



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DIVISIÓN DE CIENCIAS ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS

VALORACIÓN ECONÓMICA PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE
LA CUENCA LAGUNA DE TECOCOMULCO, HIDALGO

TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS

PRESENTA:
MARÍA DE JESÚS RAMOS ÁLVAREZ

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO; JUNIO DE 2015.




DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES




**VALORACIÓN ECONÓMICA PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE
LA CUENCA LAGUNA DE TECOCOMULCO, HIDALGO**

Tesis realizada por la C. María de Jesús Ramos Álvarez, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN ECONOMÍA AGRÍCOLA Y DE LOS RECURSOS
NATURALES

DIRECTOR: 
DR. JUAN HERNÁNDEZ ORTIZ

ASESOR: 
DRA. BERTHA SOFÍA LARQUÉ SAAVEDRA

ASESOR: 
DR. MARCOS PORTILLO VÁZQUEZ

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en particular a la División de Ciencias Económico-Administrativa (DICEA) por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico otorgado en la realización de mis estudios de maestría.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), por el apoyo en la realización de ésta investigación.

Al Dr. Juan Hernández Ortiz, por su apoyo, sugerencias y correcciones en el presente trabajo.

A la Dra. Bertha Sofía Larqué Saavedra, por su valiosa aportación en la realización del análisis, sugerencias y correcciones.

Al Dr. Marcos Portillo Vázquez, por ser parte del comité asesor y revisor de esta investigación.

Al Dr. Germán Higuera, por sus asesorías en la especificación del modelo econométrico.

Al M.C. Zenón Hernández Álvarez por sus asesorías, sugerencias y sobre todo por su paciencia y tiempo dedicado para este trabajo.

DATOS BIOGRÁFICOS

Nombre: María de Jesús Ramos Álvarez.

Correo electrónico: mariramos_al@hotmail.com

María de Jesús Ramos Álvarez, nació en el municipio de Pichucalco, Chiapas, el 02 de enero de 1985. En el año 2002, ingresó a la Universidad Autónoma Chapingo para cursar la preparatoria agrícola. Del 2005 al 2009 realizó la carrera de Licenciado en Economía Agrícola en la División de Ciencias Económico-Administrativa (DICEA) de la misma institución educativa.

Trabajó como analista de crédito del 2010 al 2012 en la Cooperativa de ahorro y préstamo UNCOFIR DE VILLA DEL CARBON S.C. DE R.L. DE C.V., Estado de México. Un año más tarde ingresó como estudiante de maestría en el programa de Maestría en Ciencias en Economía Agrícola y de los Recursos Naturales.

VALORACIÓN ECONÓMICA PARA LA CONSERVACIÓN DEL BOSQUE DE LA CUENCA LAGUNA DE TECOCOMULCO, HIDALGO

ECONOMIC VALUATION FOR CONSERVATION OF THE FOREST OF THE WATERSHED LAGOON TECOCOMULCO, HIDALGO

María de Jesús Ramos Álvarez¹,
Juan Hernández Ortiz².

RESUMEN

En el presente estudio se realizó una valoración económica aplicando el método de valoración contingente para la conservación del bosque de la cuenca laguna de Tecocomulco. Se eligió como caso de estudio los municipios de Almoloya, Apan y Tepeapulco. Se aplicaron 266 cuestionarios determinado por muestreo simple aleatorio y muestreo proporcional.

Los resultados muestran que la DAP promedio fue de \$13.33 mensual por persona obtenido mediante el modelo logit binomial, el valor económico para la conservación del bosque se estimó en \$539,111.41 mensual. El 65% de los encuestados están dispuestos a pagar para conservar el bosque. El 85% conocen los beneficios que provee el bosque y el 88% están conscientes del deterioro ambiental que existe en la cuenca. Las variables que resultaron estadísticamente significativas con un nivel de confiabilidad del 95%, en la determinación de la DAP son: edad, educación, género y conocimiento sobre los beneficios del bosque.

Palabras clave: Valoración económica, método de valoración contingente, disposición a pagar, regresión logística.

ABSTRACT

In the present study, an economic valuation was realized by using the contingent valuation method. This was done to aid the conservation of the forest of the watershed lagoon of Tecocomulco. The municipalities of Almoloya, Apan and Tepeapulco were chosen as a case study. 266 questionnaires were applied, determined by simple random sampling and proportional sampling.

The results show that the WTP average was \$13.33 monthly per person. This result was obtained by the binomial logit model. The economic value for the conservation of the forest was estimated at \$539111.41 monthly. 65% of the respondent are willing to pay to preserve the forest, 85% know of the benefits by forests and 88% are aware of the environmental degradation that exists in the watershed. The variables that were statistically significant at a confidence level of 95% in the determination of the WTP are: age, education, gender and knowledge about the benefits of forest.

Key words: economic valuation, contingent valuation method, willingness to pay, logistic regression.

¹ Tesista.

² Director.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.	Planteamiento del Problema	2
1.2.	Justificación.....	3
1.3.	Objetivos	6
1.3.1.	Objetivo general.....	6
1.3.2.	Objetivos específicos	6
1.4.	Hipótesis.....	6
1.4.1.	Hipótesis general	6
1.4.2.	Hipótesis particulares.....	7
II.	MARCO DE REFERENCIA	8
2.1.	Descripción del área de estudio	8
2.1.1.	Localización del área de estudio.....	8
2.1.2.	Características generales de la cuenca de Tecocomulco.....	9
2.1.3.	Características socioeconómicas	14
	Población total.....	14
	Educación	16
2.1.4.	Principales actividades económicas de la región de estudio	18
	Sector primario.....	18
	Sector comercio e industria.....	26
III.	REVISION DE LITERATURA	27
IV.	MARCO TEÓRICO	32
4.1.	Economía ambiental.....	32
4.2.	Teoría de las preferencias.....	34
4.2.1.	Teoría del consumidor	34
4.2.1.1.	Las Preferencias	35
4.2.1.2.	Medición de los cambios de bienestar individual	36
4.2.1.2.1.	El problema del consumidor.....	36

4.2.1.2.2. Medidas del cambio del bienestar.....	38
Medidas hickisianas.....	38
Medidas marshalliana.....	39
4.3. Externalidades.....	41
4.4. Valoración económica del medio ambiente.....	42
4.4.1. Definición de bienes y servicios ambientales.....	42
4.4.2. Importancia de la valoración económica.....	44
4.4.3. Concepto económico de valor.....	45
4.4.4. Valor económico total.....	45
4.5. Métodos de valoración económica.....	47
4.5.1. Métodos de valoración indirecta.....	48
4.5.1.1. Método del coste del viaje (MCV).....	48
4.5.1.2 Precios Hedónicos.....	48
4.5.2. Métodos de valoración directa.....	49
4.5.2.1. Método de valoración contingente (MVC).....	49
Diseño de la encuesta.....	50
La DAP o DAC.....	51
Principales sesgos.....	52
Estructura del modelo de elección discreta.....	53
Media, mediana como medida de bienestar.....	57
Modelo econométrico.....	60
V. METODOLOGÍA.....	63
5.1. Tamaño de la muestra.....	63
5.2. Diseño y aplicación del cuestionario.....	64
5.3. Modelación econométrica.....	66
5.3.1. Modelo tradicional.....	66
5.3.1.1. Cálculo para la estimación de la media o mediada de la DAP ...	68
5.3.2. Modelo restringido.....	69
5.3.2.1. Estimación de la media de la DAP en el modelo restringido.....	70
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	72

6.1. Análisis descriptivo de las encuestas	72
6.1.2. Caracterización de la población en la región de estudios.....	72
6.1.2.1. Variables socioeconómicas	72
Población	72
Educación	73
Ingreso	74
Ocupación.....	75
6.1.2.2. Variable de percepción ambiental.....	76
Nivel deterioro	77
Actores principales en el cuidado del medio ambiente	79
6.1.2.3. Variable de conocimiento sobre los beneficios de los bosques .	79
6.1.2.4. Disponibilidad a pagar	82
Motivos asociados a las respuestas de protesta.....	83
6.1.2.5. Administración y vías de pago	85
Administración del recurso.....	85
Vía de pago.....	86
6.2. Análisis econométrico.....	86
6.2.1 Resultados del modelo logit tradicional	86
6.2.2 Modelo logit restringido.....	88
6.2.2.1. Estadísticas descriptivas del modelo logit restringido	88
6.2.2.2. Análisis de la regresión logística	89
Ajuste del modelo	89
Pruebas de hipótesis individuales e Interpretación de coeficientes	93
Efectos marginales de las variables.....	96
Estimación de la DAP	97
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	104
Anexo 1. Salida del modelo logit tradicional	110
Anexo 2. Estimación de la DAP.....	113
Anexo 3. Modelo logit restringido	113
Anexo 4. Estimación de la DAP, modelo restringido	116

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Superficies de uso del suelo (hectáreas).	12
Cuadro 2. Superficie del uso del suelo dentro de la cuenca (hectáreas).	13
Cuadro 3. Población de los municipios de la región de estudio, 2010.	14
Cuadro 4. Población económicamente activa, 2010.	15
Cuadro 5. Población que vive dentro de los límites de la cuenca, 2010.	16
Cuadro 6. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010.	17
Cuadro 7. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010.	17
Cuadro 8. Cultivos sembrados en la región de estudio, 2013.	19
Cuadro 9. Superficie sembrada y volumen de producción de avena forrajera por municipio.	21
Cuadro 10. Superficie sembrada y volumen de producción de cebada grano. .	21
Cuadro 11. Valor de la producción de cebada grano.	22
Cuadro 12. Producción y valor de la producción de bovinos.	23
Cuadro 13. Producción y valor de la producción de ovinos.	23
Cuadro 14. Producción y valor de la producción de porcinos.	24
Cuadro 15. Producción y valor de la producción de aves.	24
Cuadro 16. Producción y valor de la producción de caprinos.	25
Cuadro 17. Producción y valor de la producción de guajolote.	25
Cuadro 18. Relación de la variación compensada y equivalente en un cambio en el precio.	39
Cuadro 19. Funciones de utilidad.	56
Cuadro 20. Descripción de las variables empleada en el modelo propuesto.	67
Cuadro 21. Género de la población encuestada por municipio.	72
Cuadro 22. Escolaridad de la población.	74

Cuadro 23. Escolaridad de la población por municipio.	74
Cuadro 24. Elemento y nivel deterioro.	78
Cuadro 25. Principales rubros y contribución en el bienestar familiar.	80
Cuadro 26. Frecuencia de las respuestas de la disposición a pagar.	82
Cuadro 27. Parámetros obtenidos para el modelo econométrico.	87
Cuadro 28. Estimación de la dap.	88
Cuadro 29. Estadísticas descriptivas.	89
Cuadro 30. Estimación de parámetros.	90
Cuadro 31. Predicciones para el modelo.	91
Cuadro 32. Análisis de las predicciones del modelo (con base en umbral=0.5000).	93
Cuadro 33. Parámetros obtenidos para el modelo econométrico.	94
Cuadro 34. Efectos marginales.	97
Cuadro 35. Estimación de la dap.	98
Cuadro 36. Estimación del valor económico del bosque con la media.	98
Cuadro 37. Estimación del valor económico del bosque con la mediana.	99
Cuadro 38. Comparación entre pérdidas en la producción de cebada y el valor económico del bosque.	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca.	9
Figura 2. Producción de principales cultivos de la región de estudio.....	20
Figura 3. Principales cultivos por valor de la producción.	22
Figura 4. Problema de maximización de la utilidad del consumidor.....	37
Figura 5. Excedente del consumidor.....	40
Figura 6. Cambio en el excedente del consumidor.	41
Figura 7. Edad de la población por rango.	73
Figura 8. Frecuencia del ingreso.....	75
Figura 9. Principales actividades de la población encuestada.	76
Figura 10. Percepción ambiental.	76
Figura 11. Problemas ambientales en la región.....	77
Figura 12. Actores responsables del cuidado del medio ambiente.	79
Figura 13. Contribución en el bienestar familiar.....	81
Figura 14. Disponibilidad a pagar por municipio.	83
Figura 15. Motivos asociados a las respuestas de protesta.	84
Figura 16. Administración del monto de pago.....	85
Figura 17. Vía de pago.	86

I. INTRODUCCIÓN

Las actividades que impulsan el desarrollo de la sociedad ejercen una fuerte presión sobre los ecosistemas forestales y, afectando a las especies que los integran, su estructura y la persistencia y calidad de los servicios ambientales que brindan. En varias zonas del país se está dando el cambio de zonas agrícolas por zonas urbanas, provocando la disminución de los servicios ambientales de los terrenos agrícolas. Lo mismo sucede con la práctica de una agricultura intensiva. El cambio de uso del suelo, la sobreexplotación e uso ilegal de los recursos naturales, los incendios forestales son los principales factores de amenaza de los ecosistemas.

De acuerdo a un informe de SEMARNAT, entre 1993 y 2002, México perdió cerca de 2.5 millones de hectáreas de bosques, 837 mil de matorrales xerófilos, 836 mil de selvas y 95 mil hectáreas de humedales. El país conserva sin perturbación menos de 20% de sus selvas, 47% de sus bosques, 70% de sus matorrales y 34% de pastizales. Los bosques y selvas, constituyen uno de los focos de atención en las últimas décadas, con la pérdida de las superficies arboladas, además de los daños directos que se ocasionan a las especies de animales y vegetales que habitan en el ecosistema, también se eliminan los servicios ambientales.

En México las altas tasas de deforestación de los bosques han ocasionado pérdidas de los servicios ambientales a nivel de cuenca. La importancia radica en los servicios que presta a la población como son: prevención de inundaciones, captación de agua, así como la conservación de los suelos, la regulación del clima regional y la reducción del azolve de los cauces de los ríos, etc.

En la parte centro del país existe una mayor demanda de agua ocasionado por el crecimiento poblacional, por ello la relación entre bosque y cuenca hidrológica, cobra mayor importancia, en donde los proveedores del servicio ambiental hidrológico son propietarios del bosque de la cuenca alta y los usuarios o beneficiarios del servicio generados del bosque son los habitantes de cuenca baja. Dada la problemática que existe en México con los recursos naturales, se planteó la siguiente investigación con el objetivo de estimar el valor económico para la conservación del bosque de la laguna de Tecocomulco, Hidalgo.

1.1. Planteamiento del Problema

En la parte alta y media de la cuenca de la laguna de Tecocomulco presenta problemas de deforestación como consecuencia de la tala de bosque para madera o leña y/o por incendios forestales, además del cambio del uso de suelo para actividades agrícolas y pecuarias. Estos factores incrementan el escurrimiento superficial provocando pérdida de cobertura vegetal, arrastre de sedimentos llevándose la materia orgánica y la fertilidad del suelo.

En la parte baja de la cuenca se identifica problemas de azolvamiento de los causes de la laguna provocando inundaciones de los cultivos agrícolas y con ello pérdidas en la producción, según Martínez (2011) el aporte de sedimentos que llegan a la laguna cada año es de 248,000 toneladas.

Existe mal manejo de los recursos del bosque lo cual afecta a los habitantes de la región, dada esta situación se planteó determinar la DAP por parte de los beneficiarios del bosque para la conservación y mejora de la calidad ambiental. Con ello se pretende crear un sentido de conservación y recuperación del bosque.

1.2. Justificación

Desde el punto de vista económico, una cuenca hidrográfica provee a la sociedad diversos bienes y servicios comercializables y no comercializables. Entre los comercializables se encuentra principalmente el agua que sirve como base de sistemas de producción local de las personas que viven dentro del límite de la cuenca. Los no comercializables también conocido como servicios ambientales, se pueden distinguir los siguientes: función de regulación de flujos de agua, tanto en temporada de sequía como el control de inundaciones; mantenimiento de la calidad del agua (control de sedimentos en las partes medias y bajas de la cuenca y control de salinidad); control de erosión; salinización del suelo (relación agua/salinidad); mantenimiento de hábitats acuáticos. Los bosques están asociados con una gama de servicios prestados a nivel de cuencas (Landell-Mills y Porras, 2002).

Las cuencas hidrológicas se consideran como la unidad básica de planeación para la protección, restauración y fomento de los bosques y el manejo del recurso agua. La FAO (1992), la define como una unidad físico-biológica y también como unidad socio-política y económica para la planificación y ordenación de los recursos naturales.

Los bosques y el agua se consideran un binomio inseparable, donde la vegetación juega un papel fundamental en la captación de agua de lluvia, regular los escurrimientos, controlar inundaciones, además de ayudar a la recarga de manto acuíferos. Los bosques representan un factor potencial para el desarrollo económico y social de las áreas rurales, si son explotados bajo normas técnicas. De acuerdo al Sistema Integral de Información del Estado de Hidalgo (SIIEH), se tiene una tasa anual creciente de pérdida y degradación de los bosques (10,000 has/año), principalmente debido a la conversión del suelo forestal a tierras agrícolas y de pastoreo, tala clandestina, incendios forestales.

A nivel regional, la cuenca de la laguna de Tecocomulco es uno de los ecosistemas más importantes del estado de Hidalgo, por sus diversas funciones y servicios que provee a la población. Es considerada como el último humedal del antiguo ecosistema lacustre que predominó en toda la cuenca del Valle de México. Desde el punto de vista ecológico alberga gran diversidad biológica, es un lugar de anidación, reproducción y paso de aves migratorias provenientes del norte de México, Estados Unidos y Canadá, (Comisión de cuenca Laguna de Tecocomulco, 2007).

Provee a la población espacios y recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas como la agricultura, ganadería y pesca, las cuales son el soporte de la población. Además de su función de provisión de recursos para vista escénica (turismo, recreación). En el 2010, la cuenca albergó dentro de sus límites 14,859 personas, cabe señalar, que la cuenca no tan sólo beneficia a los habitantes que se encuentran dentro de los límites de la misma, sino que presta servicios a la población que se encuentra alrededor de ésta.

Según información de CONAGUA, la laguna de Tecocomulco es considerada un acuífero subexplotado, por lo que actualmente, el problema a combatir es la deforestación, lo que implica que el suelo se quede descubierto, siendo vulnerable al viento y a la lluvia, esto genera el arrastre del suelo provocando el azolvamiento del cauce de la misma. Es importante hacer trabajos para revertir estos problemas, sino en un futuro el arrastre de sedimentos impactara en la pérdida de la capacidad de almacenamiento, representando un problema social, pues al reducirse la capacidad de almacenamiento provocara inundaciones masivas en la parte de la cuenca baja.

Se pretende que este estudio sea un referente para los funcionarios del gobierno encargado de elaborar políticas públicas, que ayude a cuantificar en términos económicos la importancia relativa de los beneficios generados por los bosques dentro de una cuenca hidrográfica, diseños de programas en el sector ambiental, así también para analizar las políticas y programas actuales, que se están implementado, dentro del ámbito local.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Estimar el valor económico para la conservación del bosque por parte de los usuarios de la cuenca laguna de Tecocomulco, a través del método de valoración contingente.

1.3.2. Objetivos específicos

1. Determinar la disposición a pagar por los beneficiarios del bosque de la cuenca hidrológica laguna de Tecocomulco.
2. Identificar que variables influyen en la disposición a pagar para la conservación del bosque.
3. Caracterizar a la población beneficiaria de los servicios que provee el bosque.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

Los beneficiarios del bosque de la laguna de Tecocomulco, están dispuestos a pagar una cantidad monetaria para la conservación y protección del bosque que se localiza en la parte alta de la cuenca.

1.4.2. Hipótesis particulares

1. La DAP está influenciada por variables como: monto a pagar, ingreso, edad, educación, genero, tamaño familiar, percepción ambiental y conocimiento de los beneficios que provee el bosque.
2. Existe una relación positiva entre el ingreso, la percepción ambiental y el conocimiento del bosque con la DAP.

II. MARCO DE REFERENCIA

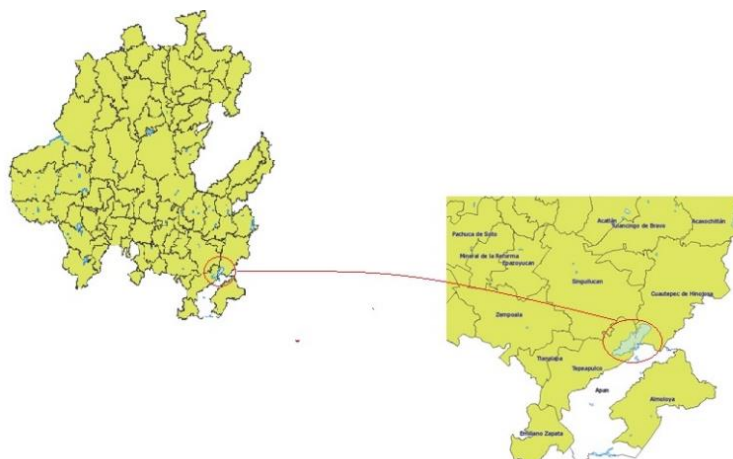
2.1. Descripción del área de estudio

2.1.1. Localización del área de estudio

La cuenca de la laguna de Tecocomulco comprende parte de los municipios de: Almoloya, Apan, Cuauhtepac de Hinojosa, Singuilucan y Tepeapulco del estado de Hidalgo; Chignahuapan del estado de Puebla. Tiene una extensión de 49,300 hectáreas. Se localiza entre los meridianos 19° 53' 20" y 19° 50' 08" de latitud norte y los paralelos 98° 21' 54" y 98° 25' 48" de longitud oeste; con una altitud media sobre el nivel del mar de 2,514.30 m.s.n.m

Fisiográficamente la Laguna de Tecocomulco se encuentra comprendida dentro de la Provincia del Eje Volcánico Transversal. Hidrológicamente pertenece a la Región Hidrológica No. 26 del Río Pánuco, es un humedal que forma parte de la Cuenca hidrográfica de Valle de México. El sitio se ubica en la parte sureste del Estado de Hidalgo.

Figura 1. Mapa de ubicación de la cuenca.



Fuente: Sistema de Información Geográfica de Hidalgo. SIG-Hidalgo.

2.1.2. Características generales de la cuenca de Tecocomulco

Clima: De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García, el clima corresponde al C (W1) (W) b (i), es templado subhúmedo con lluvias en verano (junio septiembre), con una temperatura media anual que va de 12 a 18°C, con fluctuaciones diurnas, la temperatura del mes más frío oscila entre 3 y 18°C, y el más cálido entre 6.5 a 22°C, la precipitación pluvial media anual es de 600 a 700 mm. La época de estiaje es de diciembre a marzo.

Geomorfología: Dado que la cuenca forma parte de la Provincia del Eje Neovolcánico se caracteriza por la presencia de grandes cadenas montañosas de origen volcánico que dan origen a una cuenca cerrada, la cual se formó por el bloqueo del drenaje original, debido a lavas u otros productos volcánicos.

Dentro de esta cuenca se puede encontrar formaciones orográficas importantes como la Sierra del Tepozan con alturas mayores a 2,800 m.s.n.m que son parte de la recarga natural hacia la laguna de Tecocomulco.

Hidrografía: Los arroyos que alimentan a la laguna presentan escurrimientos en época de lluvias y en algunos casos, solo después de fuertes lluvias; los cauces son en su mayoría estables. Las fluctuaciones naturales del nivel del agua, ocurren durante la temporada de lluvias después de una abundante precipitación pluvial, el área máxima puede ser hasta de 5,300 Ha y la mínima de 1,500 Ha. De las partes altas de la cuenca (montañas) bajan algunos arroyos que la alimentan; sin embargo, el mayor caudal proviene de los manantiales de la cañada de Alcantarillas. Entre los principales ríos que convergen en la cuenca están: Coatlico, Coyuco y Tepozan, además de otras corrientes de menor importancia que bajan de los cerros.

La parte central de la cuenca recibe aportaciones de corrientes pluviales formadas en las laderas de los cerros que la rodean y son estimadas en 12.5 millones de m³ anuales que dan origen a la porción lacustre, estas corrientes se consideran como estables y son factores que coadyuvan a la permanencia del vaso que funciona como regulador de esorrentías y juega un papel importante en la recarga del acuífero de la región.

Los escurrimientos de la laguna son de régimen intermitente con fuertes avenidas y transporte de gran cantidad de azolves debido a la deforestación de las partes altas de la cuenca.

Flora: La vegetación acuática de la laguna; en la porción central del depósito es muy abundante el tule (*Scirpus lacustris*), en las orillas se presenta principalmente la lentejuela (*Lemna*) en gran cantidad.

En cuanto a la vegetación forestal, ésta es semidesértica, con especies forestales como: pino, oyamel, encino, sabino, pirul, cedro rojo y huizache, además de algunas otras coníferas, latifoliadas no especificadas y con predominio de pastizal. Así como maguey, nopal, palma.

Fauna: La fauna está conformada principalmente por venado, coyote, tlacuache, armadillo, ardilla, liebre, conejo, tuza, hurón, zorrillo, cacomixtle, patos, garza, águila, gavilán chichicuilete, agachón, tordo, tórtola, tecolote, lagartija, víbora, camaleón, escorpión, techínquebrantahuesos, cuijes, gorrión, además de una gran variedad de reptiles, insectos y arácnidos.

Lo que más abunda son los charales *Chirostoma jordani* y carpa *Ciprinus carpio* y los anfibios: la Rana *montezumae* (con status de protección especial) y la Rana *pipiens*, destaca además *Ambystoma mexicanum* y *Ambystoma tigrinum* (con status de protección especial) que forman parte de la dieta de los pobladores del lugar.

Por otro lado la mayor diversidad faunística, la representan las aves. De un total de 120 especies de aves en la cuenca, 42 especies son acuáticas y 78 son terrestres. De las 42 acuáticas, 29 son migratorias y 13 son residentes. Entre las aves terrestres que habitan en la laguna todo el año están el zanate *Quiscalus*

mexicanus y el tordo charretero *Agelaius phoeniceus* (Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar, FIR).

Características y uso del suelo

En el cuadro uno se presenta el uso del suelo por sector (agrícola, pecuario, forestal).

Cuadro 1. Superficies de uso del suelo (hectáreas).

MUNICIPIO		ALMOLOYA	APAN	TEPEAPULCO
SECTOR	Uso	Has.	Has.	Has.
Agrícola*	Riego	196.50	48.00	185.43
	Temporal	12,979.00	26,243.00	9,043.00
	Subtotal	13,175.50	26,291.00	9,228.43
Pecuario	Praderas (Pastizales)	75.00	-	17.00
	Agostadero	3,171.00	2,480.00	2,394.00
	Matorrales	-	1,500.00	-
	Subtotal	3,246.00	3,980.00	2,411.00
Forestal	Bosque	11,399.00	200.00	5,200.00
	Selva	-	-	-
	Subtotal	11,399.00	200.00	5,200.00
Otros Usos	Cuerpos de agua	20.00	204.00	1,162.00
	Zonas Urbanas	167.00	877.00	594.00
	Caminos	320.00	397.00	239.00
	Instalaciones	10.00	298.00	732.00
	Otros	-	2,500.00	4,151.00
	Subtotal	517.00	4,276.00	6,878.00
Superficie total		28,337.50	34,747.00	23,717.43

Fuente: Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Hidalgo, *SIAP 2013.

Superficie del uso del suelo dentro de la cuenca

En el siguiente cuadro se muestra la superficie dentro de la cuenca. Almoloya es el municipio con mayor superficie dentro de la cuenca, aporta el 24.66% de la superficie total de la cuenca con 11,700 hectáreas, Apan y Tepeapulco aportan el 17.83 y 13.15% de la superficie respectivamente; los tres municipio participan con 55.64% y 44.36 restante lo aportan los municipios de: Singuilucan 6.36%, Cuauhtemoc 20.66% y Chignahuapan del estado de Puebla con 17.32%.

Cuadro 2. Superficie del uso del suelo dentro de la cuenca (hectáreas).

Municipio	Sup. en cuenca	%	Forestal	Agrícola	Pecuario	Urbano
Almoloya	11,700.00	24.66	3,857.00	6,253.00	800.00	790.00
Apan	8,460.00	17.83	15.00	6,455.00	1,500.00	490.00
Tepeapulco	6,240.00	13.15	2,283.00	2,540.00	1,000.00	417.00
Subtotal	26,400.00	55.64	6,155.00	15,248.00	3,300.00	1,697.00
Municipios restantes**	21,045.00	44.36	7,520.00	5,818.00	5,400.00	2,307.00
TOTAL CUENCA	47,445.00*	100.00	13,675.00	21,066.00	8,700.00	4,004.00

Fuente: Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2012.

*No incluye superficie del vaso regulador de la laguna de Tecocomulco.

**Incluye los municipios de Singuilucan y Cuauhtemoc del estado de Hidalgo y Chignahuapan del estado de Puebla.

Tenencia de la tierra

El 49% es de régimen ejidal, 27% pequeñas propiedades y otras (comunal, zona federal). El 53.2% son de propiedad privada.

2.1.3. Características socioeconómicas

Población total

La población en la región de estudio en el 2010 fue de 105,521 personas. El municipio que tiene una población mayoritariamente rural es Almoloya, ya que el 57.5% de su población vive en el medio rural; Apan y Tepeapulco son considerados municipios urbanos (cuadro 3).

Cuadro 3. Población de los municipios de la región de estudio, 2010.

Municipio	Total	Hombres	Mujeres	Población rural	% de la población estatal
Almoloya	11,294	5,593	5,701	6492 (57.5%)	0.42
Apan	42,563	20,359	22,204	15921(37.4%)	1.60
Tepeapulco	51,664	24,741	26,923	7,864 (15.2%)	1.94

Fuente: Sistema Nacional de Información Municipal (SNIM)

La población económicamente activa total en el 2010 fue de 40,418 personas, mientras que la población ocupada fue 37,068; registrando una tasa de desempleo de 3.5% en Almoloya, 6.5% en Apan y 10.7% en Tepeapulco, estos dos municipios (Apan y Tepeapulco) presentan un nivel de desempleo relativo más alto que el promedio estatal, ya que la tasa de desempleo en Hidalgo para ese mismo año fue de 3.6% (cuadro 4).

Cuadro 4. Población económicamente activa, 2010.

Indicadores de participación económica	Total	% de la población	Hombres	Mujeres	Hombres (%)	Mujeres (%)
ALMOLOYA						
Población económicamente activa (PEA)*	4,120	36.50	3,165	955	76.82	23.18
Ocupada**	3,977	96.50	3,034	943	76.29	23.71
Desocupada**	143	3.50	131	12	91.61	8.39
Población no económicamente activa (PNEA)*	4,379	38.80	988	3,391	22.56	77.44
APÁN						
PEA*	16,046	37.70	11,063	4,983	68.95	31.05
Ocupada**	15,000	93.50	10,144	4,856	67.63	32.37
Desocupada**	1,046	6.50	919	127	87.86	12.14
PNEA*	16,151	37.90	3,993	12,158	24.72	75.28
TEPEAPULCO						
PEA*	20,252	39.20	13,032	7,220	64.35	35.65
Ocupada**	18,091	89.30	11,389	6,702	62.95	37.05
Desocupada**	2,161	10.70	1,643	518	76.03	23.97
PNEA*	19,745	38.20	5,814	13,931	29.45	70.55

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Nota.* Se considera el porcentaje en base a la población total del municipio, 2010.

** Se considera como 100% la PEA del municipio, 2010.

Población dentro los perímetros de la cuenca laguna Tecocomulco

De acuerdo con un informe de manifestación de impacto ambiental de la laguna de Tecocomulco “Restauración ecológica de la laguna de Tecocomulco (control de tule)”, por el Consejo Estatal de Ecología, en el 2005 en los perímetros de la cuenca habitaron 13,959 personas.

Teniendo en cuenta las localidades que el Consejo Estatal de Ecología considera que están dentro los límites de la cuenca, la población total en el 2010 fue de

14,859 habitantes, distribuidos en 129 localidades, de los seis municipios que conforman la cuenca.

La población de la región de estudio para el 2010, fue de 5,817 habitantes, distribuidos en 91 localidades de los municipios de Apan, Almoloya y Tepeapulco con el 39.15% de la población total de la cuenca. El 60.85% de la población lo aportaron los municipios de: Cuauhtepic (3,749 habitantes); Singuilucan (1,209) y Chignahuapan Puebla (4,084).

Cuadro 5. Población que vive dentro de los límites de la cuenca, 2010.

Estado	Municipio	No. de comunidades	Población 2010 (habitantes)
Hidalgo	Almoloya	53	2,272
	Apan	23	1,419
	Tepeapulco	15	2,126
	Singuilucan	7	1,209
	Cuauhtepic	25	3,749
Puebla	Chignahuapan	6	4,084
Total		129	14,859

Fuente: Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Hidalgo. Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP. Catálogo de localidades.

Educación

- Escolaridad

La población de 15 años y más, tiene un nivel de escolaridad de 7.33 años en Almoloya, 8.33 en Apan y 9.06 en Tepeapulco, lo que equivale a secundaria incompleta en los dos primeros casos. El promedio de escolaridad estatal fue de 8.1, (segundo año de secundaria). Como se puede observar la escolaridad en Apan y Tepeapulco se ubica por encima del promedio estatal, debido a que la

mayoría de la población vive en zona urbana donde existe mayor facilidad de acceso a la educación (cuadro 6).

Cuadro 6. Población de 15 años y más, por nivel de escolaridad según sexo, 2010.

Nivel de escolaridad	ALMOLOYA			APAN			TEPEAPULCO		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Sin escolaridad	754	349	405	2,302	977	1,325	1,875	687	1,188
Primaria completa	1,299	674	625	4,669	2,175	2,494	5,538	2,495	3,043
Secundaria completa	2,884	1,332	1,552	9,179	4,339	4,840	9,550	4,686	4,864
Promedio de escolaridad	7.33	7.18	7.47	8.33	8.37	8.29	9.23	9.41	9.06

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

- Alfabetismo

En cuanto a la población que no sabe leer ni escribir, Almoloya es el municipio que tuvo mayor porcentaje de población analfabeta con 810 personas equivalente al 10.29% de la población en edad de estudios, mientras que Tepeapulco es el que registra menos población analfabeta con 4.71% (cuadro 7).

Cuadro 7. Población de 15 años y más, analfabeta según sexo, 2010.

	ALMOLOYA			APAN			TEPEAPULCO		
	Total	Analfabeta	%	Total	Analfabeta	%	Total	Analfabeta	%
Hombres	3,820	355	9.29	13,996	821	5.87	17,473	604	3.46
Mujeres	4,052	455	11.23	16,000	1,261	7.88	19,909	1,158	5.82
Total	7,872	810	10.29	29,996	2,082	6.94	37,382	1,762	4.71

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

2.1.4. Principales actividades económicas de la región de estudio

Sector primario

La agricultura es la principal actividad económica, siendo los cultivos más importantes de la región: frijol, cebada, maíz, avena, haba, arvejón, otros cultivos forrajeros (pastizal, zacate, grama negra y navajita).

Agrícola

Almoloya, Apan, y Tepeapulco pertenecen a la región administrativa XI Apan, ésta región está conformada por cinco municipios, 53% de la región es agrícola, el 10% es pecuario, el 19% es forestal, y otros usos es 18%. La superficie regional es 106 mil 130 has. De los cuales Apan aporta el 33% de la superficie de la región XI, Almoloya el 27% y Tepeapulco el 22%.

Durante el año 2013, la superficie agrícola estatal fue 576,907.09 hectáreas, los municipios de la región de estudio participaron con relación al total del estado con un 8.5% de la superficie sembrada: Almoloya 2.3%, Apan 4.6% y Tepeapulco 1.6%. Apan fue el municipio con mayor superficie sembrada a nivel estatal con 26,291.00 hectáreas (cuadro 8).

Cuadro 8. Cultivos sembrados en la región de estudio, 2013.

Cultivo	Sup. Sembrada (Has)	Sup. Cosechada (Has)	Producción (Ton)	Valor Producción (Miles de pesos)
Avena forrajera	4,886.00	4,556.00	86,622.00	38,249.10
Cebada grano	38,925.00	37,805.00	68,368.20	246,165.13
Papa	200.00	200.00	4,800.00	21,600.00
Maíz grano	2,231.00	1,786.00	4,424.50	11,950.57
Alfalfa verde	70.00	70.00	2,868.00	899.07
Maguey pulquero (miles de lts.)	110.00	22.00	1,989.00	7,930.10
Tomate rojo (Jitomate)	9.93	9.93	1,734.90	11,264.10
Cebada forrajera en verde	89.00	89.00	1,602.00	720.90
Avena grano	534.00	509.00	670.70	2,131.70
Haba grano	332.00	332.00	572.90	3,571.89
Canola	422.00	422.00	416.80	3,542.80
Nopalitos	9.00	9.00	334.00	1,031.06
Tuna	85.00	58.00	216.00	860.20
Frijol	280.00	280.00	209.63	2,497.99
Arvejón	276.00	276.00	209.20	1,739.83
Trigo grano	119.00	119.00	195.40	586.20
Pastos	5.00	5.00	185.00	65.70
Calabacita	40.00	40.00	142.50	835.75
Haba verde	29.00	29.00	85.70	426.18
Frambuesa	3.00	3.00	36.00	4,140.00
Tomate verde	15.00	15.00	30.00	253.00
Durazno	2.00	0.00	0.00	0.00
Maguey mixioteo	23.00	0.00	0.00	0.00
Subtotal	48,694.93	46,634.93	175,712.43	360,461.27
Total estatal	576,907.09	560,386.57	7,568,470.71	8,015,293.77

Fuente: SIAP, 2013.

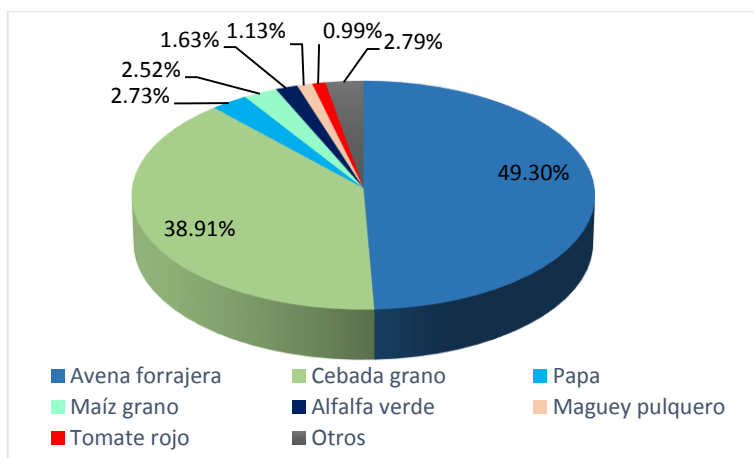
Principales cultivos por volumen de producción

Los principales cultivos por volumen de producción fueron: Avena forrajera con un volumen de producción de 86,622.00, cebada grano con una producción de 68,368.20 ton., papa con 4,800.00 ton., maíz grano con 4,424.50 ton., Alfalfa

verde con 2,868.00 ton., maguey pulquero 1,989.00 ton. y tomate rojo con un volumen de 1,989.00 ton. Es importante mencionar que estos cultivos aportaron 97% del volumen total de producción de todos los cultivos sembrados en Almoloya, Apan y Tepeapulco. Y respecto al volumen de producción estatal, estos cultivos representaron el 2.3% del total.

La mayor producción de la región de estudio lo aportó la avena forrajera con un 49.3% y la cebada grano con 38.9% del volumen de producción, (figura 2).

Figura 2. Producción de principales cultivos de la región de estudio.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2013.

La avena forrajera fue el cultivo más importante por volumen de producción, a pesar que la superficie sembrada es pequeña con 4,886 hectáreas comparadas con la superficie que se destina a la cebada grano con 38,925 hectáreas; el municipio de Almoloya fue el que registró una mayor producción con 43,110.00 toneladas, seguido por Apan con 36,540.00 toneladas, ocupando primero y segundo lugar respectivamente de la producción estatal, (cuadro 9).

Cuadro 9. Superficie sembrada y volumen de producción de avena forrajera por municipio.

Municipio	Superficie sembrada, 2013 (ha)	% total estatal	Volumen de producción, 2013 (toneladas)	% total estatal
Almoleya	2,500.00	7.96	43,110.00	8.64
Apan	2,032.00	6.47	36,540.00	7.33
Tepeapulco	354.00	1.13	6,972.00	1.40
Subtotal	4,886.00	15.57	86,622.00	17.37
Total estatal	31,389.15	100.00	498,710.48	100.00

Fuente: SIAP, 2013.

La cebada grano fue el segundo cultivo más importante. Apan fue el municipio que ocupó el primer lugar a nivel estatal por volumen de producción con 39,880.80 toneladas (cuadro 10).

Cuadro 10. Superficie sembrada y volumen de producción de cebada grano.

Municipio	Superficie sembrada, 2013 (ha)	% total estatal	Volumen de producción, 2013 (toneladas)	% total estatal
Almoleya	8,864.00	8.03	16,514.60	9.44
Apan	22,856.00	20.71	39,880.80	22.79
Tepeapulco	7,205.00	6.53	11,972.80	6.84
Subtotal	38,925.00	35.28	68,368.20	39.06
Total estatal	110,341.20	100.00	175,026.99	100.00

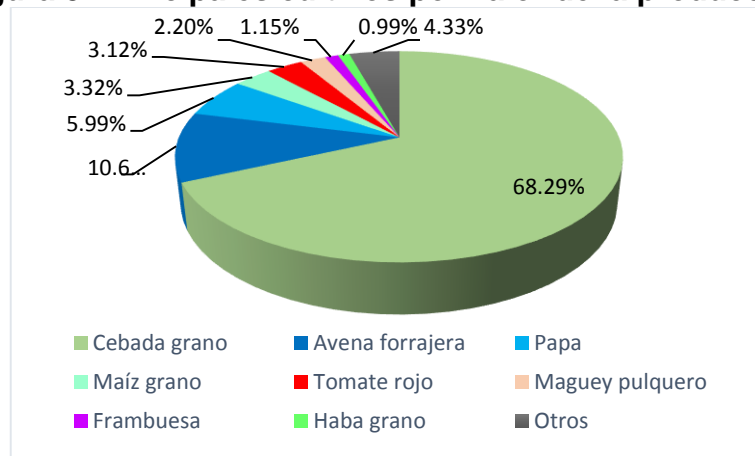
Fuente: SIAP, 2013.

Principales cultivos por valor de la producción

Los principales cultivos que reportaron un mayor valor por su producción en el 2013 fueron: Cebada grano con 246,165.13 miles de pesos, avena forrajera que aporta 38,249.10 miles de pesos, papa con 21,600.00 miles de pesos, seguido de maíz grano con un valor de 11,950.57 miles de pesos, tomate rojo con

11,264.10 miles de pesos, maguey pulquero que aportó 7,930.10 miles de pesos, Frambuesa con 4,140.00 miles de pesos y por ultimo haba grano con 3,571.89 miles de pesos. El valor de la producción de los cultivos anteriormente mencionado, representaron aproximadamente un 95% del valor total de la producción de los tres municipios estudiados (figura 3).

Figura 3. Principales cultivos por valor de la producción.



Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2013.

La cebada grano participó con un 68% del valor total de la producción de la región y del valor de la producción de Hidalgo con el 3.1%, siendo Apan el municipio con mayor contribución en el valor de la producción a nivel estatal con 143,793.02 miles de pesos (cuadro 11).

Cuadro 11. Valor de la producción de cebada grano.

Municipio	Valor de la producción, 2013 (Miles de pesos)	% total estatal
Almoloya	59,452.56	9.63
Apan	143,793.02	23.28
Tepeapulco	42,919.55	6.95
Subtotal	246,165.13	39.86
Total estatal	617,620.54	100.00

Fuente: Elaboración propia con datos del SIAP, 2013.

Sector pecuario

En el 2013, la producción de bovinos en el estado fue de 60,177.00 toneladas en pie, y 31,497.00 toneladas en canal, el municipio que tuvo una mayor participación fue Almoloya con 619.45 y 326.09 toneladas respectivamente, generando un valor de total de 32,413.60 miles de pesos (cuadro 12).

Cuadro 12. Producción y valor de la producción de bovinos.

Municipio	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)
Bovinos en pie		Bovinos en canal		
Almoloya	619.45	16,062.40	326.09	16,351.20
Apan	300.29	7,657.70	157.50	7,816.40
Tepeapulco	441.17	11,455.80	232.44	11,674.40
Subtotal	1,360.90	35,175.90	716.03	35,842.00
% total estatal	2.26	2.46	2.27	2.38
Total estatal	60,177.00	1,432,189.00	31,497.00	1,508,719.00

Fuente: SIAP, 2013.

En cuanto a la producción de ovinos, Apan fue el primer productor a nivel estatal con 550.61 toneladas en pie y 275.01 toneladas en canal, generando un valor de 18,564.00 y 19,465.00 miles de pesos (cuadro 13).

Cuadro 13. Producción y valor de la producción de ovinos.

Municipio	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)
Ovinos en pie		Ovinos en canal		
Almoloya	377.84	12,823.90	188.79	13,368.60
Apan	550.61	18,654.00	275.07	19,465.60
Tepeapulco	334.33	11,295.20	166.99	11,815.80
Subtotal	1,262.77	42,773.10	630.85	44,650.00
% total estatal	8.68	8.90	8.70	9.00
Total estatal	14,544.00	480,476.00	7,253.00	496,363.00

Fuente: SIAP, 2013

En la producción de ganado porcino, Apan destacó como segundo productor en el estado con 439.55 toneladas y 325.85 toneladas en pie y canal, el primer productor fue Tolcayuca que tuvo una producción de 1,004.00 toneladas de porcinos.

Cuadro 14. Producción y valor de la producción de porcinos.

Municipio	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)
	Porcino en pie		Porcino en canal	
Almoloya	126.85	2,884.00	94.06	3,146.40
Apan	439.55	10,034.40	325.85	10,948.80
Tepeapulco	73.51	1,662.10	54.09	1,812.50
Subtotal	639.91	14,580.50	474.00	15,907.70
% total estatal	4.03	4.05	4.08	3.93
Total estatal	15,884.00	359,958.00	11,615.00	405,284.00

Fuente: SIAP, 2013.

En la producción de aves, Apan fue el que más destacó con 676 toneladas en pie y 502 en canal. Mientras que Tepeapulco esta actividad no fue importante (cuadro 15).

Cuadro 15. Producción y valor de la producción de aves.

Municipio	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)
	Ave en pie		Ave en canal	
Almoloya	662.42	14,590.20	491.40	15,758.90
Apan	679.00	14,930.70	502.86	16,093.80
Tepeapulco	16.10	296.30	11.21	310.60
Subtotal	1,357.53	29,817.20	1,005.47	32,163.30
% total estatal	1.76	1.60	1.75	1.58
Total estatal	77,101	1,859,180	57,367	2,035,336

Fuente: SIAP, 2013

En cuanto a la producción de caprinos, así como la de guajolote, fueron actividades menos relevantes en la región (cuadro 16 y 17).

Cuadro 16. Producción y valor de la producción de caprinos.

Municipio	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)
	Caprino en pie		Caprino en canal	
Almoloya	38.12	916.30	18.42	944.70
Apan	43.80	1,050.80	21.05	1,076.00
Tepeapulco	38.42	919.30	18.47	943.10
Subtotal	120.34	2,886.40	57.94	2,963.80
% total estatal	6.17	5.99	6.11	5.92
Tota estatal	1,949.00	48,212.00	948.00	50,082.00

Fuente: SIAP, 2013

Cuadro 17. Producción y valor de la producción de guajolote.

Municipio	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)	Producción (toneladas)	Valor de la producción (miles de pesos de 2013)
	Guajolote en pie		Guajolote en canal	
Almoloya	9.081	318.4	6.01	344.1
Apan	9.091	318.7	6.05	346.6
Tepeapulco	10.383	361.7	6.89	392.9
Subtotal	28.555	998.8	18.95	1083.6
% total estatal	1.79	1.90	1.80	1.82
Total estatal	1,591	52,707	1,052	59,684

Fuente: SIAP, 2013

Forestal

Según dato del anuario estadístico y geográfico de México, 2013 en Hidalgo existe una superficie forestal de 1,072,997 hectáreas, aproximadamente el 22% de su territorio, de las cuales 230,743 corresponden a una superficie arbolada de

bosques de clima frío templado donde se aprovechan especies maderables como el pino, oyamel, cedro blanco y encino.

La actividad forestal en el municipio de Almoloya adquiere mayor importancia con respecto a Apan y Tepeapulco, con una superficie de 11,399 hectáreas cubiertas de bosque, donde existen especies como: el oyamel, encino, ladrillo y pino colorado. Mientras que Apan tiene una superficie aproximada de 200 hectáreas y Tepeapulco de 5,200 hectáreas en bosque teniendo poco aprovechamiento forestal.

Sector comercio e industria

Almoloya cuenta con establecimientos comerciales donde se venden productos de la región, también dispone de tienda campesina, tiendas de artesanías, tianguis, farmacia, tortillería, tienda de abarrotes y tiendas DICONSA, además de la industria de la madera el cual genera empleo.

Apan tiene centros comerciales como Bodega Aurrera y tiendas de conveniencia Oxxo, tianguis. En la industria tiene maquiladoras y fábricas con presencia nacional: envases de plástico, joyería, envases para perfume, maquiladoras de ropa.

El caso de Tepeapulco la industria juega un papel importante, cuenta con industria metal mecánica, elaboración de insumos automotrices, además de maquinaria y equipo de industria siderúrgica. A lo que se refiere al comercio existen dos mercados públicos, tianguis y tiendas rurales.

III. REVISION DE LITERATURA

Los servicios ambientales del bosque son pocos valorados, esto se debe en gran parte a que no existe un mercado donde se le pueda asignar un precio de manera directa, es difícil poder determinar los valores monetarios de los servicios que provee el bosque.

La metodología de valoración contingente es una de la más utilizadas para asignar un valor monetario a los bienes y servicios ambientales, un valor que el mercado no puede traducir directamente en precios. Se han realizado diversos estudios de valoración contingente de los servicios ambientales.

Escobar y Erazo (2006), estimaron los beneficios de la conservación de la reserva natural del Bosque de Yotoco (BY) Colombia, empleando el método de valoración contingente con un modelo logit, con el fin de determinar, una aproximación al valor social de la conservación de un ecosistema estratégico. Los autores obtuvieron el valor económico del Bosque asociado al disfrute paisajístico, ante un cambio de calidad, siendo el valor obtenido de \$4,981 por visitante. Al calcular el beneficio por visitas durante un año promedio, se obtiene un valor de \$60, 509,586.

Este valor representa solo la valoración parcial de tres componentes (educación ambiental, disfrute del paisaje y recreación pasiva) del valor de uso directo de la Reserva Natural BY. Desde el punto de vista probabilístico, el estudio encontró una probabilidad de que los usuarios del BY estén dispuestos a pagar por acceder a los beneficios que reporta este ecosistema natural de 0.82.

Saldívar, Olivera e Isidro (2012), realizaron un estudio para estimar la disposición a pagar por partes de los usuarios domésticos del servicio ambiental hidrológico en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey, a través del método de valoración contingente, la estimación de la DAP de la población de la Zona Metropolitana de Monterrey revela que la media de pago es de \$6.80 mensuales, los autores indican que aplicar un pago generalizado de cinco pesos por mes, por cada toma domiciliaria sería aceptado por la población. Por otro lado de acuerdo al modelo se observa una correlación entre el nivel de estudios, el conocimiento de los servicios ambientales y la DAP por la conservación del bosque, es decir, a mayor nivel de estudios o conocimiento de los problemas ambientales mayor disposición a pagar por la conservación del ambiente. Otro resultado interesante del modelo es la importancia de la forma de pago, la cual tiene relación con el grado de confianza de la población en el organismo operador del servicio de agua potable de la ciudad de Monterrey, se encontró que los usuarios estarían dispuestos a aportar una cuota voluntaria con una periodicidad mensual, a través del recibo de agua potable.

También estudiaron el costo de oportunidad de las principales actividades económicas que plantean una amenaza a la cobertura vegetal del parque entre las cuales podemos encontrar actividades agrícolas, ganaderas y forestales. En la agricultura, los principales cultivos son maíz, frijol, trigo, avena forrajera, cebada, sorgo y sorgo forrajero, y la agricultura perenne con fines comerciales como manzana, nuez, aguacate, durazno, ciruela, chabacano, pastos y cítricos. En el caso la actividad ganadera la mayoría de la producción es de subsistencia.

De acuerdo al análisis realizado concluyeron que los agricultores estarían dispuestos a cambiar el uso de suelo a la conservación de sus predios es de \$5,952 por hectárea, lo cual indica una competencia absoluta frente a otros usos alternativos.

Silva y Pérez (2010) en su investigación plantearon entre sus objetivos estimar la disponibilidad de pago por parte de los consumidores en la población de El Salto empleando el método de valoración contingente, realizaron 242 encuestas aplicadas al azar, del total de encuestados el 90% mostró una disponibilidad a pagar positiva, de este 90%, el 46% estuvieron dispuestos hacer efectivo su pago a través Sideapas-Presidencia Municipal, 31% preferirían una Organización No Gubernamental, 10% pagar directamente al ejido, 3% otras institución diferente a las anteriores. De acuerdo a los resultados obtenidos, la DAP de los usuarios del servicio ambiental hidrológico fue en promedio de \$27.54 por mes.

Del Ángel³ *et al* (2008), estudiaron la disposición a pagar del servicio ambiental hidrológico para uso doméstico de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México, a través del método de valoración contingente, entre sus objetivos planteados se encuentra obtener el valor del bosque y paisajes alternativos en la población que recibe sus beneficios en forma de agua, el resultado del estudio es que existe una disposición positiva a pagar por mantener el bosque, asociada a ciertas características de la población donde sobresalen ingreso, escolaridad y edad; los datos muestran que el pago deberá considerar valores económicos como costo de oportunidad y reforestación, además del reconocimiento social.

Del total de la población estudiada (241 encuestas), 84% manifestó disposición a pagar positiva, los cuales fueron personas que perciben un ingreso, el 16% que no está de acuerdo en pagar por conservar el bosque fueron personas que no tienen suficientes ingresos o carece de ellos. Considerando a la población con DAP positiva, el promedio a pagar fue de \$6.02 mensual. Del 88% que están dispuesto a pagar, el 51% propuso el recibo de agua para hacerlo efectivo, 14% a través del recibo de luz, 7% directamente a CONAFOR, 6% que se forme un FIDEICOMISO y el resto que directamente con los ejidatarios dueños de predios.

Cabe señalar que las personas que mostraron una DAP positiva, la mayoría consideran que la cantidad de agua es insuficiente para cubrir todas las

³ Centro de Investigación Regional Golfo Centro, INIFAP, Veracruz, México.

actividades domésticas. Por lo que existe una relación directa entre el recurso limitado (agua) y la disposición a pagar.

Larqué (2003) realizó un estudio de valoración económica de los servicios ambientales del bosque en Ixtapaluca, Estado de México, aplicó con 386 encuestas distribuidas en cuatro municipios: Chicoloapan, Chimalhuacán, Ixtapaluca, La Paz en base a la población entre 20 a 69 años de forma proporcional.

En su análisis económico-econométrico, estimó la disposición a cooperar (DAC), considerando esta como variable dependiente en función de las variables socioeconómicas como: edad, ingreso, sexo, dependientes (niños), educación y percepción. Del total de personas encuestadas 316 (81.9 %) se manifestaron por sí cooperar, para conservación del recurso forestal de Ixtapaluca, 68 (17.61 %) por no cooperar y dos datos se perdieron (0.51 %). La DAC obtenida fue \$272.00 si se considera una media y \$100.00 si es la mediada, esto discrepancia entre media y mediana, tuvo dos conclusiones: la primera, es que el modelo no tuvo un buen ajuste, y la segunda, que más de la mitad de la población no estaría dispuesta a cooperar con los \$272.00 que indica la media, por lo que ésta no se consideró como un indicador adecuado. La conclusión a la que llegó es que la mediada es el indicador más adecuado a considerar como DAC.

IV. MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de investigación se apoyó en la Economía Ambiental y en la teoría económica, en específico en la teoría de las preferencias del consumidor y en la teoría de la utilidad.

4.1. Economía ambiental

El deterioro del medio ambiente llevó a varios economistas a interesarse en el tema, a concentrar su atención a estudiar y analizar la relación existente entre economía y medio ambiente, de esta manera surge la economía ambiental como una forma de dar soluciones a la problemática del ambiente.

La Economía Ambiental es una rama de la Economía, su primera gran contribución tuvo que ver con el establecimiento de la teoría de valoración de bienes que no tienen un mercado donde se pueda comercializar, entre sus principales funciones está el de proveer las herramientas analíticas y cuantitativas para estudiar y tratar de dar soluciones a los problemas de asignación ineficiente de recursos naturales y ambientales en la sociedad.

Para Aguilera y Vicent (1994), la economía ambiental estudia principalmente dos cuestiones: el problema de las externalidades y la asignación intergeneracional óptima de los recursos agotables.

En relación con la asignación intergeneracional óptima de los recursos agotables, se busca obtener los precios óptimos que indiquen la senda óptima a seguir hasta que se extraiga la última unidad del recurso en cuestión. Sin embargo, Hotelling (1931) menciona que no es posible hablar de una asignación óptima de un recurso natural sin conocer la demanda futura del mismo, es decir, que los problemas de recursos agotables deben ser vinculados al infinito.

Según Mendieta (2000), la economía ambiental “estudia los impactos de la economía sobre el medio ambiente, la importancia del medio ambiente para la economía y la manera apropiada de regular la actividad económica con miras a alcanzar un equilibrio entre las metas de conservación ambiental, de crecimiento económico y otras metas sociales, como por ejemplo, el desarrollo económico y la equidad intergeneracional”.

La Economía Ambiental evalúa las preferencias de la sociedad a favor o en contra de un cambio ambiental, lo que se valora no es como tal el ambiente sino las preferencias por mantener o cambiar el estado inicial del ambiente.

Funciones principales del medio ambiente

De acuerdo Londoño (2006), las interrelaciones con el medio ambiente se dan bajo la forma de un flujo circular, y sus principales funciones económicas son:

- 1) Proveer de recursos naturales a la sociedad
- 2) Asimilar desechos
- 3) Fuente directa de actividad (económica y no económica)

Estas funciones a su vez tienen la ineludible responsabilidad de ser el soporte de la vida, generando un valor económico positivo. Sin embargo, en la mayoría de los casos la sociedad no reconoce e identifica en qué bienes o servicios se pueden generar valores económicos, en parte porque no existe un mercado para bienes y servicios ambientales por lo que no se valoran económicamente o si se evalúan no se realiza de la manera adecuada.

4.2. Teoría de las preferencias

El método de valoración contingente parte de la base analítica de la teoría de las preferencias del consumidor y de la teoría de la utilidad microeconómica. Este método tiene como principal supuesto la elección racional del consumidor, en la que se establece que el individuo es capaz de elegir entre distintas alternativas y que elegirá aquella situación que genere un bienestar mayor.

4.2.1. Teoría del consumidor

La teoría del consumidor parte de supuestos sobre los individuos y/o su comportamiento, donde el cual cada individuo es el más indicado para juzgar su propio bienestar, es decir, que el individuo es capaz de elegir entre distintos estados de la naturaleza (bienes y servicios) aquellos que le proporcionen mayor bienestar o satisfacción (Vásquez *et al*, 2007).

La hipótesis central de la teoría del consumidor es que el consumidor se enfrenta a un problema de optimización: elige la combinación de bienes que prefiere de

entre todas las que puede comprar dada su renta y los precios de los bienes y/o servicios.

4.2.1.1. Las Preferencias

Uno de los primeros elementos que se deben analizar para comprender la conducta del consumidor es las preferencias de las personas hacia ciertos bienes o servicios. Las preferencias requieren que el individuo ordene el conjunto de alternativas disponibles ordenándolas de mayor a menor satisfacción o bienestar.

Supondremos que dadas dos cestas de consumo cualesquiera, X y Y , el consumidor puede ordenarlas según su atractivo. Es decir, puede decidir que una de ellas es estrictamente mejor que la otra o bien que le son indiferentes. Dado este supuesto se requiere estudiar las propiedades de este ordenamiento.

Los principales supuestos que se deben tomar en cuenta en las preferencias del consumidor son (Varian, 2006):

Compleitud. El consumidor es capaz de comparar dos cestas cualesquiera del mercado y ordenarlas, estableciendo tres conjuntos de cestas en relación a una cesta dada: el conjunto más preferido, el conjunto menos preferido y el conjunto indiferente. Dada cualquier cesta X y cualquier cesta Y , suponemos que $(x_1, x_2) \succ (y_1, y_2)$ o $(y_1, y_2) \succ (x_1, x_2)$ o las dos cosas que sería el conjunto indiferente.

Reflexividad. Se supone que cualquier cesta es al menos tan buena como ella misma: $(x_1, x_2) \succcurlyeq (x_1, x_2)$. Es decir, cualquier cesta de bienes es preferida o indiferente a sí misma. Este axioma asegura que cada cesta de bienes pertenece al conjunto de indiferencia formado por, al menos, ella misma

Transitividad. El consumidor realiza elecciones consistentes. Si $(x_1, x_2) \succcurlyeq (y_1, y_2)$ y $(y_1, y_2) \succcurlyeq (z_1, z_2)$, suponemos que $(x_1, x_2) \succcurlyeq (z_1, z_2)$. Es decir, el consumidor piensa que la cesta X es al menos tan buena como la Y y que la Y es al menos tan buena como la Z , entonces X es al menos tan buena como la Z .

4.2.1.2. Medición de los cambios de bienestar individual

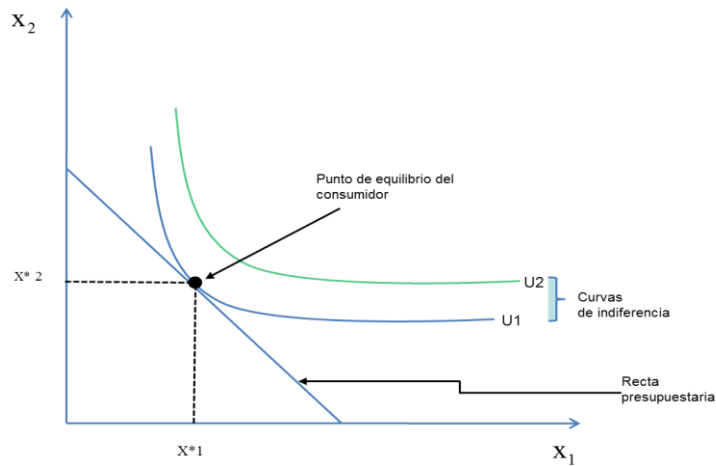
4.2.1.2.1. El problema del consumidor

El consumidor tiene como objetivo obtener el mayor beneficio posible, sin embargo, la cesta de consumo elegida por el individuo conlleva un costo monetario, por lo tanto, el nivel de bienestar del consumidor está sujeto a la restricción presupuestaria, es decir, a la cantidad de dinero que dispone para adquirirla.

Teniendo en cuenta lo anterior, el problema del consumidor es decidir cuál cesta consumir bajo restricciones, de tal manera que le genere el mayor bienestar (utilidad). Se trata de elegir la mejor cesta entre aquellas que sean factibles, ya que debido al presupuesto que se tiene habrá cesta que no sean alcanzables. El problema del consumidor es un problema de elección de bienes escasos bajo

restricciones. Gráficamente se representa el problema del consumidor como se observa en la figura 4.

Figura 4. Problema de Maximización de la utilidad del consumidor.



Matemáticamente el problema del consumidor es el siguiente:

$$\begin{aligned} \max_{x \geq 0} U(x_1, x_2) & \qquad \text{ec. 1} \\ \text{s. a } p_1 x_1 + p_2 x_2 & = m \end{aligned}$$

Donde U representa la función de utilidad generada por el consumo de dos bienes o servicios representados por: x_1 y x_2 , los precios de estos bienes está dado por p_1 y p_2 respectivamente, m representa el ingreso nominal disponible del consumidor. El individuo maximizará su función de utilidad (ecuación 1) sujeto a que el gasto que haga en la compra de los bienes sea menor o igual al ingreso del que dispone m .

4.2.1.2.2. Medidas del cambio del bienestar

Las definiciones de las medidas del bienestar pueden considerar tanto variaciones de precios como variaciones de calidad ambiental. Para algunos bienes ambientales, existen precios de mercado a partir de los cuales se puede aproximar el valor económico, mientras que para otros bienes (o parámetros de calidad ambiental), no existen mercados, ni directos ni relacionados (Labandeira *et al*, 2007).

Medidas hicksianas

La demanda hicksiana mantiene la utilidad del consumidor fija cuando los precios varían. La función de demanda hicksiana se define como: $H(p, U)$, la canasta de bienes en función de los precios y de la utilidad, a lo largo de una curva de demanda, cambia el precio pero la utilidad se mantiene constante.

Se consideran las siguientes medidas de bienestar: a) Variación compensada. La demanda compensada mide la variación en el consumo ante una compensación al individuo por el efecto de la variación de los precios sobre su ingreso. Es la cantidad máxima de dinero necesario (pagar o recibir) para mantener al individuo en el nivel de utilidad inicial ante un cambio en el precio. Para una ganancia en bienestar, es la máxima cantidad de dinero que la persona estaría dispuesta a pagar por acceder al cambio favorable, es decir es la DAP. Para una pérdida de bienestar, por lo contrario, sería la mínima cantidad de dinero que la persona debería estar dispuesta a aceptar como una compensación por el cambio desfavorable, es decir la DAA.

b) Variación equivalente. Es la cantidad máxima de dinero que habría que compensarle al consumidor (quitarle o darle, respectivamente, en el caso de un aumento o una disminución del precio) para dejarle con el nivel de utilidad final a los precios iniciales. Para una ganancia en bienestar, sería la mínima cantidad de dinero en forma de compensación que la persona debería aceptar para renunciar a un cambio favorable, comúnmente conocido como DAC. Para una pérdida de bienestar, por lo contrario, sería la máxima cantidad de dinero que el individuo estaría dispuesto a pagar por evitar un cambio desfavorable, (DAP).

Cuadro 18. Relación de la variación compensada y equivalente en un cambio en el precio.

Variación del precio	Variación compensada	Variación equivalente
Incremento	DAC para permitir	DAP para evitar
Disminución	DAP para conseguir	DAC para renunciar

Fuente: Labandeira *et al*, 2007.

Medidas marshalliana

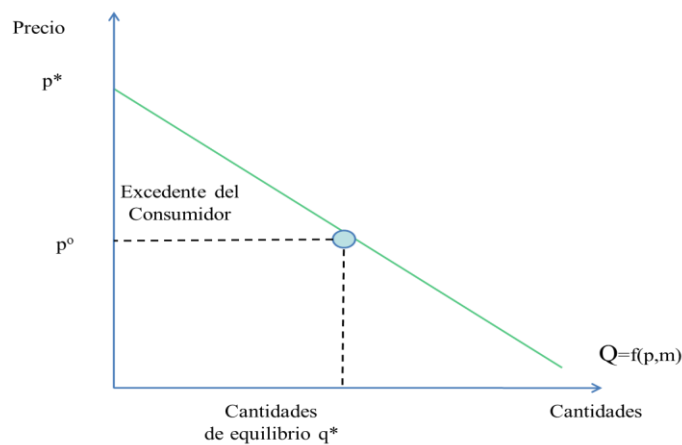
La demanda Marshalliana se define como $X(p, m)$, la canasta de bienes (X) es una función de los precios (p) y del ingreso (m), a lo largo de la demanda cambian los precios y se mantiene constante el ingreso pero la utilidad cambia.

a) Excedente del consumidor: es una medida de la ganancia o la pérdida de bienestar que experimenta un individuo cuando su situación se ve modificada por algún evento económico (cambio en el precio o cambio en las cantidades), implica el cambio de curvas de utilidad donde el individuo pasa de una curva de utilidad inicial a una curva de utilidad final.

Es decir, es la diferencia entre el gasto máximo que el consumidor estaría dispuesto a pagar por cada unidad consumida (precio de reserva) y el precio de mercado. Esto se debe porque todas las unidades se pagan en el mercado al mismo precio, mientras que los consumidores valoran más las primeras.

El excedente del consumidor es el área que queda entre la curva de demanda del individuo por un bien cualquiera, su disposición a pagar por él, y la línea del precio del mismo (figura 5).

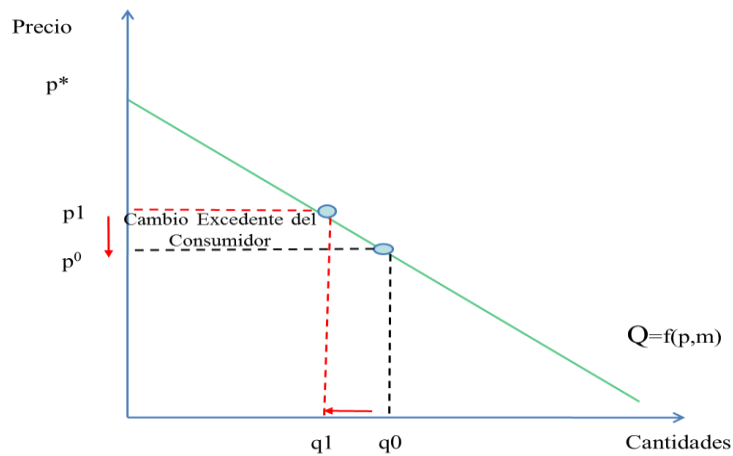
Figura 5. Excedente del consumidor.



El excedente del consumidor reflejará correctamente el cambio en el bienestar sólo si la utilidad marginal del ingreso es constante. La utilidad marginal del ingreso se define como el cambio marginal en la utilidad provocada por cambio en el ingreso.

El excedente se puede definir para cualquier variación de los parámetros que definen el problema del consumo, como el ingreso, la calidad ambiental, o la cantidad disponible de un bien.

Figura 6. Cambio en el excedente del consumidor.



4.3. Externalidades

La externalidad es todo costo o beneficio que se impone involuntariamente a cualquier persona. Es decir, es el impacto no compensado de las acciones de una persona sobre el bienestar de otra. Las externalidades son fallas de mercado generados por bienes que no tienen mercado. A consecuencia de esto, no existe una valoración en el mercado de los efectos de ciertas acciones, decididas a un nivel privado, en el bienestar de otros agentes. Esto genera una discrepancia entre valoración social y valoración privada de bienes ya sean públicos, comunes o privados.

De acuerdo al Instituto Nacional de Ecología, la externalidad es el costo de una actividad productiva, que no se ha tomado en cuenta por el sujeto que efectúa decisiones económicas, desde que el mismo no se hace cargo de ellas, puesto que las transfiere a otras personas o a la sociedad como un todo.

Por su parte Azqueta (1994) define externalidad como la actividad que realiza una persona o empresa y la cual repercute sobre el bienestar de otra (o sobre su función de producción o de costo), sin que pueda cobrar un precio o ser compensado por ello.

4.4. Valoración económica del medio ambiente

4.4.1. Definición de bienes y servicios ambientales

Bienes ambientales: son los recursos tangibles generados por el ambiente, que son utilizados por el ser humano como insumos en la producción o en el consumo final, y que se gastan y transforman en el proceso (Carbal, 2009).

Servicios ambientales: son las funciones ecosistémicas, tienen como principal característica que no se gastan y no se transforman en el proceso, pero generan indirectamente utilidad al consumidor. Es decir, son todos los beneficios que proporcionan los distintos ecosistemas por el simple hecho de existir. Los beneficios que se generan por la presencia de los bosques y selvas se obtienen principalmente de los procesos y funciones biológicas propias del ecosistema que, además de influir directamente en el equilibrio ecológico, generan beneficios específicos tanto para las personas y las comunidades que habitan los ecosistemas como para la sociedad global en general.

De acuerdo a la SEMARNAT, los servicios ambientales son los que brindan los ecosistemas forestales de manera natural o por medio del manejo sustentable de los recursos forestales, tales como: la provisión del agua en calidad y cantidad;

la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la generación de oxígeno; el amortiguamiento del impacto de los fenómenos naturales; la modulación o regulación climática; la protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros.

Los principales servicios ambientales que nos brindan los bosques y las selvas a través de su manejo sustentable son:

- ✓ La provisión del agua en calidad y cantidad adecuadas
- ✓ La captura de carbono
- ✓ La generación de oxígeno
- ✓ El amortiguamiento del impacto de fenómenos naturales como deslaves e inundaciones
- ✓ La modulación o regulación climática
- ✓ La protección de la biodiversidad, los ecosistemas y formas de vida
- ✓ La protección y recuperación de suelos
- ✓ El paisaje y la recreación, entre otros

Entre los servicios ambientales hidrológicos a nivel de cuenca destacan:

- ✓ La recarga de los mantos acuíferos
- ✓ El mejoramiento de la calidad del agua
- ✓ El incremento de los flujos hídricos
- ✓ La prevención de desastres naturales, como inundaciones o deslaves
- ✓ La reducción de sedimentos

La provisión de estos cinco servicios ambientales, así como muchos otros, se mejora en la medida que se logre la preservación de los recursos forestales a través de su conservación como cubierta primaria o de su manejo sustentable.

4.4.2. Importancia de la valoración económica

¿Por qué valorar económicamente los bienes y servicios del ambiente? ¿Por qué la naturaleza es valiosa? Una respuesta muy simple es porque la naturaleza es el soporte de los seres vivos. El hecho de valorar económicamente el ecosistema es asignar valores de tipo cuantitativo a los bienes y/o servicios que provee.

Para Azqueta (1994), con el fin de comparar el ambiente con otros componentes del bienestar de la sociedad, todos deben estar expresados en una unidad de medida que, generalmente, es el dinero. La valoración económica es importante porque permite transformar los valores del ambiente (beneficios) a una escala monetaria que facilita la toma de decisiones.

El ambiente tiene valor porque cumple con una serie de funciones que afectan el bienestar de las personas. Las personas se ven afectadas positivamente al gozar de un ambiente sano; si se deteriora el ambiente se verían afectados negativamente.

Vásquez *et al*, (2007), hace referencia a que el ecosistemas naturales tienen diversas funciones pero las más clara son: una es como proveedor de materia prima en los procesos productivos y es la que por lo regular las personas conocen y la otra es que contribuyen a diluir, almacenar y transformar sustancias emitidas

a la atmosferas vertidas a cuerpos de agua o depositadas en el suelo. Dado que existe un problema de escasez relativa debido a que tienen usos alternativos, es necesario valorar económicamente al ecosistema o al medio ambiente con el objetivo de decidir el mejor uso social de los recursos naturales.

4.4.3. Concepto económico de valor

El origen del valor económico proviene del nivel de satisfacción que un bien genera a un individuo, considerando este punto de vista, los bienes y servicios ambientales tiene valor dado que proporciona beneficios o satisfacción al ser humano, aunque el beneficio para cada individuo represente niveles diferentes (Cristeche y Penna, 2008).

Otra forma de concebir el valor, es que el valor de un bien depende de la cantidad total de trabajo contenida o requerida para producir dicho bien, basada en la teoría del valor objetiva de David Ricardo.

Para efectos de esta investigación el valor económico será concebido como el nivel de satisfacción producida por bienes y servicios ambientales y que son expresados en términos monetarios.

4.4.4. Valor económico total

El valor económico total de un recurso natural está conformado por el valor de uso, valor de no uso, valor de opción y valor de existencia.

Londoño, (2006) menciona que el valor económico total está integrado a través de la forma que el ecosistema satisface necesidades humanas: a) Por una parte los organismos que integran al ecosistema tiene propiedades específicas que los dotan de valores de uso directos, los cuales son capaces de satisfacer necesidades de consumo o de producción de la sociedad. b) Por otra, el papel que desempeña la biodiversidad en la sustentabilidad en los ciclos biofísicos, satisfaciendo de esta manera necesidades del ser humano a través de funciones o servicios ecosistémicos generando un beneficio indirecto. También forman parte del valor total el valor de no uso, entre los que se incluyen el valor de: opción, legado y de existencia.

- ✓ Valor de uso directo. Se refiere a los bienes y a los servicios del ecosistema que son utilizados de manera directa por los seres humanos, tales como: materias primas para el proceso de producción, recreación, aire, etc. Son bienes que pueden ser producidos, extraídos, consumidos o disfrutados del ambiente.
- ✓ Valor de uso indirecto. Son todas las funciones ecosistémicas, por ejemplo: regulación de cambios climáticos, formación de suelos, regulación de gases atmosféricos, regulación de los ciclos hidrológicos, control de la erosión y retención de sedimentos, etc.
- ✓ Dentro de los bienes de valor de no uso se considera: valor de opción, valor de legado y valor de existencia.

Valor de opción. Hacen referencia al valor de uso potencial de un recurso, es decir, corresponde a lo que los individuos están dispuestos a pagar hoy

por usar el recurso en el futuro, por ejemplo hábitats conservados, biodiversidad.

Valor de legado. Corresponden al valor que cualquier individuo le asigna a un recurso al saber que otros puedan beneficiarse del mismo en el futuro. Es decir, el valor para las futuras generaciones.

Valor de existencia. Este valor consiste en asignar un determinado valor a un recurso simplemente porque éste existe, aun cuando los individuos nunca han tomado contacto con él, ni lo harán en el futuro, por ejemplo especies en peligro de extinción.

4.5. Métodos de valoración económica

Con frecuencia, existen bienes o servicios ambientales que su precio no es reflejado en el mercado, de forma directa no se les puede asignar un valor monetario. Sin embargo, existen diversos métodos o técnicas con los cuales se puede estimar un valor a esos bienes y servicios.

De acuerdo a Azqueta (2002), los métodos que el análisis económico utiliza para la valoración del medio ambiente persiguen encontrar que importancia tienen para las personas las funciones que realiza el medio ambiente. La valoración surge del grado de percepción por parte de la sociedad de los costos y beneficios que significa la utilización de un recurso. Generalmente se construyen funciones de demanda para los bienes o servicios que consumen los individuos con la finalidad de poder estimar su valor económico.

4.5.1. Métodos de valoración indirecta

Son aquellos que se apoyan en las relaciones que se establecen en las funciones de producción de bienes y servicios, de utilidad, de servicios ambientales, de objeto de valoración o bienes, servicios e insumos productivos que se adquieren en el mercado. Entre los métodos indirectos se consideran: Coste del Viaje, precios hedónicos.

4.5.1.1. Método del coste del viaje (MCV)

El MCV asume que a cada individuo que visita un sitio se asocia con una *transacción implícita* que relaciona los costos de viaje con el valor o precio que debería pagar el visitante por acceder a un lugar específico. Este tiene dos perspectivas: 1) Los individuos escogen un número determinado de viajes para realizar en un periodo de tiempo. En el modelo que usa este tipo de decisión, se estima una función demanda que relaciona el número de viajes y sus respectivos costos, los cuales varían de acuerdo a la distancia por los recreacionista. El valor del flujo de servicios de un sitio en particular está representado por el área bajo la curva de demanda compensada, que es agregada a través de todas las personas que visitan el sitio. 2) Las personas deciden si quieren visitar algún lugar con fines recreativos.

4.5.1.2 Precios Hedónicos

El método de precios hedónicos trata de encontrar el valor de un activo ambiental, que no posee un mercado, relacionándolo con un bien que tiene precio y mercado

definido como por ejemplo, una vivienda. La premisa básica reside en que el valor de una propiedad refleja una corriente de beneficios y que es posible aislar el valor de la característica ambiental u oportunidad recreativa del bien.

4.5.2. Métodos de valoración directa

Los métodos de valoración directa tratan de descubrir el valor que las personas conceden a los distintos recursos ambientales, es decir, las preferencias de los individuo por los bienes ambientales, simulando un mercado en el que pudieran adquirirse (Mendieta, 2002).

El método de valoración directa más importante dentro de las metodologías de valoración no basada en el mercado es el de valoración contingente, también conocido como modelo hipotético, debido a la forma en que se obtiene el valor económico que cada individuo le asigna a un determinado bien o servicio.

4.5.2.1. Método de valoración contingente (MVC)

El método de la valoración contingente trata de simular un mercado mediante encuesta a los consumidores potenciales de los bienes y servicios ambientales. Se les pregunta por la máxima cantidad de dinero que pagarían por el bien si tuvieran que compararlo, como hacen con los demás bienes o la cantidad mínima dispuestos a aceptar con tal de renunciar a un beneficio individual en deterioro del ambiente, de esta forma se deduce el valor que para el consumidor tiene el bien en cuestión (Riera, 1994). Emplea como principal herramienta los

cuestionarios en la cual se hacen preguntas específicas sobre un bien o servicio ambiental muy particular.

Dado que la presente investigación tiene como objetivo estimar el valor económico para la conservación del bosque que se localiza en la parte alta de la cuenca de laguna Tecocomulco, a través de valoración contingente, es importante que se conozca las etapas de éste método en particular.

Diseño de la encuesta

Los cuestionarios juegan un papel importante dentro del método de valoración contingente. Es fundamental que el mercado hipotético sea bien definido. De acuerdo a Hanemann, el punto crucial de las encuestas es la forma cómo se obtiene el valor que los individuos asignan a ciertos bienes o servicios. El punto radica que la formulación de la pregunta debe situar a los individuos encuestados en situaciones específicas y realistas, en lugar de situaciones abstractas.

Es indispensables que las encuestas contengan, por lo menos tres partes (Portney, 1994). En primer lugar, debe contener el mercado hipotético, la cual es la base para pedirle al encuestado que se valore o vote sobre las cuestiones ambientales, la descripción del mercado hipotético debe procurar dar al entrevistado una imagen clara sobre el bien o servicio ambiental que se le está pidiendo su valor.

Posteriormente, la encuesta debe contener un mecanismo para la obtención de valor o una elección del encuestado. Estos mecanismos pueden adoptar muchas

formas como: preguntas abiertas (¿Cuál es la cantidad máxima que estaría dispuesto a pagar por...?), formato de subasta ofrece precios mayores o menores de acuerdo a la primera respuesta (¿Usted pagaría \$5 para este programa? ¿Sí? ¿Pagaría \$ 10? ...) o dicotómico simple (¿Está usted dispuesto a pagar X cantidad? respuesta SI/NO).

Por último, las encuestas deben incluir preguntas sobre las características socioeconómicas de los encuestados, así como información sobre la percepción ambiental.

La DAP o DAC

Definición de DAP. La disposición a pagar refleja la máxima cantidad de dinero que una persona está dispuesto a pagar por un determinado bien o servicio ambiental.

Definición de DAC-DAA La disposición a ser compensado refleja la mínima cantidad que una persona está dispuesto a recibir por renunciar a dicho bien o por no recibir el servicio del cual obtiene beneficio.

El panel de expertos convocados por NOAA recomienda la utilización del DAP como medida de bienestar con el objetivo de obtener unas estimaciones más conservadoras y minimizar el riesgo de sobre estimación.

Existen estudios que demuestran que en los casos donde se ha incluido los dos tipos de preguntas (preguntas sobre la DAA y la DAP) para hacer la comparación, la DAP suele ser más conservadora (Bishop y Heberlein, 1979, Silva *et al*, 2010).

Principales sesgos

Dado que el método de valoración contingente se basa en la simulación de mercado, es común que existan sesgos, a continuación se menciona los sesgos más comunes:

Azqueta (1994), señala los posibles sesgos de la metodología:

(a) Sesgo de ámbito. La disposición a pagar depende como se presenta el servicio ambiental: aislado o formando parte del sistema.

(b) Sesgo estratégico. Los encuestados pueden dar una respuesta falsa para influir políticamente sobre el servicio ambiental.

(c) Sesgos de la hipótesis. Puede ocurrir una diferencia entre la cantidad declarada y la cantidad real a pagar.

(d) Sesgo de diseño. Se ha encontrado que la información que se suministra al encuestado influye en la disposición a pagar.

Es de vital importancia considerar estos elementos en la formulación y aplicación de la encuesta, para tratar de minimizar sesgo en los datos obtenidos.

Riera (1994) hace referencia a las siguientes fuentes de sesgos que tienen que ver con: muestreo; planteamiento teórico (derechos de propiedad y disposición al pago o disposición a ser compensado); actitud del encuestado (estrategia, complacencia con el promotor de la encuesta o el entrevistador, interpretación de las medidas, restricciones presupuestarias); pistas implícitas para la valoración

(importancia, ordenación o jerarquización, comparaciones, tanteo o rangos, precio de partida y formato cerrado); percepción del contexto (planteamiento inexacto del contexto, credibilidad y forma de provisión del bien, idealización, confundir la parte con el todo).

Estructura del modelo de elección discreta

Hanemann (1984) y Cameron (1988), desarrollaron formulaciones teóricas sobre el método de VC con formato binario. A continuación se describe el modelo de diferencia de la función indirecta de utilidad, propuesto por Hanemann, el cual permite estimar el cambio en el bienestar.

Modelo de la diferencia de la función indirecta de utilidad

El método de VC parte de la pregunta ¿estaría dispuesto a pagar una cantidad igual a A_t unidades monetarias, por una mejora en la calidad ambiental del recurso? Considerando la maximización de la utilidad del consumidor cuando se incorpora la demanda por servicios ambientales, desde el punto de vista la teoría microeconómica, la función indirecta de utilidad está dada por:

$$u_j = v_j(p, y; z_j) \quad ec. 2$$

Donde:

$j = 0$, Es la situación inicial

$j = 1$, Es la situación modificada

p , Es el vector de precios,

y Es el ingreso

z_j Es el vector de calidad bienes ambientales y/o características socioeconómicas del individuo.

Se asume que el nivel de utilidad que el individuo puede alcanzar está condicionado por el z_j en la modelación de la respuesta del DAP.

El supuesto principal de VC, es que las funciones de utilidad tienen componentes que el investigador desconoce, esto sirve para generar una estructura estocástica para la función de utilidad (ec. 2). De esta manera se considera la función indirecta de utilidad es una variable aleatoria con alguna distribución de probabilidad para los parámetros con medias que dependen de las características observables del individuo, por lo que la ecuación 2, se puede reescribir como:

$$u_j = v_j(p, y; z_j) + \varepsilon_j \quad \text{ec. 3}$$

$$j = 0, 1,$$

Donde ε_0 y ε_1 son variables aleatorias independientes e idénticamente distribuida (*i. i. d*) con media cero.

El modelo de VC enfrenta al individuo a una elección entre una mejora de la calidad ambiental (de z_0 a z_1), por la cual debe pagar una cantidad A_t , o simplemente no tener mejora y no pagar, hay que tener en cuenta que la verdadera valoración del recurso no es observable. Sin embargo, es factible a partir de las respuestas, si la valoración es mayor o menor que la cantidad

ofrecida A_t (McConnell, 1990) citado por Vásquez. En base a lo anterior podemos conocer la probabilidad de una respuesta positiva por parte del individuo, la cual está dada por la siguiente expresión:

$$Pr(si) = Pr[v_1(p, y - A_t; z) + \varepsilon_1 > v_0(p, y; z_0) + \varepsilon_0]$$

$$Pr(si) = Pr[v_1(p, y - A_t; z_1) > v_0(p, y; z_0) > \varepsilon_0 - \varepsilon_1]$$

$$Pr(si) = Pr[\Delta v > \varepsilon_0 - \varepsilon_1]$$

$$Pr(si) = Pr[\Delta v > \eta]$$

$$Pr(si) = F_n(\Delta v) \quad ec. 4$$

Donde F_n es la función de distribución acumulada de η y $\eta = \varepsilon_0 - \varepsilon_1$. Al elegir una distribución para η , y especificando apropiadamente $v(\cdot)$, los parámetros de la diferencia indicada por Δv pueden ser estimados con la cantidad de disponibilidad a pagar de los individuos generados a través de la respuesta a la pregunta binaria y la información sobre las características socioeconómicas de los encuestados.

Las formas funcionales para la función indirecta de utilidad propuestas por Hanemann (1984) y Bishop y Herberlein (1979) se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 19. Funciones de utilidad.

Nombre	Función v	Forma funcional
Función indirecta de utilidad lineal	$v_i = \alpha_i + \beta y + \varepsilon_i$	$\Delta v = \alpha - \beta A_t$
Función indirecta de utilidad semi-log	$v_i = \alpha_i + \beta \ln y + \varepsilon_i$	$\Delta v = \alpha + \beta \ln(1 - \frac{A_t}{y})$
Función indirecta de utilidad de Bishop y Herbelein	$v_0 = y + \delta$ $v_1 = y + \delta + \exp \frac{\alpha + \varepsilon}{\beta}$	$\Delta v = \alpha - \beta \ln A_t$
Función indirecta de utilidad Box-Cox	$v_j = \alpha_j + \beta_j (\frac{y^\lambda - 1}{\lambda})$	$\Delta v = \alpha + \frac{\beta_1}{\lambda} (y - A_t)^\lambda - \frac{\beta_0}{\lambda} y^\lambda + \frac{\beta_0 - \beta_1}{\lambda}$

Fuente: Vásquez *et al*, 2007.

Función indirecta de utilidad lineal

A continuación se describe la función indirecta de utilidad lineal:

$$v_i = \alpha_i + \beta y + \varepsilon_i \quad \beta > 0 \text{ y } i = 0,1 \quad ec.5$$

Donde α y β son funciones del vector de calidad bienes ambientales y/o características socioeconómicas del individuo (z). Por lo que se puede expresar para la situación inicial como:

$$v_0 = \alpha_0 + \beta y + \varepsilon_0 \quad ec.6$$

Y la situación final se puede escribir de la siguiente manera:

$$v_1 = \alpha_1 + \beta(y - A_t) + \varepsilon_1 \quad ec.7$$

$$v_1 = \alpha_1 + \beta(y - DAP) + \varepsilon_1$$

El cambio de la función de utilidad queda descrita como:

$$\Delta v = \alpha_1 + \beta(y - DAP) - (\alpha_0 + \beta y)$$

$$\Delta v = (\alpha_1 - \alpha_0) - \beta DAP$$

$$\Delta v = \alpha - \beta DAP \quad ec. 8$$

La función de distribución de probabilidad es:

$$P = Fn(\Delta v) = (1 + e^{-(\alpha - \beta DAP)})^{-1}$$

Función indirecta de utilidad de Bishop y Herberlein

El cambio en la función de utilidad está dada por:

$$\Delta v = \alpha - \beta \ln C + \eta; \quad AP \quad ec. 9$$

Donde $C = A_t = DAP$ es definitiva por: $\ln C = \frac{\alpha + \eta}{\beta}$ entonces $C = e^{\frac{\alpha}{\beta}} e^{\frac{\eta}{\beta}}$

Media, mediana como medida de bienestar

Para medir la disposición a pagar, se emplea la media y la mediada; para el caso particular de una función indirecta de utilidad lineal, la media y la mediana se calcula de la misma manera. La media se puede obtener de la ecuación 8, despejando la DAP, la cual se expresa como:

$$DAP_{media} = \frac{\alpha}{\beta} \quad ec. 10$$

En el caso de función indirecta de utilidad de Bishop y Herberlein el cálculo de la mediana es a través de la formula siguiente:

$$DAP_{mediana} = e^{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)} \quad ec. 11$$

Y la media se obtiene aplicando la siguiente expresión:

$$DAP_{media} = e^{\left(\frac{\alpha}{\beta}\right)} E\left(e^{\left(\frac{\eta}{\beta}\right)}\right) \quad ec. 12$$

Donde $E\left(e^{\left(\frac{\eta}{\beta}\right)}\right) = \frac{\pi}{\beta * \text{seno}\left(\frac{\pi}{\beta}\right)}$

Criterios para validar la DAP

Es importante tener en cuenta que criterios utilizar para considerar la estimación de la DAP como válida, Haab y McConnell (1998, 2002) proponen tres criterios de validación de la DAP:

1) La DAP debe tener un límite inferior no negativo y un límite superior no mayor que el ingreso ($0 \leq DAP \leq Y_j$);

Desde el punto de vista económico no es aceptable una DAP negativa, debido a que los servicios ambientales son considerados bienes públicos y los bienes públicos no proporcionan utilidad negativa, esto porque los bienes públicos que no proporcionan bienestar al consumidor simplemente pueden ser ignorados por el individuo (Haab y McConnell, 1997).

2) La estimación y el cálculo de la DAP deben llevarse a cabo con truncamiento no arbitrarios, y

3) Debe existir consistencia entre la aleatoriedad de la estimación y el cálculo.

Con base en los criterios anteriores debe juzgarse la estimación de los parámetros del modelo; por lo que es importante detectar si la regresión estima DAP negativa, si es el caso que el modelo estime valores negativos en la DAP, se requiere la aplicación de un modelo restringido.

Límites de los modelos logit

Una forma para corregir la DAP negativa es estimar un modelo restringido y truncar la $E[DAP]$ entre cero y el ingreso en la etapa de cálculo ó cero y el monto máximo a pagar declarado por el encuestado. Una manera directa de derivar un modelo que limite la DAP correctamente, se presenta en la expresión siguiente:

$$DAP_j = G(Z_j\gamma + \varepsilon_j)y_j \quad ec. 13$$

Donde $0 \leq G(Z_j\gamma + \varepsilon_j) \leq 1$ y $G'(Z_j\gamma + \varepsilon_j) \geq 0$. La función $G(Z_j\gamma + \varepsilon_j)$ es la DAP como proporción del ingreso. La expresiones 14,15 y 16, puede utilizarse el monto máximo declarado por los encuestados o el ingreso máximo, en este caso particular la versión del modelo es:

$$DAP_j = \frac{Monto\ max}{1+e^{-(Z_j\gamma-\varepsilon)}} \quad ec. 14$$

Si el ε se distribuye logísticamente con $(0, \sigma^2)$ entonces la probabilidad es definida por:

$$\Pr(s_i) = 1 - F_{DAP}(t) = \frac{1}{1 + e^{-[z_j \gamma - \ln(\frac{\text{monto max} - \text{monto}}{\text{monto}})] / \sigma}} \quad \text{ec. 15}$$

Y la media se calcula como:

$$E(DAP) = \frac{\text{Monto max}}{1 + e^{-z_j(\frac{\alpha}{\beta})}} \quad \text{ec. 16}$$

Modelo econométrico

Los posibles modelos econométricos utilizados para realizar la valoración económica del bien o servicio ambiental dependerán del formato elegido en el cuestionario para obtener el DAP o DAA.

De acuerdo Riera (1994) la DAP se ajusta a una distribución de probabilidad normal o logística. Si se decide emplear el supuesto de la distribución logística, el modelo se denomina logit, y si por el contrario se opta por emplear la distribución normal, el modelo se llama probit. La distribución logit o logística, es una de las más utilizadas en estudios de VC.

En el modelo logit de máxima verosimilitud, se asumirá que:

$$Y_i = \alpha + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad \text{ec. 17}$$

Donde:

Y_i Es inobservable, pero se manifiesta a través del indicador de la variable discreta,

$$Y_i = \begin{cases} 1 & \text{si ocurre el evento,} \\ 0 & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

X_{ki} son las variables explicativas

ε_i es la variable aleatoria que se distribuye normal $N(0, \sigma^2)$

Su característica principal de este modelo es que las observaciones se dividen en dos grupos. En el primer grupo se encuentran las observaciones que donde sí ocurrió el evento esperado ($Y_i = 1$), en el caso particular de este estudio es la respuesta afirmativa de la disposición a pagar para conservar el bosque. El segundo grupo es el evento que no ocurrió ($Y_i = 0$), es decir, un DAP negativa.

El modelo logit se basa en la función logística:

$$F_z = \frac{1}{1+e^{-z}} = \frac{e^z}{1+e^z} \quad \text{ec. 18}$$

Las probabilidades de que la variable independiente tome el valor de 1 y 0 son:

$$P(Y = 1) = E(Y_i|X = x) = \frac{e^{z_i}}{1+e^{z_i}} \quad \text{ec. 19}$$

$$P(Y = 0) = 1 - \frac{e^{z_i}}{1+e^{z_i}} = \frac{1}{1+e^{z_i}} \quad \text{ec. 20}$$

Donde

$$z_i = \beta_1 + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki}$$

El método utilizado para estimar los parámetros del modelo, es el de Máxima verosimilitud. La interpretación de los parámetros estimados en el modelo logit, así como el signo correspondiente a cada parámetro indica la relación que guarda

las variables explicativas con la variable dependiente, siendo la variable dependiente la DAP, es decir, indica si la probabilidad aumenta o disminuye cuando aumenta la variable explicativa correspondiente o viceversa. Es importante tener en cuenta que el modelo logit parte del supuesto de una relación no lineal entre las variables explicativas y la probabilidad de ocurrencia del evento, cuando aumenta en una unidad la variable explicativa los incrementos en la probabilidad normalmente no son iguales.

V. METODOLOGÍA

La metodología para realizar esta investigación, comprende la utilización del método de valoración contingente (MVC) para estimar el valor monetario para la conservación del bosque de la parte alta de la cuenca de estudio. Se trabajó en los municipios de Apan, Almoloya y Tepeapulco. Los materiales que se requirió fueron: paquetes computaciones como N-Logit versión 4.0, Microsoft Office, y los cuestionarios para recopilar la información necesaria.

5.1. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se procedió a realizar un muestreo aleatorio simple (MAS), obteniendo el tamaño de la muestra mediante la ecuación:

$$n = \frac{N}{1 + \frac{e^2(N-1)}{z^2pq}}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra que se quiere encontrar

N =Tamaño de la población

e = Error aceptado (0.06)

pq = 0.25

$Z_{\alpha/2}$ = Confianza de 95%

Para el valor de N se consideró la suma de la población económicamente activa de cada municipio con base en los datos reportado por INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. De esta manera la PEA por municipio fue de: 16,046 habitantes de Apan, 4,120 de Almoloya y 20,252 de Tepeapulco (N=40,418). El tamaño de la muestra quedó conformado por 266 cuestionarios, que es lo que formó el mercado hipotético para este estudio.

Para determinar el número de encuestas a aplicar por municipio se consideró en proporción a la población económicamente activa utilizando la siguiente formula:

$$n_h = \frac{(n) * (h)}{N}$$

Donde:

n_h Representa el número de cuestionarios a aplicar por municipio.

n Es el tamaño de la muestra total calculada anteriormente.

h Es la población económicamente activa por municipio.

N La población económicamente activa de los tres municipios.

El tamaño de la muestra por municipio quedó distribuida como sigue: Almoloya con 27, Apan con 106 y Tepeapulco con 133 cuestionarios.

5.2. Diseño y aplicación del cuestionario

Para elaborar el cuestionario primero se eligió la población objetivo. Se consideró como población objetivo: los habitantes (de 18 años en adelante) de los municipios Apan, Almoloya y Tepeapulco, con la finalidad de tener una mayor probabilidad de que las personas elegidas fueran económicamente activas y perciban un ingreso.

Se seleccionó municipios que se localizan en la parte baja de la cuenca, porque es donde se encuentran los cultivos agrícolas que han sufrido inundaciones por azolvamiento de la laguna, ocasionado por las acciones que realizan los habitantes que se encuentran en la parte alta y media de la cuenca, afectando directamente a la población de estos municipios.

Para poder recopilar la información que permitiera la estimación del monto de dinero que las personas están dispuestos a pagar, se utilizó como principal herramienta el cuestionario, mismo que fue diseñado en tres secciones:

1) ¿Cómo perciben los habitantes los recursos naturales que se encuentra en la cuenca? Conocimiento sobre los beneficios del bosque y el nivel de deterioro ambiental.

2) ¿Está dispuesto a pagar por conservar los bosques? ¿Cuánto está dispuesto a pagar? Esta sección es la más importante, permitió capturar la información del monto de dinero que el encuestado está dispuesto a pagar mensual, lo cual es la base para realizar el análisis de la valoración económica, que es objeto de este trabajo de investigación.

3) ¿Cuáles son las características socioeconómicas de la población encuestada? Este apartado permitió conocer las principales variables que influyeron o determinaron la probabilidad de una disposición a pagar para conservar el bosque.

Una vez que el cuestionario fue diseñado y revisado se procedió a su aplicación, a habitantes del municipio de Apan, Almoloya y Tepeapulco mediante encuesta personal con el objetivo de lograr el máximo de preguntas con respuestas.

5.3. Modelación econométrica

5.3.1. Modelo tradicional

Inicialmente se planteó trabajar con una función indirecta de utilidad lineal de la forma funcional $\Delta v = \alpha - \beta A_t$. Para la modelación matemática se consideró la variable DAP como dependiente y las variables independientes fueron las características socioeconómicas del encuestado.

La modelación se realizó a partir del modelo econométrico de distribución logística con el programa de N-Logit versión 4.0, considerando como variable dependiente la DAP y como variables explicativas: MAP, ING, EDA, GEN, TF, PA y BAM. El modelo propuesto se expresó de la siguiente manera:

$$DAP|_{si} = \alpha + \underbrace{\beta_1 MAP}_{(-)} + \underbrace{\beta_2 ING}_{(+)} + \underbrace{\beta_3 EDA}_{(-)} + \underbrace{\beta_4 EDU}_{(+)} + \underbrace{\beta_5 GEN}_{(\pm)} + \underbrace{\beta_6 TF}_{(-)} + \underbrace{\beta_7 PA}_{(+)} + \underbrace{\beta_8 BAM}_{(+)} + \varepsilon$$

Modelo logit tradicional

Donde α es el intercepto de la función β_2, \dots, β_8 , es el coeficiente de las variables socioeconómicas y características del bien ambiental (explicativas) y β_1 es el coeficiente de la Monto a pagar (MAP). Estos parámetros pueden ser estimados por máxima verosimilitud.

A continuación se describe las variables empleadas en el modelo.

Cuadro 20. Descripción de las variables empleada en el modelo propuesto.

VARIABLE	DESCRIPCION	TIPO DE VARIABLE	CODIFICACIÓN	SIGNO ESPERADO
DAP	Probabilidad de que el encuestado (a) responda afirmativamente.	Dependiente y Dicotómica	SI=1 Está dispuesto a pagar; NO=0 No está dispuesto a pagar	_____
BAM	Tiene o no conocimiento sobre los beneficios que proporciona el bosque.	Independiente y Dicotómica	SI=1, Tiene conocimiento; NO=0, No tiene conocimiento	Positivo
PA	Percepción de problemas ambientales.	Independiente y Dicotómica	SI=1, Existen problemas ambientales; NO=0, No existen problemas ambientales	Positivo
GEN	Indica el género del encuestado (a)	Independiente y Dicotómica	Mujer=0; Hombre=1	Indistinto
TF	Variable que indica el tamaño del hogar del encuestado (a).	Independiente y ordenada categóricamente	1 a 3 personas=1 4 a 6 personas=2 7 a 11 personas=3	Negativo
EDU	Nivel educativo del encuestado(a).	Independiente y ordenada categóricamente	No fue a la escuela=0; Primaria=1; Secundaria=2; Preparatoria=3; Licenciatura=4.	Positivo
EDA	Índica la edad del encuestado (a).	Independiente y ordenada categóricamente	18 a 25 años=1; 26 a 35 años=2 36 a 45 años=3; 46 a 60 años=4 Mayor de 60 años=5	Negativo
ING	Ingreso mensual en pesos de la persona encuestada.	Independiente y ordena categóricamente	Menos de \$4,000.00=1 \$4,001 a \$6,000.00=2 \$6,001.00 a \$8,000.00=3 \$8,000.00 a \$10,000.00=4 \$10,001.00 a \$12,000.00=5 \$12,001.00 a \$14,000.00=6 \$14,000.00 a \$16,000.00=7 Más de \$16,000.00=8	Positivo
MAP	Cantidad mensual en pesos que el encuestado (a) está dispuesto a pagar por conservar el bosque.	Independiente y continua	_____	Negativo
MAP1	Variable transformada del MAP que representa el logaritmo del monto que está dispuesto a pagar el encuestado (a) acotada por el monto máximo.	Independiente y continua	_____	Negativo
ε	Es el termino de error	_____	_____	_____
β	Los parámetros a estimar	_____	_____	_____
α	La constante de la función	_____	_____	_____

Fuente: Elaboración propia

5.3.1.1. Cálculo para la estimación de la media o mediada de la DAP

En el primer modelo propuesto (logit tradicional) debido a que es una función indirecta de utilidad lineal, la media y la mediana se calcula de la misma manera.

La fórmula es:

$$DAP_i = \frac{\alpha}{\beta}$$

$$\overline{DAP} = \frac{\alpha + \sum_{i=2}^9 \beta_i z_i}{\beta_1}$$

Donde:

z_i Es el vector de características socioeconómicas y calidad del servicio ambiental del encuestado.

$\beta_i = \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6 + \beta_7 + \beta_8 + \beta_9$, Son los coeficientes de las variables socioeconómicas y ambientales

β_1 Es el coeficiente de la variable MAP

α Es la constante de la función.

5.3.2. Modelo restringido

La aplicación de un modelo restringido se justifica cuando la estimación de la DAP da valores negativos.

El procedimiento para estimar el modelo restringido es el siguiente Haab y McConnell (2002):

1. Definir las respuestas si/no de la pregunta de valoración contingente tal que: Sí se codifica como 1 y No se codifica como 0.
2. Definir la matriz X tal que contenga las variables del vector z y la variable restringida: $\ln\left(\frac{MAP_{max}-PMAP}{MAP}\right)$. Recordemos que la variable MAP es el monto que el encuestado está dispuesto a pagar.
3. Estimar el modelo logit con cualquier software estadístico, con la DAP como variable dependiente y la matriz X como las variables independientes.
4. Recuperar los parámetros estimados. Los coeficientes del vector z representan la estimación de α y el coeficiente de la variable $\ln\left(\frac{MAP_{max}-PMAP}{MAP}\right)$ es el valor de β .

Con base en el procedimiento descrito anteriormente, fue necesaria la creación de una nueva variable.

$$MAP1 = \ln\left(\frac{MAP_{max} - MAP}{MAP}\right)$$

MAP1 Es la variable restringida, variable del monto a pagar truncada entre cero y el límite máximo del monto a pagar, tal y como lo sugiere Haab y McConnell (2002).

Rescribiendo el modelo 1, con la nueva variable queda como:

$$DAP|_{si} = \alpha + \underbrace{\beta_1 MAP1}_{(-)} + \underbrace{\beta_2 ING}_{(+)} + \underbrace{\beta_3 EDA}_{(-)} + \underbrace{\beta_4 EDU}_{(+)} + \underbrace{\beta_5 GEN}_{(\pm)} + \underbrace{\beta_6 TF}_{(-)} + \underbrace{\beta_7 PA}_{(+)} + \underbrace{\beta_8 BAM}_{(+)} + \varepsilon$$

Modelo restringido

5.3.2.1. Estimación de la media de la DAP en el modelo restringido

El procedimiento descrito anteriormente implica que el modelo restringido se adapte a la forma funcional $\Delta v = \alpha - \beta \ln A_t$, de la función indirecta de utilidad de Bishop y Herbelein modificado por Haab y McConnell (2002).

De acuerdo con los datos obtenidos en esta investigación, para estimar la DAP del modelo restringido, se consideraron \$95.00 como el monto máximo declarado como disposición a pagar. Se empleó la fórmula siguiente:

$$DAP_i = \frac{MAP \max}{1 + e^{\left(-z_j \frac{\alpha}{\beta} - \varepsilon\right)}}$$

Para el cálculo de la mediana de la DAP la expresión se define como:

$$DAP_{mediana} = \frac{MAP \max}{1 + e^{\left(\frac{\alpha}{\beta} - \varepsilon\right)}}$$

$$DAP_{mediana} = \frac{95}{1 + e^{\left(-\frac{\alpha}{\beta}\right)}}$$

La media de la DAP viene dada por la forma:

$$DAP_{media} = \frac{95}{1 + e^{\left(-\frac{\alpha}{\beta}\right) * E\left(e^{\frac{\eta}{\beta}}\right)}}$$

Donde $E\left(e^{\frac{\eta}{\beta}}\right) = \frac{\pi}{\beta * \text{sen}\left(\frac{\pi}{\beta}\right)}$, reescribiendo la fórmula anterior:

$$DAP_{media} = \frac{95}{1 + e^{\left(-\frac{\alpha}{\beta}\right) * \left(\frac{\pi}{\beta * \text{sen}\left(\frac{\pi}{\beta}\right)}\right)}}$$

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Análisis descriptivo de las encuestas

6.1.2. Caracterización de la población en la región de estudios

6.1.2.1. Variables socioeconómicas

Población

Se aplicaron 266 encuestas distribuidas de la siguiente manera: 27 en Almoloya, 106 en Apan y 133 en Tepeapulco. Del total de los encuestados 131 personas fueron mujeres que representan el 49.25% de la población encuestada y 135 hombres que representan el 50.75% (cuadro 21).

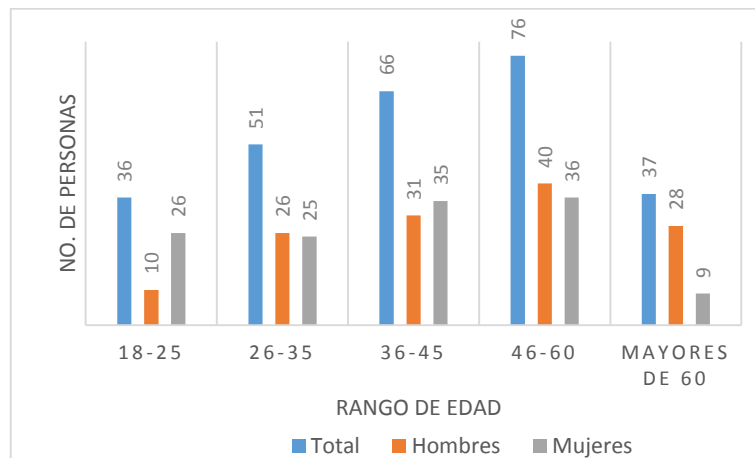
Cuadro 21. Género de la población encuestada por municipio.

Personas	Mujeres	Porcentaje	Hombres	Porcentaje	TOTAL
Almoloya	12	44.44	15	55.56	27
Apan	53	50.00	53	50.00	106
Tepeapulco	66	49.62	67	50.38	133
TOTAL	131	49.25	135	50.75	266

Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

La edad del 53.4% (142 personas) de población encuestada se encuentra entre 36 y 60 años, 13.5% (36 casos) corresponde al rango entre 18 y 25 años y el 13.9% (37 encuestados) son mayores de 60 años (figura 7).

Figura 7. Edad de la población por rango.



Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Educación

De acuerdo a la información de las encuestas, se obtuvo que la mayoría de la población, al menos fue a la primaria, solo se reportaron 6 casos donde las personas no fueron a la escuela representando el 2% de la población muestral; el 15% cursó el nivel de primaria, 32% secundaria, 36% preparatoria y el 13.5% estudió licenciatura (cuadro 22).

Cuadro 22. Escolaridad de la población.

Nivel	No. De casos	Porcentaje	Hombres	Mujeres
Sin estudios	6	2.26	3	3
Primaria	41	15.41	29	12
Secundaria	86	32.33	39	47
Preparatoria	97	36.46	43	53
Licenciatura	36	13.53	20	16
TOTAL	266	100.00	135	131

Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas

En el cuadro 23 se presenta el nivel educativo predominante por municipio: en Almoloya el nivel predominante fue secundaria con un 37% de los encuestados (10 casos), en Apan fue la preparatoria con 44 encuestados (41.5% de la población), y Tepeapulco secundaria y preparatoria con 46 casos (34.6% de los encuestados).

Cuadro 23. Escolaridad de la población por municipio.

Nivel de educación	Almoloya	Apan	Tepeapulco
Sin estudios	1	3	2
Primaria	7	10	24
Secundaria	10	30	46
Preparatoria	7	44	46
Licenciatura	2	19	15

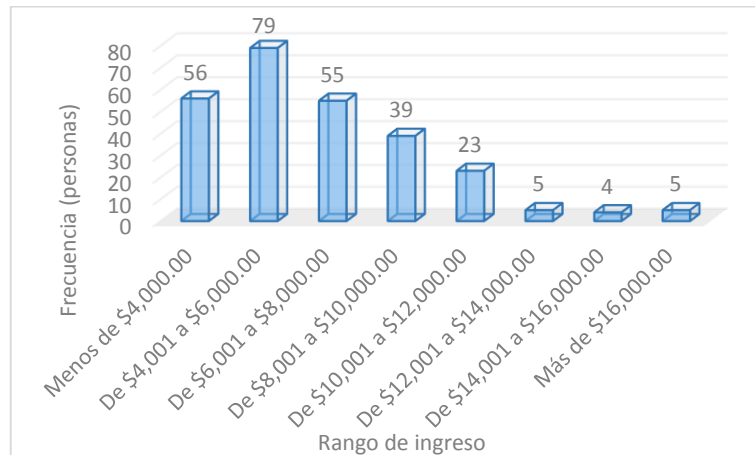
Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas

Ingreso

El ingreso de la población encuestada en promedio fue de \$6,700.00 mensuales. Se agruparon en 8 rangos para efectos de analizar dónde se concentró el ingreso. El 71% de la población declaró un ingreso menor o igual de \$8,000.00 mensuales (21.1% menos de \$4,000.00, el 29.70% entre \$4001.00 y \$6,000.00 y el 20.68%

entre \$6001.00 y \$8,000.00 mensuales). Menos del 2% de la población dijo percibir un ingreso mensual mayor a \$16,000.00 (figura 8).

Figura 8. Frecuencia del ingreso.



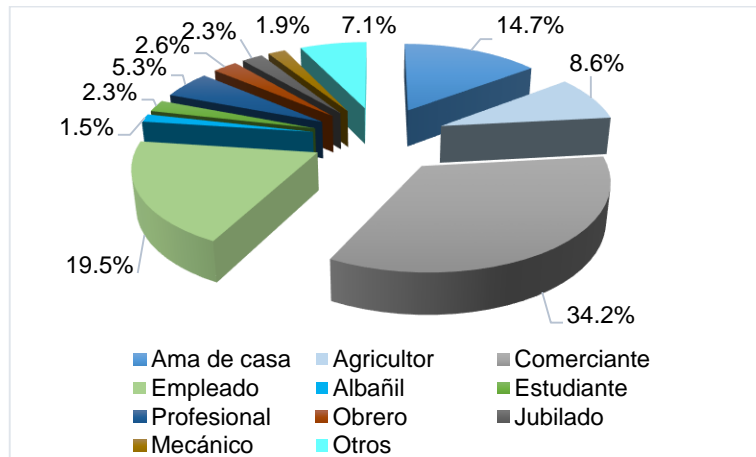
Fuente: Elaboración propia con base a las encuestas.

Ocupación

El sector terciario es el que registró mayor actividad, pues 91 personas son comerciantes que equivalen al 34.2% del total de la población de la muestra, el 19.5% (52 casos) son empleados (gobierno o empresas privadas), le sigue con 14.7% el rubro de ama de casa (39 personas), mientras que la actividad agrícola sólo representó el 8.6% de la población (23 encuestados).

Como se puede observar en la figura 9, predomina la actividad comercial sobre las actividades del sector primario, dado que la población en su mayoría vive en zona urbana.

Figura 9. Principales actividades de la población encuestada.

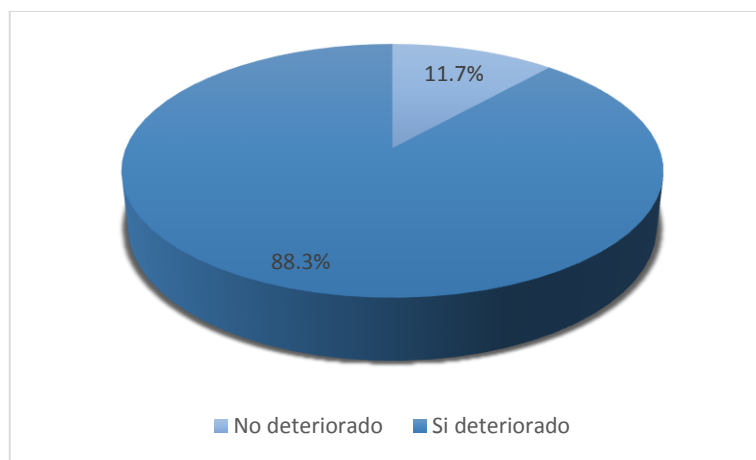


Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.
 El profesional incluye: abogado, arquitecto, profesor, M.V.Z, ingenieros, psicólogo.
 Otros incluye: artesano, carnicero, carpintero, herrero, plomero, zapatero, taquero, estilista, fotógrafo.

6.1.2.2. Variable de percepción ambiental

El 88.3% de la población (235 personas), al preguntárseles si consideran que el medio ambiente donde viven está deteriorado, respondieron que sí, no se consideran ajenos a la problemática de la cuenca de Tecocomulco. Mientras que el 11.7% restante no percibe ningún tipo de problemas ambientales (figura 10).

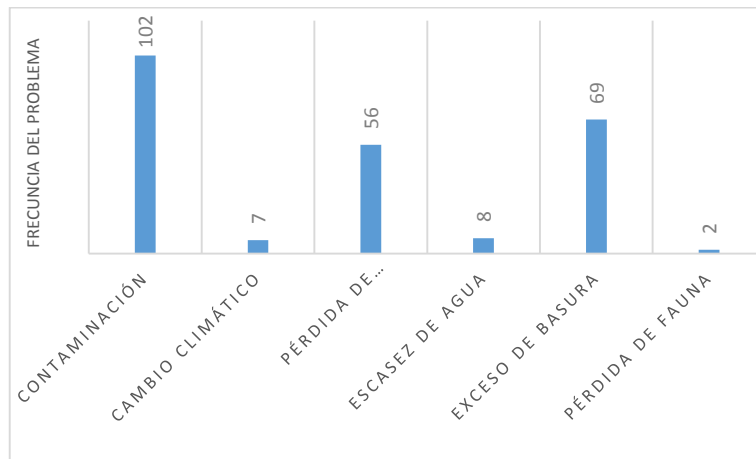
Figura 10. Percepción ambiental.



Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Los principales problemas que se observaron en la región de acuerdo a la información obtenida fueron: primero y el más común, la contaminación del agua y del aire; segundo, exceso de basura y tercero, pérdida de la vegetación principalmente de los bosques por la tala clandestina y los incendios; existen otros problemas identificados, sin embargo, para la población son menos graves (figura 11).

Figura 11. Problemas ambientales en la región.



Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Nivel deterioro

Los elementos que se consideraron para medir el deterioro ambiental de acuerdo a la valoración de los encuestados fueron: agua, aire, bosque, suelo, flora y fauna, y paisaje; la evaluación se calificó bajo los siguientes criterios: no percibe deterioro, percibe poco y percibe mucho deterioro (cuadro 24).

Los recursos que más del 50% de las personas de la muestra consideraron que sufren deterioro fueron: agua, aire y bosque. El agua es el recurso que perciben

con mayor deterioro, el 63.7% de los encuestados aprecian mucho deterioro; mientras que el 26.7% observa que hay poco deterioro. En segundo lugar se encuentra el aire, el 57.1% piensa que existe un alto daño en la calidad del aire; y el 23.3% considera que la pérdida en la calidad del aire es poco. Y por último el bosque, el 45.1% cree que la devastación de las áreas boscosas es alta; el 16.9% que es baja. Los elementos restantes: flora y fauna y paisaje (como vista escénica), el 61.7%, 76.7% y 81.2% de la población no perciben un cambio ambiental negativo, en estos factores, respectivamente.

Cuadro 24. Elemento y nivel deterioro.

Nivel	Nada	Poco	Mucho
Agua	25	71	170
Porcentaje	9.4	26.7	63.9
Aire	52	62	152
Porcentaje	19.5	23.3	57.1
Bosque	101	45	120
Porcentaje	38.0	16.9	45.1
Suelo	164	36	66
Porcentaje	61.7	13.5	24.8
Flora y fauna	204	23	39
Porcentaje	76.7	8.6	14.7
Paisaje	216	22	28
Porcentaje	81.2	8.3	10.5

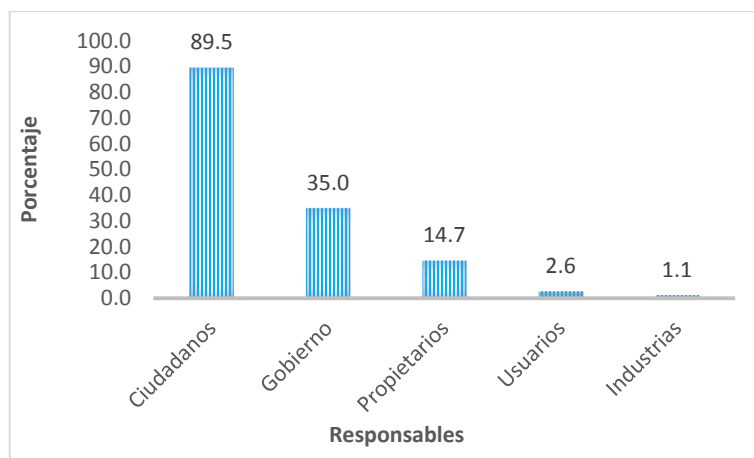
Fuente: Elaboración propia en base a las encuestas.

Para los ciudadanos que respondieron afirmativamente creen que las principales acciones con las cuales se impacta negativamente al medio ambiente son: fumar, utilizar plásticos, químicos, uso de aerosoles y detergentes, desperdiciar agua, etc. Las acciones que afectan positivamente al ambiente son: clasificar la basura, tener la cultura de reciclar, hacer un uso racional del agua, consumir lo menos posible energía eléctrica, no tirar basura a los ríos ni en la calle.

Actores principales en el cuidado del medio ambiente

Para poder identificar los actores principales en el cuidado del medio ambiente, se les preguntó quiénes consideran que son los responsables de cuidar el agua, aire, bosque, suelo, flora y fauna y paisaje. A lo cual la mayoría piensa que somos los ciudadanos con el 89.5% de los casos, eso indica que existe una valoración hacia al medio ambiente, un 35% considera que debe ser el gobierno y 14.7% los propietarios de los bosques (figura 12).

Figura 12. Actores responsables del cuidado del medio ambiente.



Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

6.1.2.2. Variable de conocimiento sobre los beneficios de los bosques

Dada la importancia que tienen los bienes y servicios ambientales generados por los bosques tanto sociales como económicos y ecológicos, se les preguntó a los encuestados si ¿conocen los beneficios que proporciona el bosque? esto debido al papel que juegan los bosques en el bienestar para las personas de la región.

En el cuadro 25 se presenta los principales rubros en los que los usuarios consideraron que perciben un beneficio en el bienestar familiar relacionados directamente con el bosque.

Cuadro 25. Principales rubros y contribución en el bienestar familiar.

Elemento/Nivel	Nada	Poco	Mucho
Agua	101	2	163
Aire	58	5	203
Madera	151	52	63
Paisaje	222	11	33
Plantas medicinales y comestibles	188	35	43
Fauna silvestre	254	5	7
Suelos agrícolas	186	18	62
Pastos	245	10	11
Leña	245	15	6
Tierra de monte	228	29	9
Hongos	229	24	13

Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Como se observa en la figura 13, el rubro que los usuarios consideran que impacta más en el bienestar es el aire donde el bosque tiene funciones protectoras al disminuir la velocidad del viento, y evitar la erosión del suelo, además los bosques son importantes para la reducción de los niveles del dióxido de carbono, ya que los árboles lo toman del aire y lo retienen en sus tallos, hojas y raíces. Es decir, los bosques atrapan dióxido de carbono y liberan oxígeno.

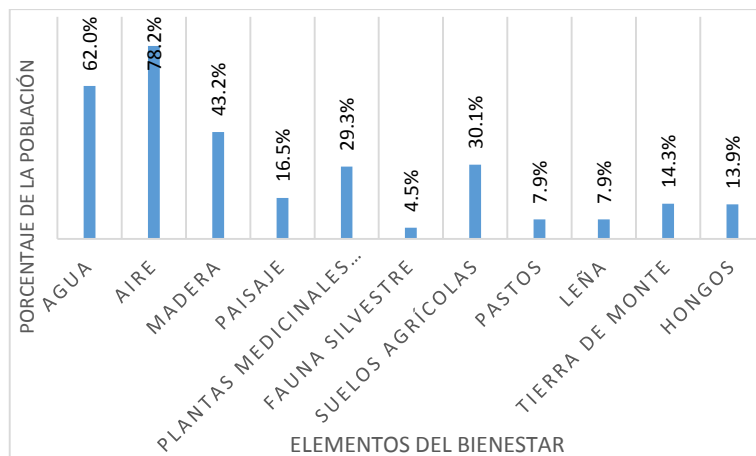
El segundo rubro de mayor importancia tiene que ver con el agua, el 62% de la población consideran que el bosque ayuda a la captación y almacenamiento del agua, así como a mejorar la calidad de la misma. Un 40% de los encuestados cree necesario que para que los bosques sigan cumpliendo con sus funciones deben mantenerse intactos, el 51% piensa que deben ser explotados bajo

normas técnicas, con el objetivo de evitar la deforestación acelerada, de esta manera tener el bosque controlado.

La madera proveniente del bosque más que un servicio es un bien, y solo el 43% de la población considera que impacta para su bienestar, no obstante, para explotación, tiene que existir un manejo forestal adecuado, de tal manera que permita generar beneficios económicos y el bosque siga conservándose en buen estado.

Los otros rubros que no tienen mucho impacto en el bienestar son por orden de importancia: suelos agrícolas, plantas medicinales y alimenticias, paisaje como vista escénica, tierra de monte, hongos, pastos y leña.

Figura 13. Contribución en el bienestar familiar.



Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

6.1.2.4. Disponibilidad a pagar

Se aplicaron un total de 266 cuestionarios, el 65.4% de las personas están dispuestas a pagar para conservar los bosques que se encuentran en la cuenca de Tecocomulco, contra un 34.6% que no están dispuestos a pagar (cuadro 26).

Cuadro 26. Frecuencia de las respuestas de la disposición a pagar.

Respuesta	No. casos	Porcentaje
Si	174	65.4
No	92	34.6
Total	266	100
Observaciones utilizadas en el modelo econométrico	264	99
Observaciones "No de protesta*"	77	28.9
Observaciones "No de valor**"	15	5.6
Subtotal de respuesta No	92	34.6

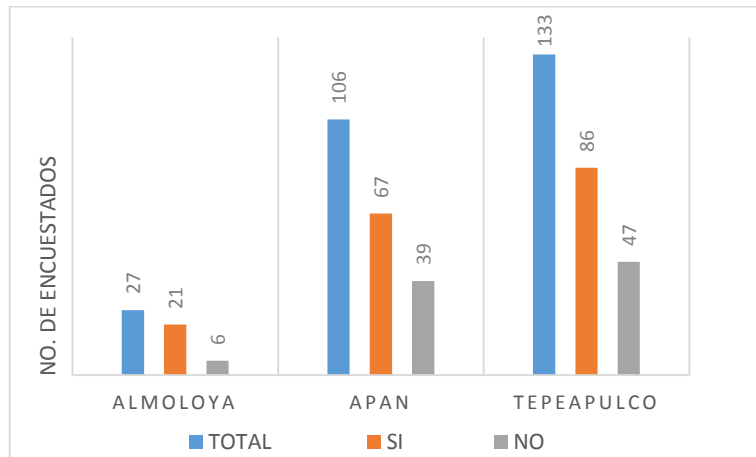
Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Nota: * El "No de protestas" considera aquella respuesta negativa que implican desacuerdo frente al escenario de valoración ya sea por desconfianza de que realmente se realice el proyecto y consecuentemente no están dispuestos a pagar, sin embargo, en realidad su valor verdadero es positivo.

**El "No de valor" es aquella respuesta negativa, como consecuencia de que sus rentas es baja y por lo tanto no están dispuestas a pagar para conservar los bosques.

Analizando la disponibilidad a pagar a nivel de municipio, el porcentaje varía: Apan registra una DAP positiva del 63.2% de un total de 106 encuestas aplicadas, Almoloya 77.4% de 27 encuestados y Tepeapulco 64.7% de 133 encuestados (figura 12).

Figura 14. Disponibilidad a pagar por municipio.



Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Motivos asociados a las respuestas de protesta

De 92 personas que no están dispuestas a pagar se les preguntó ¿cuál es el motivo por el que no estaban dispuestas a pagar?, con lo cual se pudo observar que el 83.7% de un total de 92, está asociado al “Cero de protesta”. Dada la situación y los conflictos sociales que se ha vivido en nuestro país los últimos años, es comprensible que el número de respuestas de protesta sea alta.

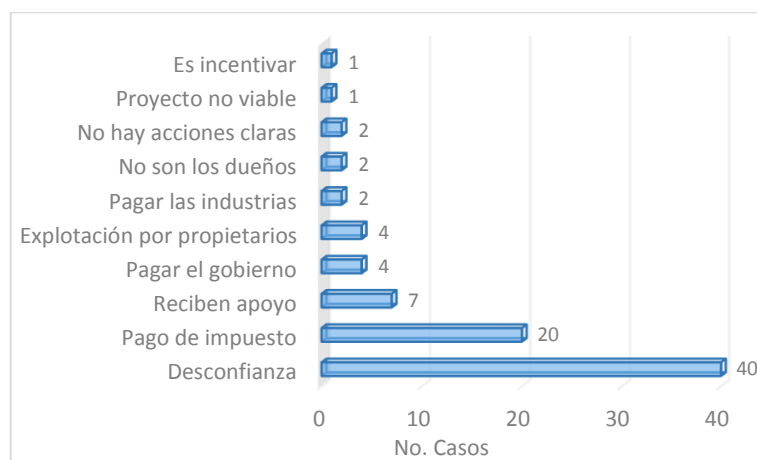
Los motivos de las respuestas de protesta son las siguientes:

- ✓ Desconfianza hacia a la administración en turno gobierno e instituciones
- ✓ No se ve acciones claras y concretas
- ✓ Ya se paga impuesto
- ✓ Los propietarios del bosque ya reciben muchos apoyos
- ✓ Es obligación del gobierno

- ✓ El propietario debe explotar los recursos del bosque, y destinar una parte para conservarlo
- ✓ Deben pagar las industrias (son las que contaminan mas)
- ✓ Algunos piensan que es incentivar las destrucción de áreas boscosas
- ✓ No son dueños de los bosques
- ✓ Pagar por conservar el bosque no es proyecto viable

De acuerdo a la información de las encuestas se observó que el motivo principal del por qué el ciudadano no está dispuesto a pagar, es la desconfianza hacia al gobierno, que el dinero se quedara en manos del gobierno y no llegaría a quien corresponda. Otro caso relevante, de porque no pagar, es que ya se paga impuestos, y por lo tanto no es necesario un pago adicional destinados a la conservación de bosques.

Figura 15. Motivos asociados a las respuestas de protesta.



Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

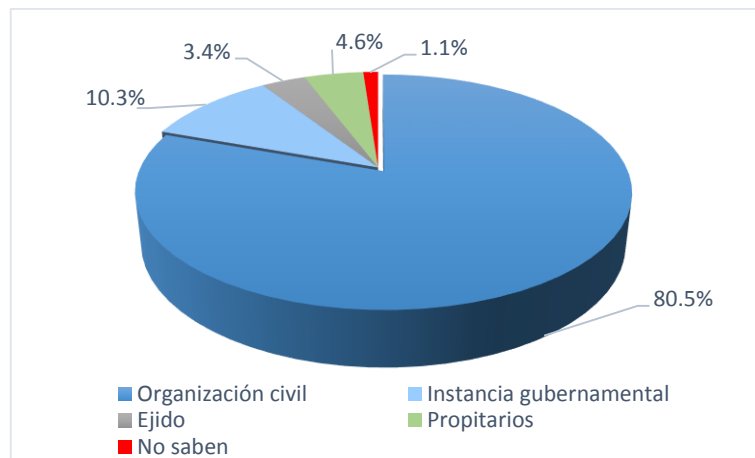
6.1.2.5. Administración y vías de pago

Administración del recurso

Se les preguntó a la población que si están dispuesto a pagar ¿Quién debería administrar el dinero, en caso de que el proyecto se realizara?

En figura 16 se observa, las propuestas de administración del recurso, de 174 de respuestas afirmativas del DAP, el 80.5% (140 personas) estuvieron de acuerdo que la administración del recursos sea a través de una organización civil, el 10.3% (18 personas) opinaron que debe ser una instancia gubernamental. Esto una vez más refleja la desconfianza de la población hacia a las instituciones de gobierno.

Figura 16. Administración del monto de pago.

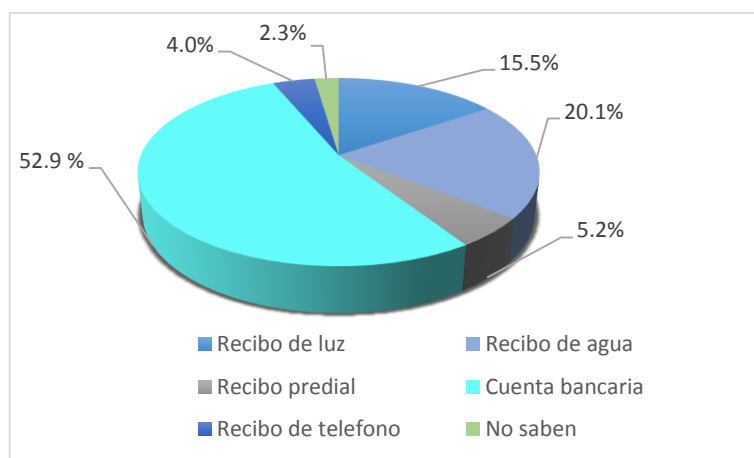


Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

Vía de pago

La mayoría de los que están dispuestos a pagar creen conveniente crear una cuenta bancaria y que ésta cuenta se administre por un comité, dicho comité estaría conformados con los propietarios de los bosques de la región, el 52.9% (92 personas) avalan esta propuesta; 20.1% (35 personas) manifestaron que se realice a través del recibo de agua; 15.5% (17 personas) a través del recibo de luz; 5.2% por medio del recibo predial y un 2.3% no saben que medio sería el más ideal (figura 17).

Figura 17. Vía de pago.



Fuente: Elaboración propia con datos de las encuestas.

6.2. Análisis econométrico

6.2.1 Resultados del modelo logit tradicional

En este apartado se analizó la información del modelo generado por el software N-logit, en base a la teoría estadística y econométrica, así como la interpretación económica. Es importante mencionar los criterios generales que normalmente se

evalúan para la elección del mejor modelo: a) El nivel de significancia de los coeficientes de las variables explicativas esté entre los rangos aceptables comúnmente, b) Que los coeficientes de las variables explicativas correspondan con la teoría económica. Y desde el punto de vista económico que la estimación de la DAP sean valores positivos.

Con base en la salida de la regresión del modelo logit tradicional se analizó el nivel de significancia de las variables (cuadro 27): las variables que resultaron estadísticamente significativas al 5% fueron: el monto a pagar, edad, educación, género y conocimiento que el encuestado tiene de los beneficios que genera el bosque. En el anexo 1 se presenta la salida completa del modelo.

Cuadro 27. Parámetros obtenidos para el modelo econométrico.

Variable	Coefficiente	Error estándar	b/St.Er.	P[Z >z]	Media de X
Constante	1.50880435	1.00317195	1.504	0.1326	
MAP	0.06614881	0.01237846	5.344	0.0000	21.8472222
ING	-0.0152283	0.10762209	-0.141	0.8875	2.84090909
EDA	-0.35735166	0.1479495	-2.415	0.0157	3.08712121
EDU	-0.50413661	0.19486973	-2.587	0.0097	2.43560606
GEN	-0.63908436	0.31402535	-2.035	0.0418	0.50757576
TF	-0.34812589	0.24428591	-1.425	0.1541	1.75757576
PA	0.64134257	0.47817788	1.341	0.1798	0.88257576
BAM	0.8885793	0.42742182	2.079	0.0376	0.85606061

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit

El valor promedio de la DAP es de \$7.18, sin embargo existe un valor mínimo de -\$24.15 y un valor máximo de \$29.59 (cuadro 28). El modelo estima valores negativos, estadísticamente el resultado es aceptable, sin embargo económicamente no es factible, es importante recordar que los servicios ambientales y son considerados bienes públicos, y los bienes públicos si no

proporcionan utilidad al consumidor puede ser ignorados por éste, es por ello que los servicios ambientales no ofrecen utilidad negativa. Considerando el criterio que la DAP debe ser positiva y adicionalmente el signo de los coeficientes de las variables que no correspondía con la lógica económica, se decidió emplear un modelo restringido, con la finalidad de mejorar el modelo; por tal motivo se cree irrelevante continuar con el análisis del modelo.

Cuadro 28. Estimación de la DAP.

Variable	Media	Desviación Estándar	Mínimo	Máximo	Casos
DAP	7.18169	11.9752	-24.1473	29.5879	264

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit

6.2.2 Modelo logit restringido

Para el modelo restringido se siguió el procedimiento descrito por McConnell (2002). Con el único objetivo de encontrar solo DAP positivas, y pueda ser aceptable desde el punto de vista económico.

El modelo es expresado como:

$$DAP|_{si} = \alpha + \underbrace{\beta_1 MAP1}_{(-)} + \underbrace{\beta_2 ING}_{(+)} + \underbrace{\beta_3 EDA}_{(-)} + \underbrace{\beta_4 EDU}_{(+)} + \underbrace{\beta_5 GEN}_{(\pm)} + \underbrace{\beta_6 TF}_{(-)} + \underbrace{\beta_7 PA}_{(+)} + \underbrace{\beta_8 BAM}_{(+)} + \varepsilon$$

Modelo restringido

6.2.2.1. Estadísticas descriptivas del modelo logit restringido

El valor promedio del monto a pagar fue de \$21.85 por mes, la edad de la población encuestada se encuentra en el rango de 36 a 45 años, el nivel

educativo promedio es de secundaria, el tamaño promedio de las familias es de 4.2 habitantes.

Cuadro 29. Estadísticas descriptivas.

Variable	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Casos
DAP	0.655303	0.476172	0	1	264
MAP	21.8472	18.0061	0	94.3333	264
MAP1	1.23472	1.18561	-4.9523	4.25206	264
ING	2.84091	1.60952	1	8	264
EDA	3.08712	1.24704	1	5	264
EDU	2.43561	0.976736	0	4	264
GEN	0.507576	0.500892	0	1	264
TF	1.75758	0.642254	1	3	264
PA	0.882576	0.322537	0	1	264
BAM	0.856061	0.351695	0	1	264

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit.

6.2.2.2. Análisis de la regresión logística

En este apartado se analizó en base a la salida del modelo: pruebas de significancia, signo de los coeficientes de las variables, bondad de ajuste del modelo y la estimación de la DAP.

Ajuste del modelo

Una vez que se generó el modelo de regresión logística, tiene sentido comprobar que tan bueno es el ajuste, la forma general de medir el nivel de ajuste es a través de la R^2 , sin embargo en los modelos logit, debido a que la estimación no es el mínimos cuadrados ordinarios sino por el de máxima verosimilitud, no es recomendable el coeficiente de determinación R^2 . Para medir el ajuste del

modelo logit se utiliza el pseudo R^2 de McFadden, y el porcentaje de predicción del modelo.

a) Pseudo \tilde{R}^2 de McFadden

La pseudo \tilde{R}^2 de McFadden considera para su cálculo, el cociente de la función de máxima verosimilitud del modelo sin restricciones (L_nL) entre la función de verosimilitud del modelo restringido (L_nL_r), el cual se le resta a la unidad. El pseudo \tilde{R}^2 de McFadden es igual $[1 - (-149.1053/-170.0429)]$ es de 0.12313, el ajuste del modelo se considera satisfactorio tomando como criterio que un modelo tiene buen ajuste si tiene una pseudo \tilde{R}^2 mayor a 0.1 (Bateman *et al*, 2002).

Cuadro 30. Estimación de parámetros.
Estimación de parámetros por máxima verosimilitud

Variable dependiente	DAP
Variable de peso	Ninguna
Numero de observaciones	264
Iteraciones completadas	5
Función de máxima verosimilitud	-149.1053
Numero de parámetros	9
Criterio de información: AIC=	1.19777
Muestra finita AIC	1.20045
Criterio de información: BIC =	1.31967
Criterio de información: HQIC	1.24675
Máxima verosimilitud restringida	-170.0429
Pseudo-R2 de McFadden	0.1231312
Chi cuadrada	41.87518
Grados de libertad	8
Prob[Chi cuadrada > valor] =	1.43E-06
Chi cuadrada Hosmer-Lemeshow=	13.8725
p-value = 0.08515 con 8 grados de libertad	

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit.

b) Porcentaje de aciertos y predicción del modelo

Otra manera de analizar la bondad de ajuste del modelo es contabilizar el porcentaje de las respuestas afirmativas del DAP ($SI=1$), teniendo en cuenta que las probabilidades predichas las contabiliza ≥ 0.5 las contabiliza como $DAP_i = 1$ y ≤ 0.5 las contabiliza como respuestas negativas $DAP_i = 0$.

La proporción de aciertos viene dado por el cociente de las predicciones correctas de las respuestas negativas más las predicciones correctas de respuestas afirmativas. Porcentaje de aciertos = $\frac{34+155}{264} = 0.7159$ El modelo predice correctamente 189 observaciones, es decir, tiene una predicción del 71.59% (cuadro 31).

Cuadro 31. Predicciones para el modelo.

Valor actual	Valores predichos*		Total actual
	0	1	
0	34 (12.8%)	57 (21.6%)	91 (34.5%)
1	18 (6.8%)	155 (58.7%)	173 (65.5%)
Total	52 (19%)	212 (80.3%)	264 (100%)

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit.

*Predicciones para el modelo de elección binaria. Los valores predichos son igual a 1 cuando la probabilidad es mayor que 0.500000, y 0 cuando es menor.

Análisis de la predicción del modelo

La predicción del modelo fue de 71.59%, lo cual se considera una predicción aceptable (cuadro 32).

La sensibilidad del modelo es del 89.59% calculada como el número de aciertos predichos correctamente como 1 (personas que sí están dispuestos a pagar)

entre el número de respuestas afirmativas reales. De un total de 173 de respuestas afirmativas reales (sin el modelo), sólo 155 están dispuestos a pagar (predichos del modelo). La capacidad del modelo para identificar las respuestas positivas se considera como aceptable, entre más cercano al 100% es mejor.

La especificidad del modelo es la proporción de los aciertos negativos predichos correctamente como 0 y el total de respuestas negativas observados, es decir, de 91 personas que no están dispuestos a pagar, sólo 34 personas siguen manifestando una respuesta negativa, el nivel de especificidad es del 37.36%.

Valores predichos como positivos es el cociente de la disponibilidad a pagar positiva predicha correctamente entre la disponibilidad a pagar positiva total (predicha). El modelo predice un total de 212 casos considerados con disponibilidad a pagar positivas, de los cuales 155 casos fueron predichas correctamente (eran 1 y su predicción fue 1); es decir la probabilidad de que un individuo que contestó afirmativamente esté dispuesto a pagar es del 73.11%.

Valor predicho negativo se calcula como la proporción entre la negativa de una disponibilidad a pagar (eran 0 y su predicción fue 0) y el total de negatividad predichas por el modelo. Existen 52 casos que no están dispuestos a pagar, de los cuales 34 son casos reales; la probabilidad de que un individuo respondió que no pague es del 65.38%.

Cuadro 32. Análisis de las predicciones del modelo (con base en umbral=0.5000).

Sensibilidad (1s predichos correctamente)	89.595%
Especificidad (0s predichos correctamente)	37.363%
Valor predicho positivo=1s predichos que eran reales 1s	73.113%
Valor predicho negativo=0s predichos que eran reales 0s	65.385%
Predicción correcta=(1s y 0s reales predichos correctamente)	71.591%

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit.

Pruebas de hipótesis individuales e Interpretación de coeficientes

a) Prueba de hipótesis Hosmer-Lemeshov

La regla de decisión para aceptar la prueba de hipótesis Hosmer-Lemeshov es ($p - value > \alpha = 0.05$), dado que $p - value = 0.08515 > \alpha = 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula a una confiabilidad del 95%, por lo que se concluye que las predicciones del modelo no difieren de los valores observados, reflejando un buen ajuste.

c) Test de la Razón de Verosimilitud

El test de la razón de verosimilitud se basa en comparar el producto entre -2 y la diferencia de la función de verosimilitud del modelo restringido ($L_n L_r$) y la función de máxima del modelo sin restricciones ($L_n L$) con la probabilidad de la chi-cuadrada, el cual se expresa como: $LR = -2 * (L_n L_r - L_n L)$.

El test de la razón de verosimilitud (LR) es de 41.8752 y su $p - value$ es de cero, por lo que una confiabilidad del 95% se rechaza la hipótesis nula a favor de la

alterna, dado que ($p - value < \alpha = 0.05$), por lo tanto se concluye que por lo menos un parámetro tiene que ser diferente de cero.

d) Pruebas de hipótesis individuales

En el siguiente cuadro se presentan los resultados de los parámetros estimados, en el modelo se consideraron ocho variables, siendo estadísticamente significativa al 5% las variables de: EDA, EDU, GEN y BAM. $P[|Z|>z] < 0.05$.

Cuadro 33. Parámetros obtenidos para el modelo econométrico.

Variable	Coefficiente	Error estándar	b/St.Er.	P[Z >z]	Media de X
Constante	2.87272137	0.95403521	3.011	0.0026	
MAP1	-0.21301199	0.12565122	-1.695	0.0900	1.23472062
ING	0.0480098	0.09637977	0.498	0.6184	2.84090909
EDA	-0.36920013	0.1376566	-2.682	0.0073	3.08712121
EDU*	-0.5553042	0.17925468	-3.098	0.0019	2.43560606
GEN*	-0.67957655	0.29221276	-2.326	0.0200	0.50757576
TF	-0.39383804	0.22826736	-1.725	0.0845	1.75757576
PA	0.592703	0.43997411	1.347	0.1779	0.88257576
BAM*	1.17120016	0.3986107	2.938	0.0033	0.85606061

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit.
Significancia al 5%

e) Interpretación de coeficientes

De acuerdo a los coeficientes de la regresión, el modelo para estimar el valor económico para la conservación del bosque de la laguna de Tecocomulco, Hidalgo, se expresó como:

$$DAP|_{si} = 2.87 - 0.21MAP1 + 0.05ING - 0.37EDA - 0.56EDU - 0.68GEN - 0.39TF + 0.59PA + 1.17BAM + \varepsilon$$

Coeficiente de la variable MAP1, presenta signo negativo indicando una relación inversa con la DAP, entre mayor sea el monto estimado menor probabilidad de que estén dispuestos a pagar.

El signo positivo del ingreso (ING), expresa una relación directa con la DAP, a un mayor ingreso una mayor probabilidad del que encuestado esté dispuesto a pagar.

Con base al signo que presenta la variable EDA, la probabilidad de pago disminuye cuando las personas son más grande de edad.

El caso de la educación se esperaba un signo positivo, sin embargo, el signo del coeficiente de ésta variable es negativo, entre mayor educación menor disponibilidad de pago.

Género (GEN), se obtuvo un coeficiente negativo, lo cual significa que existe una menor disponibilidad de pago si es hombre.

El signo de la variable TF (tamaño familiar) indica que entre más grande sea la familia existe una menor probabilidad de pago.

La percepción ambiental (PA) el signo positivo indica que a medida que se perciba un deterioro de la cuenca mayor será la probabilidad a una disposición a pagar.

La variable BAM (conocimientos de los beneficios que provee el bosque), tiene una relación directa con la DAP, a mayor conocimiento de los encuestados de los beneficios que genera el bosque, mayor probabilidad de pago.

Efectos marginales de las variables

En el cuadro 34 se muestran los resultados de los cambios marginales en la probabilidad asociados a la variable dependiente (DAP) con respecto a cada una de las variables explicativas, manteniéndose constantes el resto de las variables, se interpreta como el cambio producido en la DAP, ante un cambio de la variable x_k , recordemos que el signo del coeficiente que acompaña a la variable explicativa x_k , indica la dirección del efecto marginal, si es positivo es una relación directa con la DAP y si es negativo una relación inversa. Su fórmula se expresa como:

$$\frac{dDAP}{dx_k} = \frac{\partial F(X_i' \beta)}{\partial x_k} = \beta_k f(X_i' \beta)$$

De acuerdo a los resultados de los efectos marginales de las variables del modelo, se puede observar que la probabilidad a pagar disminuye en: un 4.65% si el monto a pagar aumenta; 8.07% si aumenta la edad; 14.73% si aumenta la proporción de hombre y 8.60% si el tamaño familiar aumenta.

La probabilidad de pago aumenta en: 10.5% cuando el ingreso aumenta; 13.79% cuando los encuestados perciben un mayor deterioro; y 27.78% si los encuestados conocen los beneficios que provee el bosque.

Cuadro 34. Efectos marginales.

Variable	Efecto marginal
Constante	0.62765
MAP1	-0.04654
ING	0.01049
EDA	-0.08066
EDU	-0.12133
GEN	-0.14733
TF	-0.08605
PA	0.13793
BAM	0.27789

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit.

Estimación de la DAP

Para el cálculo de la DAP se empleó la formulas siguientes:

$$DAP_{mediana} = \frac{95}{1 + e^{\left(\frac{-\alpha}{\beta}\right)}}$$

$$DAP_{media} = \frac{95}{1 + e^{\left(\frac{-\alpha}{\beta}\right) * \frac{\pi}{\beta * \text{seno}\left(\frac{\pi}{\beta}\right)}}$$

$$\alpha = 2.87 + 0.05ING - 0.37EDA - 0.56EDU - 0.68GEN - 0.396TF + 0.59PA \\ + 1.17BAM$$

$\beta = -0.21$ Es el coeficiente de la variable MAP1 (variable restringida del monto a pagar).

Análisis de la DAP

En el cuadro 35 se presenta la estimación de la DAP promedio. Cuando se utiliza como medida de bienestar la mediana, la DAP es de \$13.33 mensual, mientras que utilizando la media es de \$5.05 mensual.

Cuadro 35. Estimación de la DAP.

Variable	Promedio
DMEDIANA	13.3384
DMEDIA	5.04601

Fuente: Elaboración propia a partir de la salida del software N-Logit.

Escenario 1. Estimación del valor económico del bosque utilizando como medida de bienestar la media

Para estimar el valor económico para la conservación del bosque de la laguna de Tecocomulco, Hidalgo, se consideró como población objetivo PEA de la región de estudios del 2010, siendo de 40,418 habitantes. La disponibilidad a pagar promedio fue de \$5.05 mensual. El valor económico del bosque se estimó en \$204,110.90 mensual, equivalente a \$2, 449,330.80 anual (cuadro 36).

Cuadro 36. Estimación del valor económico del bosque con la media.

Descripción	Monto
DAP por mes/persona	\$5.05
Valor por mes en la región de estudio	\$204.110.90
Valor total anual en la región de estudio	\$2,449,330.80

Fuente: Elaboración propia con información de la estimación de la DAP.

Escenario 2. Estimación del valor económico, (medida de bienestar mediana)

Se estimó la valoración económica de la misma forma que se realizó en el escenario 1, solo que aquí para efectos del cálculo se toma como base \$13.33 mensual. El valor económico fue \$539,111.45 por mes, lo que anualmente representa un monto de \$6, 469,337.41 (cuadro 37).

Cuadro 37. Estimación del valor económico del bosque con la mediana.

Descripción	Monto
DAP por mes/persona	\$13.3384
Valor por mes en la región de estudio	\$539,111.45
Valor total anual en la región de estudio	\$6,469,337.41

Fuente: Elaboración propia con información de la estimación de la DAP.

Análisis comparativo del valor económico del bosque y la pérdida en la producción

Uno de los principales problemas de la región es las inundaciones de los cultivos agrícolas por el arrastre de sedimentos de la parte alta de la cuenca. La cebada fue el cultivo más importante en el 2013 por valor de la producción, es por ello que se consideró este cultivo como base para comparar las pérdidas en la producción con el valor económico del bosque que los habitantes asignan.

De acuerdo a Vásquez (2013), el costo de producción promedio para el cultivo de cebada maltera en el Altiplano central en la modalidad de temporal para el ciclo primavera-verano 2012, fue de \$4,820.00 por hectárea. Debido a que no existe estimación de los costos de producción más actual, se tomó el costo de \$4,820.00 para estimar la pérdida total.

El cultivo de cebada es mecanizada y con un alto uso de insumos. Así mismo los costos de los intereses de la inversión son elevados, son del 5 al 10% mensual debido a que los productores adquieren créditos con vecinos y no con una institución financiera.

En el cuadro 38, se estimó la pérdida total considerando la superficie del año 2013 reportada por milenio diario, la pérdida por ciclo agrícola no toma en cuenta el costo de oportunidad, sino únicamente lo que cuesta producir una hectárea de cebada. El costo total de la pérdida en el año agrícola 2013 fue de \$3, 369,180.00, la problemática de la laguna afecta negativamente a los agricultores en particular a los productores de cebada. Por otro lado el monto en que valoran el bosque se fue de \$6, 469,337.41 anual, el objetivo de la conservación del bosque es disminuir el arrastre de sedimentos que ocasiona el azolvamiento de la laguna, con lo cual los productores se verían menos afectados por éste problema, además de otros beneficios que no son tan directos que obtendrían como: mejor calidad del agua y del aire.

Conservar los bosques representa un beneficio directo para los agricultores de \$3, 369,180.00 anual, pues mínimo evitarían las pérdidas económicas en la producción agrícola.

Cuadro 38. Comparación entre pérdidas en la producción de cebada y el valor económico del bosque.

Superficie siniestrada (Ha)	Costos promedio/Ha.	Pérdida total (\$)	Valor económico del bosque
699.00	\$4,820.00	\$3,369,180.00	\$6,469,337.41

Fuente: Elaboración propia con datos de milenio diario.

La región de Apan Hidalgo, ha sufrido inundaciones en los últimos años, como medida de solución inmediata realizan desazolve, sin embargo el problema no se ha atacado de raíz, ya que el problema se origina por la deforestación del bosque en la parte alta y media de la cuenca provocando que los suelos sean susceptibles al agua y al viento, lo que significa que sea arrastrado a la parte baja.

Es importante tener en cuenta que los datos presentados en este apartado fueron estimaciones debido a que no existen estadísticas oficiales tanto de los costos de producción de cebada como las pérdidas. La estimación se realizó tomando en cuenta el punto de vista de productores de la región, estudios anteriores y noticias de periódicos.

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base al análisis descriptivo y econométrico se concluye lo siguiente:

La DAP por persona por mes es de \$13.33. El valor económico para la conservación del bosque se estimó en \$539,111.45 por mes, equivalente a \$6,469,337.41 anual.

Existe una disponibilidad de pago positiva por conservar los bosques que se encuentra en la parte alta de la cuenca.

El beneficio directo de la conservación del bosque para los productores agrícola representa \$3,369,180.00 anual.

La cuenca de la laguna de Tecocomulco, Hidalgo tiene una extensión de 49,300 hectáreas, donde el bosque de coníferas y hojosas ocupa una superficie de 10,821 hectáreas.

El 85% de los encuestados conoce los beneficios que provee el bosque; el 88% percibe que el ambiente donde vive está deteriorado. Los recursos que tienen un deterioro alto son el: agua, aire y bosque.

Las variables que influyeron de manera significativas para determinar la DAP fueron: la edad, la educación, el género y el conocimiento que los encuestados tienen de los beneficios que genera el bosque.

El ingreso, la percepción ambiental y el conocimiento de los beneficios que provee el bosque tienen relación positiva con la DAP.

La población encuestada tiene las siguientes características: el nivel educativo promedio es secundaria incompleta, el tamaño del hogar es de 4.2 personas en promedio, el ingreso promedio es de \$6,700.00 mensual. La actividad económica predominante es el sector terciario que representa el 34.2% del total.

El modelo tiene un ajuste aceptable con una capacidad predictiva del 71.5%. El efecto marginal más importante lo reflejaron las variables de: conocimiento sobre los beneficios que genera el bosque (27.7%), seguido del género (14,7%), percepción ambiental (13.7%) y educación (12.1%).

Se recomienda realizar un estudio para medir el nivel de pérdidas en la producción de los principales cultivos agrícolas, ocasionado por inundaciones como consecuencia del azolvamiento de la laguna.

También se sugiere coordinar esfuerzos entre productores, instituciones de gobierno y educativas, así como empresas privadas para trabajar conjuntamente en la restauración de laguna y evitar los efectos negativos.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, K., Alcántara, F. y Alcántara V., (1994). De la Economía Ambiental a la Economía Ecológica. España: FUHEM-Icaria.
- Azqueta O. D., (1994). Valoración económica de la calidad ambiental. Ed. McGraw-Hill, Madrid, España.
- Azqueta O. D., (2002). Introducción a la Economía Ambiental. Ed. McGraw-Hill. Madrid, España.
- Bateman I. J., T. Carson R., & H. Hanemann. (2002). Economic valuation with stated preferences techniques. A manual. Edward Elgar Publishing. Cheltenham, UK, England.
- Bishop, R. C., & Heberlein, T. A. (1979). Measuring values of extramarket goods: Are indirect measures biased? American journal of agricultural economics, 61: 926-930.
- Cameron, T. A. (1988). A new paradigm for valuing non-market goods using referendum data: maximum likelihood estimation by censored logistic regression. Journal of environmental economics and management, 15(3), 355-379.
- Carbal Herrera, A. (2009). La valoración económica de bienes y servicios ambientales como herramienta estratégica. Criterio Libre, 7(10), 71-89.
- Comisión de Cuenca de la Laguna de Tecocomulco. Informe anual de actividades 2007.

CONAGUA. Comisión Nacional del Agua (2009). Estadísticas del agua de la Región Hidrológico-Administrativa XIII, aguas del valle de México.

Cristeche, E., & Penna, J. A. (2008). Métodos de valoración económica de los servicios ambientales. Estudios Socioeconómicos de la Sustentabilidad de los Sistemas de Producción y Recursos Naturales, (3), 55.

Del Ángel P., A. L., Rebolledo M. A., Villagómez C. J. A., & Rigoberto Z. L., (2008). Valoración del servicio ambiental hidrológico en el sector doméstico de San Andrés Tuxtla, Veracruz, México. . Estudios sociales (Hermosillo, Son.), 17(33), 225-257.

Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México.
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM13hidalgo/index.html>.

Escobar, L. A., & Erazo, A. (2006). Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje. Gestión y Ambiente, 9(1), 25-38.

FAO (1992). Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Guía FAO conservación 13/6.

Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR) – Versión 2009-2012.

Haab, T. C., & McConnell, K. E. (1997). Referendum models and negative willingness to pay: alternative solutions. Journal of environmental economics and management, 32(2), 251-270.

Haab, T. C., & McConnell, K (1998) Referendum Models and Economic Values: Theoretical, Intuitive, and Practical Bounds on Willingness to Pay. Land Economics. 74:216-29.

Haab, T. C., & McConnell, K. E. (2002). Valuing environmental and natural resources: the econometrics of non-market valuation. Edward Elgar Publishing.

Hanemann M. Valuando el medio ambiente a través de la valoración contingente. Gaceta de Economía. Año 16, número especial, tomo II.

Hanemann, W. M. (1984). Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete responses. American journal of agricultural economics, 66(3), 332-341.

Hanemann, W. M. (1991). Willingness to pay and willingness to accept: how much can they differ?. The American Economic Review, 635-647.

Hotelling, H. (1931). The economics of exhaustible resources. The journal of political economy, 137-175.

IIEGEH. Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Hidalgo. Información básica municipal. Almoloya. Disponible en: <http://siieh.hidalgo.gob.mx/PDFS/007%20Almoloya.pdf>.

IIEGEH. Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Hidalgo. Información básica municipal. Apan. Disponible en: <http://siieh.hidalgo.gob.mx/PDFS/008%20Apan.pdf>.

IIEGEH. Instituto de Información Estadística y Geográfica del Estado de Hidalgo. Información básica municipal. Tepeapulco. Disponible en: <http://siieh.hidalgo.gob.mx/PDFS/061%20Tepeapulco.pdf>.

Instituto Nacional de Ecología, (2005). Manual para el Desarrollo de Programas de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos Locales. Dirección General de Investigación en Política y Economía Ambiental.

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>

INEGI. Cuaderno regional estadístico y geográfico. Región XI Apan. Disponible en: <http://siieh.hidalgo.gob.mx/pdf%20cuadernos/CREyG%2011%20Apan.pdf>.

INEGI. Anuario estadístico y geográfico de Hidalgo 2013-2014. Disponible en: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/anuario_multi/2013/hgo/AEyGHGO13.pdf.

Labandeira, X., León, C. J., & Vázquez, M. X. (2007). Economía ambiental. Editorial Pearson Educación.

Landell-Mills, N., & Porras, I. T. (2002). Silver bullet or fools' gold?: a global review of markets for forest environmental services and their impact on the poor. London: International Institute for Environment and Development.

Larqué S. B. S. (2003). Valoración de los servicios ambientales del bosque: estudios de caso; Ixtapaluca, Chicoloapan, Chimalhuacán y La Paz, municipios del Estado de México. Tesis doctoral. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Vázquez, A. M. (2013). Identificación de la logística del mercado de la cebada (*Hordeum vulgare*) en los estados de Hidalgo y Tlaxcala, México. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo Texcoco.

Londoño, C. L. (2006). Los recursos naturales y el medio ambiente en la economía de mercado. Revista científica Guillermo de Ockham, 4(1), 25-42.

Milenio diario (02/04/2014). Pagan a productores de Apan \$900.00 por el seguro catastrófico. Milenio diario [en línea]. Disponible en http://www.milenio.com/region/Pagan-productores_de_Apan-seguro_catastrofico_0_273572848.html. Consultado el 26 de mayo de 2015.

Manifestación de impacto ambiental modalidad particular. Restauración ecológica de la Laguna de Tecocomulco. Municipio de Tepeapulco, Apan y Cuauhtepac de Hinojosa, Estado de Hidalgo. Secretaría de obras públicas, comunicaciones, transportes y asentamientos. Consejo Estatal de Ecología. Disponible en: <http://sinat.semarnat.gob.mx/dgiraDocs/documentos/hgo/estudios/2007/13HI2007H0007.pdf>

Martínez, P.J. (2011). Actores claves en la consolidación de la base social: cuenca de la laguna de Tecocomulco. Comisión de Cuenca de la Laguna de Tecocomulco.

Mendieta, J. C. (2000). Economía ambiental. Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Santa Fe Bogotá.

Mendieta, J. C. (2002). Manual de valoración económica de bienes no mercadeables. Facultad de Economía, Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

Portales Municipales Hidalgo. Sistemas de Información Geográfica de Hidalgo. <http://portalesmunicipales.campohidalguense.gob.mx/>

Portney, P. R. (1994). The contingent valuation debate: why economists should care. *The Journal of Economic Perspectives*, 3-17.

Riera, P. (1994). Manual de valoración contingente. Ministerio de Economía y Hacienda, Instituto de Estudios Fiscales.

Saldívar, A., Olivera, M., & Isidro, A. (2013). Valoración y demanda del servicio ambiental hidrológico en el Parque Nacional Cumbres de Monterrey. *Revista Natura@ economía*, 1(2), 9-28.

Secretaría de Desarrollo Agropecuario del Estado de Hidalgo. Hidalgo regional.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Biodiversidad. Disponible en: http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/informe_resumen/pdf/4_info_resumen.pdf

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>.

SIG. Sistema de Información Geográfica. Portales municipales. <http://portalesmunicipales.campohidalguense.gob.mx/>.

Silva F. R., Pérez V. G., & Návar C. J. D. J. (2010). Valoración económica de los servicios ambientales hidrológicos en El Salto, Pueblo Nuevo, Durango. *Madera y bosques*, 16(1), 31-49.

Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP. Catálogo de localidades. Disponible en: <http://www.microrregiones.gob.mx/catloc/>.

SNIM. Sistema Nacional de Información Municipal (2010). Indicadores económicos y sociales por municipio. <http://www.snim.rami.gob.mx/>.

Varian H.R. (2006). *Microeconomía Intermedia: Un enfoque actual*. Séptima edición. Editorial Bosch Editor.

Vásquez L. F., Cerda U. A., Orrogo, S.A., (2007). *Valoración económica del ambiente: Fundamentos Económicos, Econométricos y Aplicaciones*. 1ª ed. Buenos Aires: Thomson Learning.

ANEXOS

Anexo 1. Salida del modelo logit tradicional

--> RESET

Initializing NLOGIT Version 4.0.1 (January 1, 2007).

--> READ;FILE="G:\T E S I S MARY RAMOS\MODELO FINAL.xls"\$

--> LOGIT;Lhs=DAP;Rhs=ONE,MAP,ING,EDA,EDU,GEN,TF,PA,BAM;Margin\$

Normal exit from iterations. Exit status=0.

```
+-----+
| Binary Logit Model for Binary Choice          |
| Maximum Likelihood Estimates                  |
| Model estimated: May 15, 2015 at 07:02:18AM. |
| Dependent variable                           DAP |
| Weighting variable                           None |
| Number of observations                        264 |
| Iterations completed                          6 |
| Log likelihood function                      -130.5352 |
| Number of parameters                          9 |
| Info. Criterion: AIC =                       1.05708 |
|   Finite Sample: AIC =                       1.05977 |
| Info. Criterion: BIC =                       1.17899 |
| Info. Criterion:HQIC =                      1.10607 |
| Restricted log likelihood                    -170.0429 |
| McFadden Pseudo R-squared                   .2323397 |
| Chi squared                                 79.01544 |
| Degrees of freedom                           8 |
| Prob[ChiSq > value] =                       .0000000 |
| Hosmer-Lemeshow chi-squared =               5.78815 |
| P-value= .56469 with deg.fr. =              7 |
+-----+
```

```
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable| Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z]| Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]
Constant|    1.50880435    1.00317195    1.504    .1326
MAP      |    .06614881    .01237846    5.344    .0000    21.8472222
ING      |   -.01522830    .10762209    -.141    .8875    2.84090909
EDA      |   -.35735166    .14794950   -2.415    .0157    3.08712121
EDU      |   -.50413661    .19486973   -2.587    .0097    2.43560606
GEN      |   -.63908436    .31402535   -2.035    .0418    .50757576
TF       |   -.34812589    .24428591   -1.425    .1541    1.75757576
PA       |    .64134257    .47817788    1.341    .1798    .88257576
BAM      |    .88857930    .42742182    2.079    .0376    .85606061
```

```

+-----+
| Information Statistics for Discrete Choice Model. |
| M=Model MC=Constants Only M0=No Model |
| Criterion F (log L) -130.53518 -170.04290 -182.99086 |
| LR Statistic vs. MC 79.01544 .00000 .00000 |
| Degrees of Freedom 8.00000 .00000 .00000 |
| Prob. Value for LR .00000 .00000 .00000 |
| Entropy for probs. 130.53518 170.04290 182.99086 |
| Normalized Entropy .71334 .92924 1.00000 |
| Entropy Ratio Stat. 104.91135 25.89591 .00000 |
| Bayes Info Criterion 1.15787 1.45717 1.55526 |
| BIC(no model) - BIC .39739 .09809 .00000 |
| Pseudo R-squared .23234 .00000 .00000 |
| Pct. Correct Pred. 79.54545 .00000 50.00000 |
| Means: y=0 y=1 y=2 y=3 y=4 y=5 y=6 y>=7 |
| Outcome .3447 .6553 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 |
| Pred.Pr .3447 .6553 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 |
| Notes: Entropy computed as Sum(i)Sum(j)Pfit(i,j)*logPfit(i,j). |
| Normalized entropy is computed against M0. |
| Entropy ratio statistic is computed against M0. |
| BIC = 2*criterion - log(N)*degrees of freedom. |
| If the model has only constants or if it has no constants, |
| the statistics reported here are not useable. |
+-----+

```

```

+-----+
| Partial derivatives of probabilities with |
| respect to the vector of characteristics. |
| They are computed at the means of the Xs. |
| Observations used are All Obs. |
+-----+

```

```

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable| Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z]|Elasticity|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+Marginal effect for variable in probability
Constant| .30072133 | .19740578 | 1.523 | .1277
MAP | .01318419 | .00219080 | 6.018 | .0000 | .39721571
ING | -.00303517 | .02145375 | -.141 | .8875 | -.01189096
EDA | -.07122412 | .02918788 | -2.440 | .0147 | -.30321986
EDU | -.10047998 | .03888753 | -2.584 | .0098 | -.33749196
-----+Marginal effect for dummy variable is P|1 - P|0.
GEN | -.12667821 | .06176509 | -2.051 | .0403 | -.08867060
TF | -.06938532 | .04867664 | -1.425 | .1540 | -.16817387
-----+Marginal effect for dummy variable is P|1 - P|0.
PA | .14022740 | .11207777 | 1.251 | .2109 | .17067179
-----+Marginal effect for dummy variable is P|1 - P|0.
BAM | .19771961 | .10220054 | 1.935 | .0530 | .23341626

```

```

+-----+
| Marginal Effects for|
+-----+-----+
| Variable | All Obs. |
+-----+-----+
| ONE | .30072 |
| MAP | .01318 |
| ING | -.00304 |
| EDA | -.07122 |

```

EDU	-.10048
GEN	-.12668
TF	-.06939
PA	.14023
BAM	.19772

Fit Measures for Binomial Choice Model
 Logit model for variable DAP

Proportions P0=	.344697	P1=	.655303		
N =	264	N0=	91	N1=	173
LogL=	-130.535	LogL0=	-170.043		
Estrella =	1-(L/L0)^(-2L0/n) = .28866				

Efron	McFadden	Ben./Lerman
.29634	.23234	.67640
Cramer	Veall/Zim.	Rsqr ML
.28369	.40917	.25866

Information Akaike I.C.	Schwarz I.C.	
Criteria	1.05708	1.17899

Predictions for Binary Choice Model. Predicted value is 1 when probability is greater than .500000, 0 otherwise.
 Note, column or row total percentages may not sum to 100% because of rounding. Percentages are of full sample.

Actual Value	Predicted Value		Total Actual
	0	1	
0	54 (20.5%)	37 (14.0%)	91 (34.5%)
1	17 (6.4%)	156 (59.1%)	173 (65.5%)
Total	71 (26.9%)	193 (73.1%)	264 (100.0%)

Analysis of Binary Choice Model Predictions Based on Threshold = .5000

Prediction Success

Sensitivity = actual 1s correctly predicted	90.173%
Specificity = actual 0s correctly predicted	59.341%
Positive predictive value = predicted 1s that were actual 1s	80.829%
Negative predictive value = predicted 0s that were actual 0s	76.056%
Correct prediction = actual 1s and 0s correctly predicted	79.545%

Prediction Failure

False pos. for true neg. = actual 0s predicted as 1s	40.659%
False neg. for true pos. = actual 1s predicted as 0s	9.827%
False pos. for predicted pos. = predicted 1s actual 0s	19.171%
False neg. for predicted neg. = predicted 0s actual 1s	23.944%
False predictions = actual 1s and 0s incorrectly predicted	20.455%

Anexo 2. Estimación de la DAP

```
--> PROC = dap$
--> ENDPROC$
-->
CALC; COEF1=B (1) ; COEF2=B (2) ; COEF3=B (3) ; COEF4=B (4) ; COEF5=B (5) ; COEF6=B (6) ;
CO...
-->
CREATE; ALFA=COEF1+COEF3*ING+COEF4*EDA+COEF5*EDU+COEF6*GEN+COEF7*TF+COEF
8*...
--> CREATE; DAP=-ALFA/COEF2$
--> DSTAT; RHS=DAP$
Descriptive Statistics
All results based on nonmissing observations.
=====
Variable      Mean      Std.Dev.   Minimum   Maximum   Cases   Missing
=====
All observations in current sample
-----
DAP      |  7.18160      11.9752   -24.1473   39.5879   264     0
```

Anexo 3. Modelo logit restringido

```
--> RESET
Initializing NLOGIT Version 4.0.1 (January 1, 2007).
--> READ; FILE="G:\T E S I S MARY RAMOS\MODELO FINAL.xls"$
--> LOGIT; Lhs=DAP; Rhs=ONE, MAP1, ING, EDA, EDU, GEN, TF, PA, BAM; Margin$
Normal exit from iterations. Exit status=0.
```

```
+-----+
| Binary Logit Model for Binary Choice |
| Maximum Likelihood Estimates |
| Model estimated: May 15, 2015 at 07:05:26AM. |
| Dependent variable DAP |
| Weighting variable None |
| Number of observations 264 |
| Iterations completed 5 |
| Log likelihood function -149.1053 |
| Number of parameters 9 |
| Info. Criterion: AIC = 1.19777 |
| Finite Sample: AIC = 1.20045 |
| Info. Criterion: BIC = 1.31967 |
| Info. Criterion: HQIC = 1.24675 |
| Restricted log likelihood -170.0429 |
| McFadden Pseudo R-squared .1231312 |
| Chi squared 41.87518 |
| Degrees of freedom 8 |
| Prob[ChiSqd > value] = .1428636E-05 |
| Hosmer-Lemeshow chi-squared = 13.87250 |
| P-value= .08515 with deg.fr. = 8 |
+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable| Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z]| Mean of X|
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

```

-----+Characteristics in numerator of Prob[Y = 1]
Constant|      2.87272137      .95403521      3.011      .0026
MAP1    |      -.21301199      .12565122     -1.695      .0900      1.23472062
ING     |       .04800980      .09637977       .498      .6184      2.84090909
EDA     |      -.36920013      .13765660     -2.682      .0073      3.08712121
EDU     |      -.55530420      .17925468     -3.098      .0019      2.43560606
GEN     |      -.67957655      .29221276     -2.326      .0200       .50757576
TF      |      -.39383804      .22826736     -1.725      .0845      1.75757576
PA      |       .59270300      .43997411       1.347      .1779      .88257576
BAM     |       1.17120016      .39861070       2.938      .0033      .85606061

```

```

-----+
| Information Statistics for Discrete Choice Model. |
| M=Model MC=Constants Only M0=No Model |
| Criterion F (log L) -149.10531 -170.04290 -182.99086 |
| LR Statistic vs. MC 41.87518 .00000 .00000 |
| Degrees of Freedom 8.00000 .00000 .00000 |
| Prob. Value for LR .00000 .00000 .00000 |
| Entropy for probs. 149.10531 170.04290 182.99086 |
| Normalized Entropy .81482 .92924 1.00000 |
| Entropy Ratio Stat. 67.77109 25.89591 .00000 |
| Bayes Info Criterion 1.29855 1.45717 1.55526 |
| BIC(no model) - BIC .25671 .09809 .00000 |
| Pseudo R-squared .12313 .00000 .00000 |
| Pct. Correct Pred. 71.59091 .00000 50.00000 |
| Means: y=0 y=1 y=2 y=3 y=4 y=5 y=6 y>=7 |
| Outcome .3447 .6553 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 |
| Pred.Pr .3447 .6553 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 .0000 |
| Notes: Entropy computed as Sum(i)Sum(j)Pfit(i,j)*logPfit(i,j). |
| Normalized entropy is computed against M0. |
| Entropy ratio statistic is computed against M0. |
| BIC = 2*criterion - log(N)*degrees of freedom. |
| If the model has only constants or if it has no constants, |
| the statistics reported here are not useable. |
-----+

```

```

-----+
| Partial derivatives of probabilities with |
| respect to the vector of characteristics. |
| They are computed at the means of the Xs. |
| Observations used are All Obs. |
-----+

```

```

-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|Variable| Coefficient | Standard Error |b/St.Er.|P[|Z|>z]|Elasticity|
-----+-----+-----+-----+-----+-----+
-----+Marginal effect for variable in probability
Constant|      .62764600      .20191821       3.108      .0019
MAP1    |      -.04653989      .02739134     -1.699      .0893     -.08481420
ING     |       .01048941      .02104995       .498      .6183     .04398282
EDA     |      -.08066462      .02980019     -2.707      .0068     -.36754571
EDU     |      -.12132554      .03885209     -3.123      .0018     -.43614795
-----+Marginal effect for dummy variable is P|1 - P|0.
GEN     |      -.14732809      .06223852     -2.367      .0179     -.11037253
TF      |      -.08604763      .04980518     -1.728      .0840     -.22321714
-----+Marginal effect for dummy variable is P|1 - P|0.
PA      |       .13792928      .10679493       1.292      .1965     .17967309
-----+Marginal effect for dummy variable is P|1 - P|0.

```

BAM | .27789010 .09552557 2.909 .0036 .35111725

```

+-----+
| Marginal Effects for|
+-----+-----+
| Variable | All Obs. |
+-----+-----+
| ONE      | .62765   |
| MAP1     | -.04654  |
| ING      | .01049   |
| EDA      | -.08066  |
| EDU      | -.12133  |
| GEN      | -.14733  |
| TF       | -.08605  |
| PA       | .13793   |
| BAM      | .27789   |
+-----+-----+

```

```

+-----+
| Fit Measures for Binomial Choice Model |
| Logit model for variable DAP          |
+-----+-----+
| Proportions P0= .344697 P1= .655303 |
| N = 264 N0= 91 N1= 173 |
| LogL= -149.105 LogL0= -170.043 |
| Estrella = 1-(L/L0)^(-2L0/n) = .15572 |
+-----+-----+
| Efron | McFadden | Ben./Lerman |
| .15976 | .12313 | .61897 |
| Cramer | Veall/Zim. | Rsqrd_ML |
| .15656 | .24318 | .14668 |
+-----+-----+
| Information Akaike I.C. Schwarz I.C. |
| Criteria 1.19777 1.31967 |
+-----+-----+

```

```

+-----+
| Predictions for Binary Choice Model. Predicted value is |
| 1 when probability is greater than .500000, 0 otherwise. |
| Note, column or row total percentages may not sum to |
| 100% because of rounding. Percentages are of full sample. |
+-----+-----+
| Actual | Predicted Value | Total Actual |
| Value | 0 1 |
+-----+-----+
| 0 | 34 ( 12.9%) | 57 ( 21.6%) | 91 ( 34.5%) |
| 1 | 18 ( 6.8%) | 155 ( 58.7%) | 173 ( 65.5%) |
+-----+-----+
| Total | 52 ( 19.7%) | 212 ( 80.3%) | 264 (100.0%) |
+-----+-----+

```

=====
Analysis of Binary Choice Model Predictions Based on Threshold = .5000

Prediction Success

Sensitivity = actual 1s correctly predicted 89.595%
Specificity = actual 0s correctly predicted 37.363%
Positive predictive value = predicted 1s that were actual 1s 73.113%

```

Negative predictive value = predicted 0s that were actual 0s      65.385%
Correct prediction = actual 1s and 0s correctly predicted      71.591%
-----
Prediction Failure
-----
False pos. for true neg. = actual 0s predicted as 1s          62.637%
False neg. for true pos. = actual 1s predicted as 0s          10.405%
False pos. for predicted pos. = predicted 1s actual 0s        26.887%
False neg. for predicted neg. = predicted 0s actual 1s        34.615%
False predictions = actual 1s and 0s incorrectly predicted      28.409%
=====

```

Anexo 4. Estimación de la DAP, modelo restringido

```

--> PROC = dap$
--> ENDPROC$
-->
CALC;COEF1=B (1) ;COEF2=B (2) ;COEF3=B (3) ;COEF4=B (4) ;COEF5=B (5) ;COEF6=B (6) ;
CO...
-->
CREATE;ALFA=COEF1+COEF3*ING+COEF4*EDA+COEF5*EDU+COEF6*GEN+COEF7*TF+COEF
8*...
--> CREATE;M=3.1416/(COEF2*SIN(3.1416/COEF2))$
--> CREATE; DMEDIA=95/(1+(EXP(-ALFA/COEF2)*M))$
--> CREATE; DMEDIANA=95/(1+EXP(-ALFA/COEF2))$
--> DSTAT;RHS=DMEDIA$
Descriptive Statistics
All results based on nonmissing observations.
=====
Variable   Mean   Std.Dev.   Minimum   Maximum   Cases   Missing
=====
All observations in current sample
-----
DMEDIA |  5.04601   17.0333   .152959E-05  92.7719   264     0
--> DSTAT;RHS=DMEDIANA$
Descriptive Statistics
All results based on nonmissing observations.
=====
Variable   Mean   Std.Dev.   Minimum   Maximum   Cases   Missing
=====
All observations in current sample
-----
DMEDIANA|  13.3384   26.2603   .275479E-04  94.8735   264     0

```