidas para medir si el acceso a los mercados de alimentos y/o laboral, y a un apoyo gubernamental, afecta a la agrobiodiversidad de una milpa. Este efecto será más tarde explorado mediante el uso de estas variables para generar distintos perfiles de agricultores para generar las estimaciones de valoración.

4. Estimaciones de Valoración.

Como se ha mencionado antes, el modelo de experimento de elección proporciona estimaciones de parámetros de la función de utilidad indirecta. Por lo tanto, una vez obtenidas las estimaciones de los parámetros, la determinación de una medida teóricamente correcta de la valuación económica de un cambio en la cantidad o calidad de un bien es posible (Adamowicz, et al. en Bateman, 2000) Siguiendo a Freeman III (1993), Adamowicz, et al., (1999) y Bateman, et al. (2003) una forma de estimar la valuación es midiendo el cambio en el bienestar de un individuo como consecuencia de un cambio en la cantidad en cualquiera de los atributos de la milpa es la siguiente :

$$C = \mu^{-1} \ln \left\{ \frac{\sum_i \exp(V_i^1)}{\sum_i \exp(V_i^0)} \right\} \quad (13)$$

Donde C es el cambio en el bienestar, V^0 representa el nivel de utilidad del individuo en el estado inicial, y V^1 representa la utilidad del nuevo estado (después del cambio). El coeficiente μ representa la utilidad marginal del ingreso.

Para los dos primeros atributos (diversidad de especies de cultivos y diversidad del maíz) la medida de bienestar es el incremento mínimo en el rendimiento de un hogar agrícola está

dispuesto a aceptar por una variación en el nivel de los atributos mencionados generados por un cambio en el perfil de Milpa que gestionan, que representa al *status quo*. El nuevo estado se representa por el nivel de los atributos en un perfil de milpa de mono- cultivo¹⁷. Para el atributo tipo de semilla de maíz (*Landrace*), la medida de bienestar es el incremento mínimo en el rendimiento que un agricultor está dispuesto a aceptar para renunciar al uso de semillas de variedades criollas de maíz.

Para un modelo lineal de utilidad, como es el caso en el presente estudio, y siguiendo a Adamowicz et al. (1998), Bateman, et al. (2003), Bennett, et al. (2001), y Hanley, et al. (1998), se puede simplificar la fórmula anterior (13) a una conformada sólo por la relación de coeficientes, como se indica abajo en la ecuación 14.

$$C = \left(\frac{\beta_{attribute_i}}{\beta_{monetary_variable}} \right) \quad (14)$$

Donde $\beta_{attribute_i}$, es el coeficiente del atributo i-ésimo de una milpa y $\beta_{monetary_variable}$ es el coeficiente del atributo monetario *proxy*, el rendimiento¹⁸. Esta razón (ratio) es referida como el “precio implícito”, y muestra el equivalente “monetario” del cambio en el bienestar causado por un cambio en el nivel de cualquiera de los atributos. Cuando se incluyen las variables de interacción, la ecuación (14) se modifica de la siguiente manera:

¹⁷Smale, et al. (1999a) sostienen que la diversidad inter e intra - cultivo en la milpa se reduciría bajo un modelo neoclásico de la toma de decisiones, teniendo en cuenta que un agricultor sin restricciones y neutral al riesgo que maximiza beneficios elegiría gestionar el cultivo de la variedad con los rendimientos más altos por hectárea.

¹⁸ Como se mencionó anteriormente, el atributo “rendimiento” representa el aumento o la disminución en términos proporcionales de producción de maíz que los perfiles alternativos de milpa en relación con el perfil de milpa actual de un productor agrícola encuestado.



CONABIO

Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016

$$W = \left(\frac{\hat{\beta}_{attribute} + \delta_{attribute} \times S_1 \dots + \delta_{attribute} \times S_6}{\hat{\beta}_{monetaryattribute}} \right) \quad (15)$$

Donde las variables S_i a S_j representan las variables de interacción utilizadas para incorporar la heterogeneidad en las características sociales y económicas de los agricultores individuales. $\beta_{attribute_i}$ es el coeficiente del atributo i -ésimo de milpa (CSD , MVD y Landrace) y $\delta_{attribute_i}$ es el coeficiente de la variable respectiva siendo interactuado con el atributo i -ésimo¹⁹.

For the attribute with two levels (i.e., maize landrace) that entered the utility function as binary variables coded as 1 for “the *milpa* profile contains” and -1 for “the *milpa* profile does not contains”, equation 14 becomes (Hu *et al.*, 2004):

Para el atributo con dos niveles (uso de semilla de maíz criolla) que entró en la función de utilidad como variable binaria codificada como 1 para " el perfil de milpa contiene " y -1 para " el perfil de milpa no contiene " , se modifica a la ecuación 14 (Hu, et al., 2004) de la siguiente manera:

$$W = 2 \left(\frac{\beta_{attribute}}{\beta_{monetary\ variable}} \right) \quad (16)$$

Cuando se incluyen las variables de interacción, la ecuación 15 se convierte en:

$$W = 2 \left(\frac{\hat{\beta}_{attribute} + \delta_{attribute} \times S_1 \dots + \delta_{attribute} \times S_6}{\hat{\beta}_{monetaryattribute}} \right) \quad (17)$$

¹⁹ Por ejemplo, si $\beta_{attribute_i}$ representa el coeficiente de la diversidad de variedad de maíz, $\delta_{attribute_i} \times S_i$ sería el coeficiente de " edad" para la interacción respectiva con la diversidad del maíz, y S_i la edad del productor agrícola.



Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016

4.1. Resultados de valuación

Siguiendo a otros estudios (Adamowicz, Scarpa et al 2003a; Birol et al., 2006) se decidió calcular las estimaciones de valuación para los tres componentes de agro-diversidad de una milpa(CSD, MVD y Landrace) para un perfil de un productor agrícola promedio (que puede considerarse como una estimación de línea base) y también dividir la muestra en cuatro perfiles de agricultores de acuerdo a sus características socioeconómicas, para medir el impacto que las variables de interacción tienen sobre las estimaciones de valuación de los atributos de Milpa.

El primer perfil se etiqueta como "apoyo". Representa un productor agrícola promedio con acceso a un programa de asistencia gubernamental. El segundo perfil se denomina como "vendedor" y representa a productor agrícola promedio que vende al menos alguna proporción de su producción. El tercer perfil es "Ganadero" y caracteriza un productor agrícola que posee más de 5 cabezas de ganado. Por último, el quinto perfil es el "Masdeunavar" que representa a los productores agricultores que expresan sus preferencias sobre la diversidad de maíz al cultivar más de una variedad.

Los datos recabados sobre las características socioeconómicas de los productores que pertenecen a los diferentes perfiles se utilizaron para calcular el valor medio de las variables de interacción significativas para cada perfil y, en combinación con los coeficientes respectivos en las Tablas 7 se lograron calcular las ecuaciones 15 y 17. En la Tabla 8 se reportan los resultados.

Tabla 8. Valuación de los atributos de la Milpa (como % de cambio en rendimiento)

	Muestra completa	Perfil Apoyo	Perfil Vendedor	Perfil Ganadero	Perfil <i>Masdeunavar</i>
CSD	4.63	4.77	4.59	4.78	5.73
MVD	2.46	2.51	2.48	2.45	2.55
<i>Landrace</i>	17.92	17.99	17.49	17.61	18.61
Tamaño de muestra	80	41	64	44	37

Diversidad de Cultivos (CSD)

En general, la diversidad de especies de cultivos (CDS) es el componente de la agro-diversidad de la milpa con la segunda mayor valoración. Fue la única estimación de valoración que resulto en una diferencia no significativa entre los 4 perfiles diferentes. Esto podría reflejar que la inmensa mayoría de los agricultores en la muestra asignan la producción de la milpa para atender su seguridad alimentaria y, por lo tanto, mantienen el sistema de cultivos intercalado que caracteriza a la gestión tradicional de un sistema de milpa. Sin embargo, es posible encontrar algunas diferencias en la valoración de este atributo a través de los perfiles. Un resultado interesante, por ser un poco contrario a lo esperado a priori, es que el perfil " Ganadero " tiene una estimación de valoración mayor a la media para este atributo. La expectativa a priori era que este perfil de los agricultores valoraría menos la diversidad de cultivos de una milpa pues su acceso a otras fuentes de ingresos les haría menos dependientes de este atributo para satisfacer sus necesidades alimentarias.

Diversidad de variedades de Maíz (MVD).

MVD es el atributo con menores estimaciones de valoración (tanto en promedio como variación) a través de los perfiles. Esto no es del todo sorprendente, ya que por un lado, en la estimación del modelo RPL se obtuvo un parámetro negativo y significativo para el efecto principal de este atributo. Adicionalmente, una vez que las variables con interacción



**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

significativa, y la heterogeneidad de las preferencias, son incorporadas, la valoración estimada es pequeña pero positiva, para todos los perfiles. La valoración más alta es la del perfil "Masdeunavar" lo cual era esperado a priori pues los productores agrícolas que pertenecen a este perfil gestionan milpas con más de una variedad de maíz. El perfil con la menor valoración es "Ganadero" lo que sugiere que este no es un atributo muy valioso para los productores agrícolas que tienen actividades ganaderas.

En general, este atributo es, en promedio, el menos valorado por todos los agricultores de la muestra y, por lo tanto, es el componente menos importante de la agro-biodiversidad en la milpa.

Semilla Criolla (Landrace)

Semilla criolla (*landrace*) es, en promedio, el atributo más valorado por los agricultores a través de toda la muestra, con estimaciones de valoración que van de 17,49 % a 18,51). Además, los resultados siguen una distribución relativamente consistente ya que todos los perfiles tienen una valoración positiva y significativa del cultivo de una variedad de semilla de maíz criollo.

Las estimaciones de valoración de este atributo revelan otro patrón relevante. Los productores agrícolas con activos y/o los ingresos no relacionados con la actividad agrícola tienen una valoración levemente (pero estadísticamente significativa) inferior a la de los agricultores que no cuentan con estas fuentes de ingreso. Asimismo, los perfiles "Apoyo" y "Masdeunavar" muestran las mayores estimaciones de valoración para este atributo. Este resultado confirma la expectativa a priori que los agricultores que manejan milpas más diversas tienen un fuerte apego a la utilización de sus semillas tradicionales. Debido a que su producción está orientada principalmente hacia el consumo doméstico, es posible sugerir que son más dependientes y unidos a sus variedades criollas, que han sido seleccionadas, adaptadas y mejoradas de acuerdo a sus gustos, preferencias y necesidades.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

4.2. Conclusiones sobre las estimaciones de valoración

Los resultados reportados en la sección anterior muestran que el cultivo de la milpa es una importante actividad económica y cultural para los agricultores encuestados. Todos los perfiles requieren una compensación en rendimiento para aceptar reducir los niveles de agrobiodiversidad en sus milpas. Los atributos que exhibieron las valoraciones más altas fueron el tipo de semilla criolla ("Landrace") y la diversidad de cultivos ("CSD"). Estos resultados ponen de manifiesto el relevante papel de la milpa en la procuración de seguridad alimentaria de los agricultores de subsistencia y su continuo apego a las prácticas tradicionales de gestión de milpa que se caracterizan por el uso de una variedad criolla de maíz y el cultivo intercalado de diferentes variedades de cultivos. El atributo que exhibió los valores más bajos en todos los perfiles fue el de la diversidad de variedades de maíz (MVD). Este resultado no es totalmente inesperado, ya que el cultivo de diferentes variedades de maíz es costoso y particularmente intenso en términos de requerimientos de mano de obra y de preparación del terreno debido a las características de polinización cruzada del maíz.

Adicionalmente, los resultados también muestran que existen diferencias, pequeñas pero significativas, en las estimaciones de valuación de algunos de los atributos entre los diferentes perfiles de agricultores. Esto sugiere que la heterogeneidad en las características sociales y económicas de los productores agrícolas tiene un impacto significativo en las preferencias sobre los componentes de agro-biodiversidad de una milpa. A lo largo de la muestra, el perfil "Masdeunavar" es el que reporto mayor valoración para los tres atributos estudiados.

Sin embargo, los agricultores antes mencionados no serían necesariamente los receptores apropiados para iniciar un programa piloto de conservación *in situ*. Por un lado, serían la opción menos costosa, sin embargo, ellos ya están gestionando un mayor nivel de agrobiodiversidad por lo que podría ser sensible enfocarse en otro(s) perfil(es) de agricultores con el fin de obtener un



**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

mayor impacto marginal más en los niveles de agro-diversidad conservados. Los candidatos serían aquellos agricultores que pertenecen a los perfiles "Ganadero" y "Apoyo".

5 Resumen y Conclusiones Generales

El objetivo de este estudio fue caracterizar y medir las preferencias sobre los atributos de agro-diversidad de la milpa con el fin de obtener los valores implícitos que los agricultores derivan de la continua gestión de sus milpas.

Primero se dio una breve introducción del método de experimento de elección para evaluar las preferencias de los agricultores. Esto fue seguido por la descripción del diseño y la administración del experimento específico elegido para evaluar las preferencias sobre los componentes principales de la agro-diversidad que se encuentra en una milpa. Por último, se explicó la construcción de los diferentes modelos econométricos que se estimaron y sus resultados fueron evaluados.

En general, el modelo estimado mostró un buen desempeño econométrico con altos niveles de significancia, lo que sugiere que un experimento de elección es un método apropiado para evaluar las preferencias de los agricultores. Además, los resultados revelaron que el cultivo de la milpa es una importante actividad económica y cultural. Los agricultores encuestados muestran un apego a las prácticas tradicionales de gestión de la milpa que se caracterizan por el uso de una variedad criolla de maíz y una alta preferencia sobre diversidad de cultivos para su seguridad alimentaria. Por otra parte, los resultados muestran también diferencias significativas, aunque pequeñas, a través de los perfiles de agricultores en las estimaciones de valuación de algunos de los atributos. Esto sugiere que la heterogeneidad en las características sociales y económicas de los productores agrícolas tiene un impacto significativo sobre sus preferencias sobre agro-diversidad.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

Sin embargo, no todas las variables de interacción, que incorporan el impacto de la heterogeneidad, fueron significativas ni tuvieron los resultados esperados, lo que sugiere que existen otras fuentes de heterogeneidad que no se pudieron incluir en el modelo RPL. Por lo tanto, se sugiere aumentar el tamaño de la muestra con el fin de expandir el análisis de la heterogeneidad de las preferencias mediante un modelo de clase latente (LCM). Este modelo tiene en cuenta los datos de la comunidad y de los agricultores percepciones, actitudes y conocimientos para investigar su impacto en los agricultores ' demanda de la biodiversidad agrícola en sus milpas.

5.1. Implicaciones de política

5.1.1 Diseño de un programa agro-ambiental

Las principales conclusiones de este reporte ponen de manifiesto que los agricultores de subsistencia en las regiones muestreadas conservan, de facto, el sistema tradicional de la milpa y la agro-diversidad contenida en ella, en particular, los atributos tipo de semilla criolla ("Landrace") y la diversidad de cultivos ("CSD"). Mientras este sea el caso, los costos de oportunidad de mantener la agro-diversidad en estas comunidades y regiones se mantendrán bajos. Sin embargo, existe la necesidad de programas públicos para prevenir la desaparición de la alta agro-diversidad de la milpa. La manera más factible de apoyar la continua gestión de este sistema tradicional de producción agrícola, y la conservación de la diversidad agrícola es bajo un programa de la CONABIO, que podría ser estructurado en torno a un esquema de pago por servicios ambientales (PSA) el cual proporcionaría apoyo a aquellos agricultores que mantienen el sistema tradicional de cultivo de milpa. Otra opción menos inmediata implicaría el desarrollo de nichos de mercado para los productos de la milpa que se abordará en la sección 5.1.2.

Está más allá del alcance de este reporte sugerir un esquema específico de PSA. Sin embargo, hay evidencia de casos exitosos en los países latinoamericanos que podrían proporcionar una



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

plantilla (S. Wunder, 2005). Por otra parte, ya existe en México un programa para el diseño e implementación de esquemas de PSA para la silvicultura, la hidrología y la captura de carbono, que también podría ser adaptados para incluir los beneficios de la conservación de la agrobiodiversidad (INE, 2008).

Una consideración importante relacionada con el diseño de un esquema PSA es tener un objetivo claro. ¿Qué es lo que quiere obtener? Un aumento en la diversidad, medida por el índice de riqueza, un aumento en el área asignada al sistema de producción tradicional de milpa sin considerar los niveles específicos de diversidad, o ambos.

Otra discusión importante está relacionada con la identificación de los agricultores para incluir en dichos programas. Mediante el análisis de las preferencias de 80 agricultores en las de Chiapas, este proyecto ha identificado las características de los tomadores de decisiones que derivan los más altos valores privados por cultivar de sus milpas y gestionar los niveles de agrobiodiversidad. Estas características deben de ser consideradas en el diseño de programas o políticas para conservar o incrementar el nivel de agrobiodiversidad, y otros atributos, de las milpas mexicanas. En general, la teoría económica predice que los productores agrícolas que perciben los valores más altos necesitarían los menos apoyo para continuar su gestión (Meng, 1997; Smale et al 2008) Estos agricultores forman un perfil de "menor costo" y son generalmente considerados como los candidatos más propicios para recibir apoyo para la conservación (Brown, 1991). Sin embargo, esto puede generar un menor impacto marginal al que se podría obtener si la atención se centra en aquellos que valoran los atributos de la positivamente, pero a un menor nivel,, ya que estos son más propensos a abandonar el sistema tradicional de milpa. Si es posible incentivar a estos agricultores para mantener y aumentar el cultivo de milpa, el impacto marginal del programa podría ser aún mayor.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

5.1.2. Desarrollo de mercados “nicho” para los productos de la milpa.

Una forma adicional para proporcionar incentivos a la conservación de la gestión tradicional de la milpa es el uso de instrumentos basados en el mercado (IBMs). Por lo general estos son menos costosos que los programas de conservación financiados con fondos públicos (Smale, 2001b). El alto valor nutricional y cualidades de cocción superior de las variedades criollas y los alimentos orgánicos, pueden servir como base para el desarrollo de mercados “nicho” (Mar, 2002). Los agricultores tendrían un incentivo económico para cultivar variedades criollas y / o producir de orgánica, si los consumidores urbanos en México o en otros lugares están dispuestos a pagar una prima por estos productos por contener atributos deseables exclusivos (véase, por ejemplo Cuéllar, 2004). Para crear incentivos basados en instrumentos de mercado para el mantenimiento del cultivo de variedades criollas y/o para la producción con métodos orgánicos, se tendría que desarrollar nuevas normas y leyes para la certificación de productos agrícolas “criollos” de alta calidad (Blend y van Ravenswaay, 1999). Un sistema de etiquetado/certificación también puede ayudar a educar a los consumidores acerca de la diversidad agrícola y el patrimonio cultural inherente al el sistema tradicional de la milpa, lo que puede modificar sus preferencias y comportamiento de consumo (Teisl et al., 1999). Adicionalmente, para tomar decisiones que maximizan su utilidad, los consumidores deben tener acceso a toda la información relevante. Los programas de etiquetado/certificación, por tanto, pueden ofrecer esta información (Wessells, et al., 1999).

Sin embargo, en general estos instrumentos toman el tiempo para generar impacto y por lo que el gobierno también tiene que invertir en el desarrollo de la infraestructura de apoyo a la formación de mercados #nicho. Considerando el nivel de desarrollo de las comunidades que podrían suministrar tales productos, los mecanismos basados en el mercado pueden ser costosos y requerir tiempo para implementarse exitosamente. Además, este tipo de incentivos pueden inducir a que agricultores se enfoquen exclusivamente en la producción de unas pocas



**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

variedades de cultivos criollas, lo que podría reducir la diversidad en el sistema de milpa. Un esquema que mezcle subsidios a la conservación con otros instrumentos basados en el mercado podría ser preferible.

Bibliografía

1. Adamowicz, V., J. Louviere and M. Williams. 1994. 'Combining Stated and Revealed Preference Methods for Valuing Environmental Amenities', *Journal of Environmental Economics and Management*. Vol. 26, pp. 271-292.
2. Altieri M. and L. Merrick. 1988. "Agroecology and *In situ* conservation of native crop diversity in the Third World", in Wilson E.O. (Ed.) *Biodiversity*, National Academy Press, Washington D.C.
3. Bateman, I.J., Carson, R.T., Day, B., Hanemann, W.M., Hanley, N., Hett, T., Jones-Lee, M., Loomes, G., Mourato, S., Ozdemiroglu, E., Pearce, D.W., Sugden, R. and Swanson, S. 2003. "Guidelines for the Use of Stated Preference Techniques for the Valuation of Preferences for Non-market Goods", Edward Elgar, Cheltenham
4. Bellon, M.R., Pham, J.L. and M.T. Jackson. 1997. "Genetic conservation: a role for rice farmers", in Maxted, N., B.V. Ford-Lloyd and J.G. Hawkes (Eds.) *Plant Genetic Conservation: The In situ Approach*. Chapman and Hall, London, pp. 263-289
5. Bellon, M. R., Berthaud, J. 2006. "Traditional Mexican agricultural systems and the potential impacts of transgenic varieties on maize diversity" *Agriculture and Human Values* 23: 3-14
6. Bellon, M.R. and J. Berthaud (2004), 'Transgenic maize and the evolution of landrace diversity in Mexico: the importance of farmers', *Plant Physiology* **134**: 883–888.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

7. Bellon, M.R. and S.B. Brush (1994), 'Keepers of maize in Chiapas, Mexico', *Economic Botany* **48**: 196–209.
8. Bellon, M.R. *et al.*, 1998. "Farmers' perceptions of varietal diversity: implications for on farm conservation of rice", in Smale, M (Eds). 1998. *Farmers, Gene Banks and Crop Breeding: Economic Analyses of Diversity in Wheat, Maize and Rice*, Kluwer Academic Press, Boston and CIMMYT, Mexico City, pp. 95-108.
9. Bellon, M.R., and E. Taylor. 1993. "Folk Soil Taxonomy and the Partial Adoption of New Seed Varieties" *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 41, No. 4, pp. 763-786.
10. Birol, E., M. Smale and Á. Gyovai (2006), 'Using a choice experiment to estimate farmers' valuation of agricultural biodiversity on Hungarian small farms', *Environmental and Resource Economics* 34(4): 439–469.
11. Boxall, P.C. and W.L.Adamowicz (2002), 'Understanding heterogeneous preferences in random utility models: a latent class approach', *Environmental and Resource Economics* 23: 421–446.
12. Brookfield, H. and M. Stocking. 1999. "Agrodiversity: definition, description and design", *Global Environmental Change*, Vol. 9, pp. 77-80.
13. Brush, S., E. Taylor, and M. Bellon. 1992. "Technology Adoption and Biological Diversity in Andean Potato Agriculture", *Journal of Development Economics*, Vol. 39, No. 2, pp. 365-387.
14. Brush, S. 1986. "Genetic diversity and conservation in traditional farming systems", *Journal of Ethnobiology*, Vol. 6, pp. 151-167



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

15. Commission for Environmental Cooperation of North America (CEC). 2004. "Maize and biodiversity: The effects of transgenic maize in Mexico. Key findings and recommendations." Secretariat article 13 report. Accessed on November 10, 2004, http://www.cec.org/files/PDF//Maize-and-Biodiversity_en.pdf.
16. Drucker A.G., V. Gomez and S. Anderson. 2001. "The economic valuation of farm animal genetic resources: a survey of available methods", *Ecological Economics*, Vol. 36, pp.1-18.
17. Esteva G. and Marielle C., (coord.), 2003; "Sin maiz no hay país", Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (Culturas Populares de México), México
18. FAO. 1999. "Multifunctional Character of Agriculture and Land", Conference Background Paper No. 1, Maastricht.
19. Fowler, C. and T. Hodgkin (2004), 'Plant genetic resources for food and agriculture: assessing global availability', *Annual Review of Environmental Resources* **29**: 1–37.
20. Greene, W.H. (1997), *Econometric Analysis*, Third Edition, New York: Prentice Hall.
21. Hanley, N., R.E. Wright and W.L. Adamowicz. 1998a. "Using Choice Experiments to Value the Environmental", *Environmental and Resource Economics*, Vol.11, No. 3-4, pp.413-428.
22. Harlan, J.R. (1992), *Crops and Man*, Madison, WI: American Soc. Agronomy.
23. Hernandez, X.E. 1989. "Maize and the greater southwest", *Economic Botany*, Vol.39, pp. 416-430.
24. Hu, W., A. H. unnemeyer, M. Veeman, W.L. Adamowicz, and L. Srivastava (2004), 'Trading off health, environmental and genetic modification attributes in food', *European Review of Agricultural Economics* **31**: 389–408.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

25. Jackson, M.T. 1995. "Protecting the Heritage of Rice Biodiversity", *Geojournal*, Vol.35, pp. 267-74.
26. Kontoleon, A. and M. Yabe (2006), 'Market segmentation analysis of preferences for GM derived animal foods in the UK', *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization* : Article 8, Accessed online, July 2007 at <http://www.bepress.com/jafio/vol4/iss1/art8>
27. Lancaster, K. (1966), 'A new approach to consumer theory', *Journal of Political Economy* **74**: 132–157.
28. Luce, D. (1959), *Individual Choice Behaviour*, New York: John Wiley.
29. McFadden, D. (1974), 'Conditional logit analysis of qualitative choice behaviour', in P. Zarembka (ed.), *Frontiers in Econometrics*, New York: Academic Press.
30. Naeem, S., L.J. Thompson, S.P. Lawler, J.H. Lawton and R.M. Woodfin. 1995. "Empirical evidence that declining species diversity may alter the performance of terrestrial ecosystems", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B* 347, pp. 249-262.
31. Pearce D.W. and D. Moran. 2001. "Handbook on the applied valuation of biological diversity", Report prepared for Environment Directorate, OECD, Paris.
32. Perales R.H., S.B. Brush, and C.O. Qualset. 1998. "Agronomic and economic competitiveness of maize landraces and in situ conservation in Mexico", in Smale, M. (Ed.), *Farmers, Gene Banks and Crop Breeding: Economic Analyses of Diversity in Wheat, Maize, and Rice*, Kluwer Academic Press, Boston and CIMMYT, Mexico City, pp. 109-126.
33. Ruto, E. (2005), 'Valuing animal genetic resources: a choice modelling application to indigenous cattle in Kenya', Paper presented at the Seventh Annual BIOECON Conference Economics and the Analysis of Biology and Biodiversity, 20–21 September 2005, Kings College, Cambridge.



**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

34. Scarpa, R., A. Drucker, S. Anderson, N. Ferraes-Ehuan, V. Gomez, C. R. Risopatron, and O. Rubio-Leonel (2003a), 'Valuing animal genetic resources in peasant economies: the case of the Box Keken Creole Pig in Yucatan', *Ecological Economics* **45**: 427–443.
35. Smale, M., R.E. Just and H.D. Leathers. 1994. "Land Allocation in HYV Adoption Models: An Investigation of Alternative Explanations", *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 76, pp. 535-546.
36. Smale, M., R.M. Bellon, and J.A. Aguirre Gomez (2001b), 'Maize diversity, variety attributes, and farmers' choices in Southeastern Guanajuato, Mexico', *Economic Development and Cultural Change* **50**: 201–225.
37. Smale, M. and D. Jarvis. 2002. "Definitions and context", in Smale, M. I. Már and D.I. Jarvis (Eds.) *The Economics of Conserving Agricultural Biodiversity on-Farm: Research methods developed from IPGRI's Global Project 'Strengthening the Scientific Basis of In Situ Conservation of Agricultural Biodiversity'*, International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
38. Smale, M. I. Már and D.I. Jarvis (Eds.). 2002. *The Economics of Conserving Agricultural Biodiversity on-Farm: Research methods developed from IPGRI's Global Project 'Strengthening the Scientific Basis of In Situ Conservation of Agricultural Biodiversity'*, International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
39. Smale, M., M. Bellon and P. Pingali, 1998. "Farmers, gene banks and crop breeding: Introduction and overview", in Smale M. (Ed.) *Farmers, gene banks and crop breeding: Economic analyses of diversity in wheat, maize, and rice*, Kluwer Academic Press, Boston and CIMMYT, Mexico City.
40. Swanson, T. and T. Goeschl. 2000. "Property Rights issues involving plant genetic resources: implications of ownership for economic efficiency", *Ecological Economics* Vol. 32, pp. 75-92.



CONABIO

**Proyecto piloto para la valoración in situ de la agrobiodiversidad en la milpa en los corredores biológicos de Chiapas, México
FB000/OE002/16, CGCRB/FIBA-PROFORCO/013/2016**

41. Swanson, T. 1997. *Global Action for Biodiversity*, EarthScan, London.
42. Tilman, D. and J.A. Downing, 1994. "Biodiversity and stability in grasslands", *Nature*, Vol. 367, pp. 363-365.
43. VanDusen, M.E. and J.E. Taylor (2005), 'Missing markets and crop diversity: evidence from Mexico', *Environment and Development Economics* **10**: 513–531.
44. Wedel, M. and W. Kamakura (2000), *Market Segmentation: Conceptual and Methodological Foundations*, Boston: Kluwer Academic Publishers