



DOCTORADO EN CIENCIAS SOCIALES

**Valoración económica y subjetiva de los agostaderos
de la cuenca media del río Sonora**

Tesis presentada por
Oscar Antonio Castro Molina

Como requisito para obtener el grado de
Doctor en Ciencias Sociales

Directora de tesis: Dra. Liz Ileana Rodríguez Gámez

Lectora interna: Dra. Blanca Estela Lara Enríquez

Lectora externa: Dra. Maribel Pallanez Murrieta

Hermosillo, Sonora

2020

Dedicatoria

Agradezco enormemente a mi familia, a mis padres Antonio y Alma, a mis hermanos Iván y Betty, y a mis sobrinos Jeno y Antonela. Gracias por todo su amor, apoyo y paciencia; por preocuparse siempre y animarme a seguir adelante, sobre todo en éste difícil año 2020. A ellos dedico esta obra.

Agradecimientos

Se agradece de forma especial a El Colegio de Sonora que me otorgó la oportunidad de realizar el Doctorado en Ciencias Sociales, no sólo dotándome de los distintos conocimientos que dedicadamente enseñan sus profesores investigadores, sino también con la ayuda de sus colaboradores en diferentes áreas, como coordinación de posgrado, biblioteca y soporte técnico; así como por la ayuda que prestan a su estudiantado con el apoyo de sus instalaciones. Gracias.

Agradezco también al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, que me dio la oportunidad de contar con una beca de estudios durante los cuatro años de posgrado, con los que financie mi sostenimiento durante esta formación. También por el financiamiento otorgado a través del proyecto “Valoración del impacto en el desarrollo económico de los desastres ambientales: El derrame de sulfato de cobre de la minería a gran escala en el Río Sonora” (referencia: 257821), con el cual se financió el trabajo de campo para esta investigación.

También se agradece el apoyo invaluable que me otorgó la Dra. Liz Ileana Rodríguez Gámez, quien me guió en la elaboración de esta investigación y que, además, me dio la confianza de participar con ella en el proyecto de investigación de la cual surgió esta tesis y que me permitió vivir una experiencia de campo única en el río Sonora. Asimismo, agradezco a la Dra. Blanca E. Lara Enríquez por su ayuda en cuanto a la especificación del objeto de investigación y sus observaciones en cuanto a la valoración económica; y a la Dra. Maribel Pallanez Murrieta, que me guió a través del tema ecológico, ajeno a mí hasta entonces. A todas ellas, por su guía, observaciones y sugerencias, muchas gracias.

Es necesario agradecer a los ganaderos que me regalaron un espacio dentro de su limitado y ocupadísimo tiempo para la realización del trabajo de campo. A los presidentes ejidales y de las uniones ganaderas locales de los municipios de Aconchi, Arizpe, Bacoachi, Banámichi, Baviácora, Huépac y San Felipe de Jesús, por medio de quienes pude contactar a los ganaderos del río Sonora. Gracias

Agradezco con una mención especial a los ganaderos de Aconchi: Sr. Oscar Navarro Soto, y Sr. Enrique García; de Huépac: Sr. José Elías Morales, a los hermanos Sergio y José Padilla, Sr. Norberto Bustamante, Sr. Manuel Saavedra y Sra. Luz Contreras; de Arizpe: Sr. Rafael Rico y Srita. Saraí Braum; de Baviácora: Sr. Cristóbal Galindo y Sr. Alfonso López Robles, de Banámichi: Sr. Rogelio Corella, Sr. José Yescas, Sr. Jesús Escalante, y Sr. Francisco Dávila. En especial a la Sra. Beatriz Gudiño, secretaria de la Unión Ganadera Local de Bacoachi, quien me presentó directamente a los ganaderos de Bacoachi, facilitando enormemente el levantamiento de la información. Muchas Gracias.

Agradezco a mis compañeros por su apoyo durante la etapa escolarizada: Crissel Lugo-Gil, Lidia Castellanos, Oliver Darniu, Gladys Herrera y Tina Arvizu; y durante la etapa de campo a Liliana Acosta, así como el apoyo de la Dra. Carmen Rodríguez. A la Lic. Hilda de Hoyos, por ayudarme a sobrellevar ciertos conflictos personales. Y de forma muy especial a Yuriria Orozco Martínez, mi compañera durante las dos etapas, cuyo apoyo fue vitalmente importante en medio de las dificultades vividas en campo. Muchas gracias.

ÍNDICE

RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. NATURALEZA Y DESARROLLO	11
1.1. La preocupación por el desarrollo y los límites de la naturaleza.....	11
1.2. La importancia de los recursos naturales y la necesidad de valorizarlos	19
CAPÍTULO 2. CAPITAL NATURAL, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SU VALORACIÓN	22
2.1. Un poco de ecología	22
2.2. Ecosistemas: capital natural	24
2.2.1. Definición y clasificación de los bienes y servicios ecosistémicos	26
2.2.2. Los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento o suministro.....	34
2.3. La valoración de los servicios ecosistémicos	38
2.3.1. La naturaleza como fuente de valor	38
a) Escuela clásica	39
b) Carlos Marx	40
c) Escuela neoclásica	40
2.3.2. Enfoques teóricos sobre la valoración de bienes y servicios ambientales	41
a) La asignación de los recursos a través del mercado	41
b) La economía ambiental y de los recursos naturales	46
c) Economía ecológica.....	48
d) La valoración multicriterio y las preferencias subjetivas	50
2.3.3. Formas de valor sobre los bienes y servicios ecosistémicos.....	54
2.4. Conclusión: la valoración de los ecosistemas y sus servicios	56
CAPÍTULO 3. LOS MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL	58
3.1. Métodos de valoración monetarios y multicriterio.....	58
3.1.1. Métodos indirectos	59
a) Costo de viaje	59
b) Precios hedónicos	60
c) Método de costes evitados y análisis de la función de producción	61
d) Método directo: valoración contingente.....	62
3.1.2. La valoración multicriterio	64
3.2. Aplicación de métodos de valoración.....	66
3.2.1. Costanza et al. (1998): “un clásico”.....	66
3.2.3. La aplicación de métodos multicriterio	75

3.3. Metodologías empleadas para el mapeo de la oferta y el valor de servicios ecosistémicos	80
3.4. Elección de un método de valoración de servicios ecosistémicos.....	83
CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO	84
4.1. Descripción de la zona de estudio	84
4.1.1. Régimen climático	84
4.1.2. Fisiografía	85
4.1.3. Principales tipos de suelo.....	85
4.1.4. Hidrología	91
4.2. Entorno biótico	94
4.2.1. Vegetación y fauna	94
4.3. Características socioeconómicas	99
4.4. Desarrollo social	104
4.5. Las actividades económicas en el río Sonora	108
4.5.1. Contexto general	108
4.5.2. Actividades agrícolas y pecuarias	112
4.5.3. Actividades silvícolas y forestales	115
4.5.4. Las actividades mineras	117
4.6. La sensible relación entre las comunidades y los ecosistemas de la cuenca media del río Sonora.....	121
CAPÍTULO 5. METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS	124
5.1. Revisión documental	124
5.1.1 Superficie vegetal para la alimentación de ganado.....	127
5.1.2. Alimentos de origen silvestre	128
5.1.3. Fuentes energéticas de origen vegetal	129
5.2. Modelo para la determinación del valor económico parcial de la cobertura vegetal en los agostaderos	131
5.3. Diseño de la muestra.....	138
5.4. Diseño del instrumento de recolección de información: “Encuesta de opinión y valoración subjetiva de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora”.....	139
5.4.1. Características sociodemográficas	139
5.4.2. Características de la unidad productiva	140
5.4.3. Opinión frente a la biodiversidad y la transformación del entorno en los agostaderos	140
5.4.4. Inventario de servicios ecosistémicos.....	141
5.4.5. Matriz pareada	141
5.5. El valor económico parcial de los agostaderos en los municipios de la cuenca media del río Sonora	143

CAPÍTULO 6. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTOR SEGÚN CONTEXTO FAMILIAR Y CAPACIDAD PRODUCTIVA	145
6.1 Características de los productores ganaderos	145
6.1.1 Sexo y edad.....	145
6.1.2. Educación y seguridad social.....	146
6.1.3. El contexto familiar del productor	148
6.1.4. Servicios básicos y características de las viviendas.....	155
6.2 Características de las unidades productivas ganaderas.....	158
6.2.1. Régimen de propiedad y organización productiva.....	158
6.2.2 Recursos para la producción: la capacidad productiva	160
6.3. Categorías de productor.....	172
CAPÍTULO 7. IMPORTANCIA Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.....	174
7.1. Servicios ecosistémicos atribuidos a la vegetación del agostadero	174
7.2. Valoración subjetiva: Preferencia e importancia de los servicios ecosistémicos	179
7.3. El valor económico de la vegetación en los agostaderos.....	184
7.3.1. Panorama estatal de la relación entre precios forrajeros rurales y vegetación disponible.....	185
7.3.2. Panorama en la zona de estudio	191
7.4. El valor económico de la vegetación disponible en los agostaderos y el valor económico parcial	193
7.4.1. El valor económico por el uso directo de la vegetación disponible en los agostaderos de la cuenca media del río Sonora	193
7.4.2. El valor económico parcial de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora	201
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES	204
BIBLIOGRAFÍA	215
ANEXO 1	240
ANEXO 2	242
ANEXO 3	250
ANEXO 4	252
ANEXO 5	257

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Demanda agregada (a) e incremento en el beneficio y disposición al pago (b)....	42
Figura 2. Curva de oferta y curva de costes marginales	44
Figura 3. El punto de eficiencia y el equilibrio de mercado	45
Figura 4. Principales tipos de suelo	88
Figura 5. Acuíferos y principales ríos de la.....	93
Figura 6. Principales tipos de vegetación en municipios de la cuenca media del río Sonora	97
Figura 7. Polarización del desempeño económico 1999-2017. Estructura porcentual municipal del valor agregado per cápita generado en Sonora	109
Figura 8. Zonas de concesión minera, principales puntos mineros en los municipios de la cuenca media del río Sonora.....	120
Figura 9. El agostadero como activo o capital económico	126
Figura 10 Beneficio económico atribuido a la vegetación	200

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fases físicas del suelo en la cuenca media del río Sonora	90
Gráfico 2. Estructura poblacional total por grupo quinquenal de edad (2005-2015) *	100
Gráfico 3. Población ocupada por municipio (%) 2015	102
Gráfico 4. Crecimiento en el Producto Interno Bruto Estatal (PIBE) por subsector de actividad económica en Sonora.....	112
Gráfico 5. Porcentaje de superficie para usos agropecuarios en municipios de la cuenca media del río Sonora, 2017	113
Gráfico 6. Comportamiento de la elasticidad cruzada de la demanda.....	133
Gráfico 7. Número de vientres según régimen de propiedad	168
Gráfico 8. Número de sementales según el régimen de propiedad	169
Gráfico 9. Agrupación de los productores según capacidad productiva	170
Gráfico 10. Ganaderos que reconocen servicios ecosistémicos de aprovisionamiento a partir de la cobertura vegetal de los agostaderos.....	175
Gráfico 11. Especies vegetales identificadas según tipo de servicio ecosistémico de suministro	175
Gráfico 12. Número de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento cultural (SEAC) según ganaderos encuestados.....	177
Gráfico 13. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento cultural y exploración de empresas mineras en los agostaderos (número de menciones)	177
Gráfico 14. Fuentes de agua mencionadas por los ganaderos	178
Gráfico 15. Opinión de los ganaderos sobre el valor de existencia de la biodiversidad	183
Gráfico 16. Porcentaje de municipios con comportamiento esperado	188
Gráfico 17. Excedente del consumidor por el descuento al precio medio en forrajes	196
Gráfico 18. Posición sobre las medias de la vegetación disponible (NDVI) y el Beneficio económico de la vegetación disponible (BND).....	198

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación se servicios ecosistémicos según Millenium Environmental Assessment (2005).....	27
Tabla 2. Funciones, procesos y componentes, bienes y servicios ecosistémicos según De Groot et al. (2002)	28
Tabla 3. Clasificación de servicios ecosistémicos sugerida por Wallace (2007)	30
Tabla 4. Términos utilizados en el estudio de los servicios ecosistémicos	32
Tabla 5. Beneficios ecosistémicos, servicios de aprovisionamiento, ecosistemas donde se presenta y procesos ecosistémicos que los sostienen	36
Tabla 6. Formas de intervención humana a los ecosistemas	37
Tabla 7 Definición de los métodos para el mapeo de servicios ecosistémicos (SE).....	82
Tabla 8. Tipo de suelo en la cuenca media del río Sonora	87
Tabla 9. Superficie y porcentaje según tipo de vegetación en municipios de la cuenca media del río Sonora	96
Tabla 10. Población por municipio en el río Sonora (2005-2015)	99
Tabla 11. Actividad económica zona de estudio (2015)	101
Tabla 12. Participación sectorial anual por municipios de la cuenca media del río Sonora (2010-2015) /*	103
Tabla 13. Población ocupada por nivel de ingresos, según salarios mínimos mensuales (s.m.m.) en municipios de la cuenca media del río Sonora*	104
Tabla 14. Población de 15 años y más por nivel educativo en municipios de la cuenca media del río Sonora (2015-2010).....	105
Tabla 15. Población total, porcentaje de población de 15 años y más y grado de marginación de municipios del río Sonora.....	105
Tabla 16. Afiliación a servicios de salud en municipios del río Sonora (2015).....	106
Tabla 17. Población total y porcentaje de población en situación de pobreza y vulnerabilidad en municipios de la cuenca media del río Sonora (2010-2015)	107
Tabla 18 Especialización sectorial y variación del índice de especialización minera en municipios de la cuenca media del río Sonora (1999-2014)	111
Tabla 19. Tipos de cultivo en municipios de la cuenca media del río Sonora	114
Tabla 20. Valor de la producción agrícola y ganadera en municipios de la cuenca media del río Sonora 2016	115
Tabla 21. Autorizaciones otorgadas por SEMARNAT para la práctica de poda forestal en los municipios de la cuenca media del río Sonora 2010-2017	116
Tabla 22. Número de compañías exploradoras por origen de capital y municipio.	118
Tabla 23 Superficie concesionada por municipio/*	119
Tabla 24 Procesamiento de información cartográfica	136
Tabla 25. Muestra estratificada de productores ganaderos en municipios de la cuenca media del río Sonora	139
Tabla 26. Sentido de la valoración del agostadero	140
Tabla 27. Componentes ecosistémicos para la valoración	142
Tabla 28. Grados de importancia.....	143
Tabla 29. Productores ganaderos por grupo de edad.....	146

Tabla 30. Nivel educativo de los productores ganaderos	146
Tabla 31. Instituto de afiliación a la seguridad social de los productores ganaderos.....	147
Tabla 32. Productores ganaderos por grupo de edad y según estatus de jubilación.....	147
Tabla 33. Productores ganaderos por estado civil	148
Tabla 34. Productor ganadero por tipo de familia.....	149
Tabla 35. Tamaño del hogar del productor ganadero.....	149
Tabla 36. Productores por tipo de hogar según en el tamaño de habitantes en la vivienda (participación porcentual en el total).....	150
Tabla 37. Número de productores ganaderos que tienen hijos.....	151
Tabla 38. Número de productores ganaderos que vive con sus hijos, según grupo de edad de los hijos.....	151
Tabla 39. Productor ganadero que viven con hijos y tipo de familia	152
Tabla 40. Edad media de los productores ganaderos por tipo de familia y sobrevivencia de hijos	152
Tabla 41. Edad media del productor que vive con hijos menores de 15 años.....	153
Tabla 42. Pareja del productor ganadero según situación laboral	153
Tabla 43. Productores ganaderos según situación laboral de la pareja y tipo de familia ...	154
Tabla 44. Productor ganadero que vive con hijos menores de 15 años y situación laboral de la pareja, según tipo de hogar	154
Tabla 45. Productores ganaderos con auxiliares en el trabajo.....	155
Tabla 46. Productores por tipo de auxiliares en el trabajo según tipo de familia.....	155
Tabla 47. Número de viviendas con conexión al drenaje por tipo de familia	156
Tabla 48. Número de recamaras en la vivienda del productor	156
Tabla 49. Proporción de hogares según número habitantes por hogar y tipo de familia....	157
Tabla 50. Número promedio de habitantes por recamara en casa del productor.....	158
Tabla 51. Régimen de propiedad de los productores ganaderos	159
Tabla 52. Contratación de personal según tipo de auxiliares en el trabajo	159
Tabla 53. Productores según por tipo de contratación	160
Tabla 54. Tipo de vegetación sembrada en la milpa del productor ganadero	161
Tabla 55. Tipo de vegetación que se siembra en la milpa, según municipio	162
Tabla 56. Productores por nivel de capacidad productiva según tamaño de milpa.....	163
Tabla 57. Prueba de muestras independientes	164
Tabla 58. Nivel de capacidad productiva según número de vientres	165
Tabla 59. Nivel de capacidad productiva según número de sementales	166
Tabla 60. Estadísticos de contraste.....	167
Tabla 61. Análisis de Medias sobre la capacidad de producción	171
Tabla 62. Clasificación de productores según capacidad productiva.....	172
Tabla 63. Principales componentes ecosistémicos de la cobertura vegetal mencionados por los ganaderos	176
Tabla 64. Vectores de pesos de preferencias subjetivas brutas y normalizadas.....	180
Tabla 65. Correlación bivariada entre NDVI promedio municipal y el PMRU municipal	186
Tabla 66. Municipios por tipo de comportamiento entre vegetación disponible (NDVI) y el precio medio rural (PMRUPIB) Sonora 2006-201	188

Tabla 67. Análisis de media anual entre precio medio rural en forrajes (PMRUPIB) y el nivel de vegetación disponible (NDVI).....	189
Tabla 68. Análisis de medias con muestras independientes entre Precios medios forrajeros y vegetación disponible	190
Tabla 69. Consumo de electricidad y rendimiento agrícola del cultivo de forrajes por nivel de disponibilidad vegetal	191
Tabla 70. Número de municipios de la cuenca media del río Sonora y Precio Medio Rural de forrajes (PMRUPIB) según el nivel de NDVI.....	192
Tabla 71. Comparación de medias entre el consumo de electricidad para el riego agrícola y el rendimiento agrícola en forrajes	192
Tabla 72. Modelo de errores estándar corregidos para panel	194
Tabla 73. Beneficios económicos de la vegetación disponible en los agostaderos	197
Tabla 74. Valor económico total por dimensión del Valor Económico Total (VET) y componente ecosistémico en la cuenca media del río Sonora 2012-2018	202

RESUMEN

En este trabajo se construyó una valoración económica parcial y subjetiva de los agostaderos del río Sonora. La valoración económica partió de estimar un beneficio económico atribuido a la vegetación disponible en los agostaderos, con la cual es posible sustituir el consumo de forrajes cultivados durante la temporada de lluvias, alimento que resulta tener un precio cero para los ganaderos. Para estimar dicho valor se utilizó una regresión de efectos fijos empleando variables construidas del Sistema de Información Agropecuaria de Consulta y del Servicio Geológico de los Estados Unidos. Asimismo, se incorporó la valoración subjetiva como una forma de aproximarse a las preferencias que los ganaderos poseen entorno a diferentes componentes ecosistémicos que se encuentran en el agostadero, y que a veces su existencia puede entrar en contradicción con otros componentes. Así, se aplicó una encuesta que permitiera conocer las características y la actitud de los ganaderos ante diversos aspectos de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. Los resultados encontrados señalan que el beneficio de la cobertura vegetal disponible suma 590 millones de pesos constantes a 2013; y que a pesar de que la vegetación forrajera es el componente ecosistémico más valorado subjetivamente, también se le puede conceder importancia y utilidad a otros servicios ecosistémicos.

INTRODUCCIÓN

Los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas, los cuales se clasifican en, según el Millenium Assessment Enironmental (MA, 2005), servicios de aprovisionamiento, como alimentos para el consumo humano y animal; servicios de regulación, como la limpieza del aire, la retención del suelo; servicios culturales, relacionadas con el aprovechamiento turístico, estético y espiritual; y servicios de soporte, relacionados con la fertilidad o formación del suelo. Estos servicios no serían posibles sin la interacción de componentes bióticos y abióticos a través de procesos o funciones ecosistémicas (Fisher, Turner y Morling, 2009; Odum y Barret, 2006; Smith y Smith, 2006). Así, la vegetación, representa un componente que hace posible la obtención de una variedad de distintos servicios ecosistémicos y su aprovechamiento depende de sus condiciones particulares.

La vegetación de los ecosistemas en el norte de México es utilizada en la ganadería extensiva de bovinos, practicada en los terrenos de agostadero; ubicados en zonas de climas áridos, secos y semisecos a templados. Esta misma situación caracteriza a los agostaderos de Sonora, sus ecosistemas van de las zonas desérticas en el noroeste del estado a los matorrales distribuidos en costa y centro, así como desde los pastizales naturales en el norte, hasta la selva baja caducifolia presente en el sur de Sonora. Cada uno de estos ecosistemas posee particulares condiciones para el aprovechamiento de su vegetación en la ganadería (Alcalá-Galván, Barraza-Guardado, Ayala-Álvarez y Rueda-Puente, 2018).

En la lógica de la producción ganadera, el agostadero sonorenses está disponible con las lluvias de temporada en verano, por lo que se dice que tiene un carácter anual (Alcalá-Galván et al., 2018; Vega, Cirret, Parra, Zavala, 2011). Es decir, es un activo capaz de evitar

los costos de la alimentación derivados de la compra de pasturas, esquilmos y otros complementos utilizados durante la época de sequías o en regiones áridas o secas (Gutiérrez et al., 2012; Bravo-Peña, Castellanos-Villegas y Shoko-Doode, 2010; López-Reyes, Solís-Garza, Murrieta Saldívar, López Estudillo 2009; Urrutia-Morales y Beltrán-López 2003; Balvanera et al. 2009). Dicha vegetación tiene un carácter anual que depende de las lluvias (Alcalá-Galván et al., 2018). En este sentido, ello significa una relación oferta y demanda, donde una reducción de la oferta de vegetación en los agostaderos describe una mayor necesidad de forrajes cultivados, y con ello se produce un aumento de los precios en forrajes cultivados.

La mayoría de los agostaderos de Sonora están dedicados a la producción ganadera de bovinos, impuestas por sus condiciones físicas, históricas y culturales (Bracamonte-Sierra, Lara-Enríquez, Borbón-Almada, 1997); y que en los últimos cincuenta años se ha especializado en la producción de ganado en pie para la exportación. Por su parte, las actividades silvícolas con fines comerciales son relativamente recientes, desde la década de 1980 (Puebla-Gutiérrez, 2013). En el caso de la recolección, se ha identificado a pobladores recolectores especializados de Baviácora, Sonora, que están conscientes de la importancia de un manejo responsable, que permita ingresos futuros bajo el cuidado de la vegetación (Cossio-Madrazo, 2006). Por su parte, Tapia-Landeros (2013) menciona que la conservación de los terrenos de agostadero posibilita la actividad cinegética, cuyos ingresos son mayores que los obtenidos por la ganadería en Ranchos en Benjamín Hill, Sonora.

Otras ramas de actividad económica también se benefician de las características ecosistémicas del entorno, Pallanez-Murrieta (2002) en relación con la presa Abelardo L. Rodríguez, ubicada al final de la cuenca media del río Sonora, en el municipio de Hermosillo, explica cómo el hábitat del humedal construido favorecía la obtención de ingresos para los

pescadores en este lugar. En el caso del turismo, Salido-Araiza et al., (2010) explica que el crecimiento del turismo en el río Sonora está favorecido por el paisaje.

De manera que, tanto la ganadería extensiva de bovinos, así como otras actividades económicas están siendo beneficiadas por las características ecosistémicas del entorno. De acuerdo con el Instituto Nacional de Ecología (INE, 1994) la vegetación, como componente ecosistémico, suministra alimento al ganado y con ello favorece la existencia del agostadero. Pero a partir de dicha vegetación es posible obtener otros productos de consumo, como plantas o árboles para diversos fines, ya sean de alimento, energía, combustible, etc. (MA, 2005; López Reyes, 2001). La vegetación es, entonces, un componente clave para la existencia de servicios ecosistémicos relacionados con el suministro de diferentes bienes para el consumo.

Sin embargo, el agostadero sonorenses también enfrenta una serie de problemas derivados de un manejo inadecuado. Por un lado, la sequía, que en el territorio sonorenses es una condición normal (Denogean et al., 2013) que, bajo unas malas prácticas, puede facilitar el estrés hídrico (CONAGUA, 2013). Otros problemas generados son: el sobrepastoreo, los desmontes mal planeados y la extracción silvícola insustentable; cuyo origen se puede atribuir a la falta de conocimientos y/o la pobre capacidad productiva de algunos ganaderos (Ibarra, Moreno, Martín, Denogean, y Gerlach, 2005; Cossio, 2006; López, 2001).

Específicamente, Ibarra et al. (2005) muestra que la poca capacidad técnica de algunos productores conlleva a realizar un pastoreo intensivo en los terrenos de agostadero. Por su parte, la actividad silvícola, que también se realiza en los agostaderos, se ha practicado de forma inadecuada, como sería el caso de la zafra del chiltepín (Cossio-Madrazo, 2006; López-Reyes, 2001).

Por otra parte, los territorios de la región del río Sonora muestran una importante mineralización, que en los últimos años ha permitido el resurgimiento de la minería. Esto representa una fuente de ingresos y trabajo directo e indirecto, así como el surgimiento de una nueva competencia por el uso del suelo en terrenos de agostadero de ranchos particulares y ejidales. Los impactos de la actividad minera dejan entrever que más allá de los beneficios económicos, los primeros tienen dimensiones distintas: conflictos sociales, ambientales como contaminación de suelo y agua, a la salud de personas y animales, daños al patrimonio cultural y desde luego la modificación del paisaje y la remoción de la cobertura vegetal (Garibay, Boni, Panico, Urquijo, 2014).

En consecuencia, diferentes tipos de actividades económicas, entre ganaderas, silvícolas e incluso mineras, pueden representar una presión sobre la vegetación presente en los agostaderos, y también hacia otros componentes ecosistémicos, mostrando su importancia cuando es notorio su deterioro; siendo el momento en el cual se desea resaltar dicha importancia, que resulta oportuno valorarlos económicamente (Chang, 2005; Daily et al., 2000). Esta tarea no es sencilla, ya que los recursos naturales, donde se incluyen componentes y servicios ecosistémicos, son bienes públicos (Stiglitz 2001), por lo que el mercado falla al asignarles un valor (Azqueta, 2007) y, consecuentemente, las personas pueden asumir que son gratuitos (Pearce, 1985). Sin embargo, que algunos recursos naturales parezcan gratuitos no significa que éstos carezcan de valor (Azqueta et al., 2007).

Asimismo, es importante conocer el orden de preferencias entorno al uso o importancia de la vegetación en los agostaderos, ya que esto representa una oportunidad para reconocer la relación de los ganaderos con los diferentes usos que se le atribuyen a la vegetación. Lo anterior no sólo es importante para la sustentabilidad económica y ecológica al permitir la conservación del activo ambiental, sino también porque el agostadero es un

capital social “crítico” que permite la estabilidad social y la paz para quienes se benefician, de alguna forma, de ella (MA, 2005; Chiesura y De Groot, 2002).

Además, a la vegetación se le atribuyen diversos servicios ecosistémicos, no sólo por proveer alimentos u otros recursos como fibras, sino también por su capacidad para regular el clima, fijar el suelo y la humedad, servicios que no serían posible ante su deterioro o ausencia, y que pueden desencadenar problemas sociales como la violencia o propiciar enfermedades y desastres (MA 2005).

En relación con lo anterior se observa que, a partir de los servicios ecosistémicos atribuidos, los ecosistemas poseen diferentes tipos de elementos que contribuyen a su valor total. Así, se integran los siguientes: 1) un valor de uso para las actividades económicas o aquellas que generen un ingreso económico; 2) un valor de uso indirecto relacionado, por ejemplo, con el servicio de regulación climática y/o limpieza del aire; y 3) un valor de no uso, en base a los servicios culturales o de legado. Por ello se afirma que, además de un valor de uso directo, un ecosistema como activo ambiental es capaz de generar otros valores y, por tanto, la sumatoria de todos estos permite conocer un valor económico total (Azqueta et al. 2007; Aznar-Bellver y Estruch-Guitart 2015).

En este sentido, resulta sumamente importante ofrecer elementos que ayuden a aproximarse a un valor económico total, a través del conocimiento de las características de los ecosistemas, de sus componentes y funciones ecosistémicas; de su uso para generar un ingreso económico, que en este trabajo está referido al agostadero; y de las preferencias que poseen para quienes de alguna manera se relacionan con el mismo, al menos de forma directa, como el caso de los ganaderos. De modo que, la problemática de este trabajo radica en esclarecer el valor económico a partir de ciertos elementos (*e.g.* sociales, económicos y ecológicos), que no es posible conocerlos fácilmente pese a su importancia.

Por ello, es necesario percatarse de que la vegetación, como un componente visible en los ecosistemas que sustentan al agostadero, posee ciertas características: 1) es un valor de uso directo que representa un activo o capital ambiental capaz de generar un ingreso o beneficio económico (MA, 2005; Costanza y Daly, 1992); 2) ayuda a reducir costes de producción ganadera (Gutiérrez et al. 2012; Bravo et al., 2010; López-Reyes et al., 2009; Urrutia- Beltrán, 2003; Balvanera et al. 2009); y 3) posee una importancia subjetiva en la comprensión de las preferencias en torno al uso de diferentes componentes ecosistémicos que se integran a un valor económico total.

En este marco, el problema de investigación se centra en estimar un valor económico total (VET) para aproximarse al valor económico del agostadero, a través de la vegetación presente en éstos —ya que este componente ecosistémico es clave por su valor de uso directo como forraje natural—, y alrededor del cual se relacionan otros tipos de valores y usos o servicios y componentes ecosistémicos. Por lo tanto, la pregunta de investigación se centra en averiguar ¿Cómo contribuye la vegetación al valor económico parcial de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora?

Los sujetos de estudio son los ganaderos, quienes conocen las características del agostadero, en donde se practica la ganadería bovina extensiva. Asimismo, la zona de estudio corresponde a los municipios de Aconchi, Arizpe, Bacoachi, Banámichi, Baviácora, Huépac y San Felipe de Jesús. En este trabajo, se hace referencia a estos municipios como parte de la “cuenca media del río Sonora”, en función de lo siguiente:

- I. Pineda, Moreno, Salazar y Lutz (2014) mencionan que la cuenca del río Sonora está compuesta por la cuenca alta (Cananea); media (Arizpe, Aconchi, Bacoachi, Banámichi, Baviácora, Huépac, San Felipe de Jesús y Ures); y baja (Hermosillo).

No obstante, para la presente investigación se retoma esta división, pero se excluye al municipio de Ures;

- II. Los municipios, en una buena parte de su extensión geográfica, se ubican en una misma provincia fisiográfica: la de la Sierra Madre Occidental, y por ello poseen características topográficas, edafológicas y vegetativas similares;
- III. La mayor parte de la superficie de esta zona se destina al agostadero y una buena parte de su agricultura se dedica a la producción de forrajes;
- IV. Todos los municipios cuentan con un área concesionada a la minería, cuya extensión representa en total un poco más de la tercera parte de la superficie total de la zona de estudio;
- V. La zona de estudio ha sido afacetadas por la actividad minera.

Las preguntas de investigación específicas son las siguientes:

- a) ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento atribuidos a la vegetación de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora, según sus principales usuarios, los ganaderos?
- b) ¿Cuál es el esquema de preferencias que tienen los ganaderos entre los diferentes componentes ecosistémicos del agostadero?
- c) ¿Cuál es la relación entre los precios de los forrajes cultivados y la disponibilidad de vegetación en los agostaderos?
- d) ¿Cuál es el valor económico de la vegetación disponible en los agostaderos?

De esta manera, el objetivo general de la investigación es estimar el valor económico total de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora, a partir de la vegetación disponible, que resulta ser un componente ecosistémico de los agostaderos. De esta forma, los objetivos específicos son:

- a) Identificar los servicios y los componentes ecosistémicos, presentes en los agostaderos, de acuerdo con la opinión de los ganaderos de la cuenca media del río Sonora;
- b) Conocer la importancia concedida entre los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, a los componentes ecosistémicos de la cobertura vegetal;
- c) Determinar la relación entre vegetación disponible y los precios del forraje;
- d) Valorar económicamente la vegetación disponible de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora.

La hipótesis de investigación sostiene que el principal componente ecosistémico es la vegetación de los agostaderos, pues es un recurso sustituto para los forrajes cultivados, del que se puede obtener un valor de uso directo para estimar el valor económico total de los agostaderos para el uso extensivo de la ganadería bovina. Las hipótesis específicas de trabajo señalan que:

- a) La vegetación del agostadero tiene diferentes usos, además del forrajero;
- b) La vegetación del agostadero para uso ganadero es el más importante;
- c) La relación vegetación de los agostaderos y los precios forrajeros es negativa;
- d) El valor económico de la vegetación disponible es igual a la disponibilidad de pagar por forraje.

La perspectiva teórica de esta investigación considera que se puede obtener un parámetro monetario para expresar el valor del ambiente y sus recursos (Azqueta-Oyarzun, 2007; Labandeira, 2007); y también, que es necesario construir dicha valoración a través de un consenso democrático que proporcione legitimidad a la valoración al asumir la opinión de expertos, cuyos intereses pueden estar en conflicto (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016; Aznar Bellvener y Estruch-Guitart, 2015; Munda, 2004). Finalmente, este enfoque parte de

reconocer a los ecosistemas, sus servicios, procesos y componentes ecosistémicos, como un capital natural o activo ambiental del que fluyen diversos beneficios (MA, 2005; Costanza y Daly, 1992) y en el que confluyen otros componentes, no naturales, que potencian y también valorizan la obtención de servicios ecosistémicos y sus beneficios.

En atención al planteamiento teórico, la metodología apropiada debe ser robusta, en el sentido de proporcionar legitimidad al considerar la opinión de los grupos de interés, en este caso los ganaderos; quienes son expertos con intereses que pueden o no estar en conflicto y que, por ello, ponderan de distinta manera la importancia que se le atribuye a cada componente ecosistémico (Aznar-Bellvener y Estruch-Guitart, 2015). De ahí que, el Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés) —desarrollado por Thomas L. Saaty en los años ochenta (Ídem)—, resulte un método conveniente para el análisis. Este método de valoración se basa en las decisiones de las personas frente a una gama de criterios o alternativas en los cuales ponderan distintos grados de importancia. Asimismo, al proceso analítico jerárquico se le acompaña de un método de valoración económica ambiental; siendo éste el de costes evitados, que consiste en demostrar el valor de un activo ambiental a partir de asumir los costos para sustituirlo ante una eventual reducción o desaparición de éste.

La estrategia metodológica desarrollada consta de cuatro etapas. En la primera etapa, se recurrió al análisis documental basado en trabajos de investigación realizados sobre el área de estudio, con la finalidad de conocer la presencia y uso de la vegetación y otros componentes ecosistémicos. Posteriormente, en la segunda etapa, se diseñó un modelo econométrico para calcular el beneficio económico atribuible a la vegetación disponible en los agostaderos. En la tercera etapa, se estableció el cálculo de la muestra, y finalmente en la cuarta etapa el diseño de la encuesta, para la recolección de información.

En este sentido, es importante destacar que este trabajo formó parte del proyecto de investigación “Valoración del impacto en el desarrollo económico de los desastres ambientales: el derrame de sulfato de cobre de la minería a gran escala en el Río Sonora” (Referencia: 257821). Apoyado con recursos del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). De esta manera, una parte de dichos recursos financiaron el trabajo de campo realizado para levantar la encuesta utilizada en esta investigación.

Para alcanzar los objetivos, responder a las preguntas de investigación planteadas y comprobar las hipótesis propuestas, el documento se organiza en función del siguiente capitulado. En el capítulo uno se analizan los elementos que posibilitan el desarrollo y la importancia de valorarlo. En el capítulo dos se estudia la conformación de los ecosistemas como capital natural y, por consiguiente, el abordaje económico sobre la valoración de la naturaleza. El capítulo tres introduce a los métodos de valoración económica ambiental y a los métodos multicriterio. En el capítulo cuatro se realiza un diagnóstico de la zona de estudio, es decir, de los municipios de la cuenca media del río Sonora. El capítulo cinco se plantea el marco metodológico con el cual se darán respuesta a las preguntas de esta investigación. En el capítulo seis, se presenta un análisis descriptivo de las características de los ganaderos encuestados y de sus unidades productivas; mientras que el capítulo siete se analiza la información y se presentan resultados. Finalmente, el capítulo ocho, resume los principales hallazgos y ofrecen algunas conclusiones derivadas de esta investigación.

CAPÍTULO 1. NATURALEZA Y DESARROLLO

1.1. La preocupación por el desarrollo y los límites de la naturaleza

Actualmente existe consenso sobre los límites del crecimiento impuesto por la naturaleza y la necesidad de respetar su capacidad de ésta para evitar que colapsen los servicios y beneficios que emanen de ella. Este consenso ha pasado por tres momentos históricos: uno donde se reconoce la incidencia de la naturaleza en la producción de bienes buenos y deseables por parte de las corrientes fisiócratas y organicistas del mercantilismo (Naredo, 1987), otra etapa donde lo principal fue el trabajo y la tecnología (*e.g.* Smith, Ricardo y Marx); una etapa donde la preocupación por la utilidad fue lo más importante (Schumpeter, 1982).

Para la escuela fisiócrata, la naturaleza es la principal fuente de riqueza. Cantillon planeta que: “La tierra produce hierbas, raíces, lino, algodón cáñamo, arbustos y maderas de variadas especies, con frutos, cortezas y hojas de diversas clases, como las moreras, con las cuales se crían los gusanos de seda; también ofrece minas y minerales. Para Cantillon “el trabajo del hombre da a todo ello forma de riqueza” (1950, citado por Herrerías, 1997, 90). Posteriormente Quesnay, destaca el papel de la tierra como soporte de la actividad agrícola. Estableció que en el aprovechamiento de sus recursos se encuentra la verdadera riqueza, pese a que exista una transformación de ésta mediante la manufactura (Quesnay, citado por Higgs, 1944, 4).

De acuerdo con el paradigma clásico, los descubrimientos científicos y las nuevas tecnologías de la revolución industrial, permitieron imaginar que los límites de la naturaleza podrían ser superados (Naredo, 1987). Pero a pesar de ello, autores como Malthus (1846);

Ricardo (2003) y Mill (1848, citado por Naredo, 2002), reconocieron que dichos límites emergían de nuevo y conducían hacia el estado estacionario, donde ya no es posible una mayor acumulación de capital y tampoco una mayor generación de alimentos. Este paradigma, prevaleció a través de la escuela clásica y neoclásica de la economía, desde el siglo XVIII hasta la segunda mitad del siglo XX.

La visión de los neoclásicos considera a la naturaleza como otro de los factores de producción, entre el capital y el trabajo, que incluso puede llegar a ser intercambiada por éstos; y llega a ser asumida como otra forma capital *natural* dentro de dicha visión (Naredo, 1987). Pero también, como sucede con los autores clásicos, algunos autores neoclásicos asumen los límites al crecimiento económico, pues por su parte Jevons (1865), reconoce que una ausencia de carbón impactaría negativamente al crecimiento económico de la Gran Bretaña; mientras que Alfred Marshall supuso que, a diferencia de la agricultura, la minería esta inevitablemente destinada al colapso (Alfranca, 2012).

Para los neoclásicos del siglo XX, el aprovechamiento de la naturaleza es una condición necesaria para el crecimiento y que no obstante sus limitaciones, se asume nuevamente que éstos serán sorteados con mayor tecnología. De esta manera, la transformación del entorno natural y el aprovechamiento de sus recursos se asume como un paso obvio para alcanzar ese grado sugerido de civilización (Rostow, 1985) y se vuelve obligado en aras de reducir las desigualdades económicas entre sectores tradicionales y modernos (Lewis, 1985).

La propuesta neoliberal constituye un resurgimiento de las ideas clásicas y neoclásicas. En esta concepción, los problemas ambientales son producto de la falta de derechos para establecer la propiedad de los recursos, así como de su libre acceso y por lo tanto se promovieron mecanismos de mercado para la solución de los problemas ambientales,

impulsados por organismos como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y el Banco Mundial (BM) (Gutiérrez-Garza, 2007).

La propuesta de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL), con autores como Sunkel (1980) y Presbich (1980), proponía que los problemas del crecimiento se derivan del modelo de desarrollo. Un mercado orientado hacia bienes de uso suntuario era improductivo y con ello se producía un uso inadecuado del capital y los recursos naturales. De esta forma, se sugiere que el estilo de desarrollo basado en el consumo de lujo provoca, además de atraso económico, el derroche de los recursos escasos como el petróleo o la contaminación del entorno (Presbich, 1980; Sunkel, 1980). Por lo tanto, no se habla de limitar el crecimiento económico, sino de cambiar la estructura productiva hacia un crecimiento más eficiente en el aprovechamiento de recursos naturales.

La crítica y propuesta al análisis ambiental de la escuela de la CEPAL llegó después del surgimiento del Club de Roma; incluso Anibal Pinto (1980) reconoce un abordaje tardío a la cuestión, aunque precisa que la perspectiva analítica y conceptual de la CEPAL podrían contribuir a la problemática ambiental; cosa que posteriormente hizo Iglesias (1980). Así, es necesario precisar el contexto en que surge la discusión sobre el crecimiento económico y sus efectos sobre el ambiente. Anibal Pinto (1980) explica que a partir de la década de los años 1960 los países centrales abordaron la problemática ambiental; mientras que en los países periféricos o en vías de desarrollo, según Pierri (2005), la cuestión se concentró en los problemas sociales no resueltos por el modelo de crecimiento económico.

En la literatura, la crítica hacia la estrategia de desarrollo económico y sus impactos ambientales se hizo también presente en obras como *Silent spring* de Rachel Carson (1962), *The economics of the coming spaceship earth* de Kenneth Boulding (1966); *The population bomb* de P. Erlich (1968) y posteriormente, *The limits of the growth* de Meadows et al.,

publicado en 1972 por encargo del Club de Roma, donde se destaca un periodo de cien años para alcanzar el agotamiento de los recursos naturales bajo el ritmo de crecimiento económico de aquellos años.

Por su parte, sucesos importantes también contribuyeron a la discusión. Entre la década de 1980 y 1990, accidentes ambientales como los de San Juanico (México 1984); Bhopal (India 1984); Chernobyl (desaparecida Unión Soviética, hoy Ucrania, 1986); Río Rhin (Europa 1986); Exxon-Valdez (Alaska, EE. UU. 1989), presionaron para la legislación y regulación de procesos y la reconversión tecnológica hacia modalidades más seguras (Cantú-Martínez, 2012).

El reconocimiento a las implicaciones negativas producto del desarrollo económico y la necesidad de armonizar dicho desarrollo con los recursos naturales se cristalizó en la formación del Club de Roma (1968); la cumbre de Estocolmo (1972), el surgimiento del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA] (1972); el surgimiento de la Comisión para el Desarrollo y Medio Ambiente (1983), que en 1987 presentaría el informe Brundtland *Nuestro Futuro Común*, donde aparece por primera vez el concepto Desarrollo Sustentable (Bermejo-Gómez de S., 2014; Pierri, 2005; Foladori y Tommasino, 2000).

En resumen, después de observar que la preocupación por los impactos del crecimiento económico sobre el ambiente permaneció más o menos latente, siempre se supuso que los límites de la naturaleza son franqueables o corregibles. Actualmente, al tiempo que se recomienda la inclusión de aspectos ambientales en los modelos de crecimiento, se menciona la necesidad de propiciar mejores condiciones para la libertad y las oportunidades (Sen, 2000); así como la inclusión de aspectos de seguridad y paz que aportan un ecosistema saludable, según siguieren Burgui-Burgui (2008) y el Millenium Environmental Assessment (MA, 2005).

De acuerdo con el Informe *Brundtland, Nuestro Futuro Común*, el concepto de desarrollo sustentable se basa en la satisfacción de las necesidades de la actual generación sin menoscabar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus necesidades (Bermejo-Gómez, 2014; Gudynas, 2011). En un sentido práctico, se trata de armonizar el crecimiento económico y social bajo una adecuada relación con el ambiente; es decir, permitiendo que se mantenga la capacidad de carga de los ecosistemas para que las generaciones futuras puedan disfrutar de los servicios y productos proveídos por aquellos (Ramírez, Sánchez y García, 2004).

El informe *Brundtland* se refiere a las necesidades de los países pobres, y también al reconocimiento de los límites impuestos por la tecnología y la organización social para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales (Bermejo-García, 2014; Ramírez-Treviño et al., 2004). Esto le da un matiz ético al concepto de desarrollo sustentable, al incorporar la preocupación por satisfacer necesidades tanto de la actual como de la futura generación y la necesidad de permitir la recuperación del ecosistema (Ramírez-Treviño et al., 2004). Se trata de un concepto que vincula las dimensiones económica, social y ambiental, siendo éstas las esferas disciplinares que componen dicho concepto (Cantú-Martínez, 2012).

Sin embargo, su aparente sencillez no escapa a variadas interpretaciones, manipulaciones y desde luego a críticas (Bermejo-García, 2014; Ramírez-Treviño et al., 2004). Dadas las diferentes visiones alrededor de la sustentabilidad, destacan diferentes dimensiones como parte medular de su definición; y por ello, habrá enfoques que pongan el énfasis en lo económico frente a lo ecológico y viceversa (Gudynas, 2011; Ramírez-Treviño et al., 2004); así como aquellos que traten de articular lo social con lo ecológico; y enfoques que le den más importancia a las demandas de las generaciones futuras que de las actuales.

Incluso existen cuestionamientos sobre la pertinencia de esas tres esferas disciplinares, sin que puedan ser incluidas otras, o el cuestionamiento hacia el supuesto balance o equilibrio que debería existir entre ellas (Gudynas, 2011).

El enfoque ecológico es restrictivo en relación con el crecimiento económico y social. Se concentra en la sustentabilidad ecológica necesaria para el mantenimiento de la vida, deja de lado los aspectos redistributivos y la solidaridad transgeneracional (Ramírez et al., 2004). En un enfoque económico (Bustillo-García y Martínez-Dávila, 2008) se privilegia el crecimiento *sostenido* que, según Bermejo-Gómez (2014), es una forma de decir *ilimitado*, sugiriendo que es necesario ajustar o sortear las limitaciones ambientales que frenan el crecimiento económico mediante el mercado, pues los recursos degradados serán escasos, sus precios subirán y su asignación será más eficiente, evitando así la degradación. A este enfoque se le crítica su optimismo tecnológico y su creencia en la corrección de los mercados (Bustillo-García y Martínez Dávila, 2008).

La sustentabilidad, es producto del desarrollo de las fuerzas productivas hasta el punto donde existen tecnologías e instituciones que permiten un aprovechamiento sustentable; de esta forma, para los países capitalistas desarrollados, la mejora tecnológica permite un eficiente y cuidadoso aprovechamiento de recursos naturales; pero en cambio, en los países en vías de desarrollo la degradación se explica por las trampas de pobreza que producen una intensa dependencia de recursos naturales, y la ausencia de instituciones que armonicen crecimiento económico y objetivos ambientales (Pérez-Blanco, 2012).

Sin embargo, de acuerdo con Foladori y Tommasino (2000) el capitalismo busca la reproducción de las condiciones que le permitan acrecentar la ganancia, aunque ello signifique el deterioro de las condiciones ambientales, ya que el problema no se encuentra en la técnica, sino en las relaciones sociales capitalistas. De acuerdo con los autores, el

movimiento cíclico de capitales favorece el crecimiento y auge de ciertas ramas de producción, mientras se derrumban y colapsan otras ramas; lo que posteriormente se refleja no sólo en prescindir de la explotación de ciertos recursos, sino también en abruptas crisis de otras ramas de actividad y la destrucción de las mercancías que se producen.

De acuerdo con Bermejo-García (2014) en la crítica al concepto del desarrollo sustentable, se alcanza a percibir una justificación del crecimiento económico como necesario, identificando las necesidades en términos diferentes a los planteados por el informe *Brundtland*. Asimismo, según Gudynas (2011), a pesar de que las propuestas previas al desarrollo sustentable daban mayor importancia al aspecto ecológico, los posicionamientos posteriores al informe *Brundtland* fueron cediendo importancia hacia el lado económico, lo que influyó en la manera de asumir el desarrollo sustentable por parte de instituciones internacionales y gobiernos; y de esta manera se comienza a dar un énfasis no sólo al crecimiento sustentable, sino también a la comercialización de bienes y servicios ambientales. Por esta razón, tanto Gudynas (2011) como Bermejo-García (2014), sugieren una manipulación del concepto orientada hacia lo económico en detrimento de su parte ecológica y por ello se pronuncian por la desconfianza hacia el término desarrollo sustentable.

Pero la posición de Bermejo-García (2014) es extrema, pues la inclusión de las esferas disciplinares o dimensiones de sustentabilidad es por la manipulación del concepto de desarrollo sustentable, con la finalidad de que gobiernos y empresas no vean reducida su influencia y objetivos económicos; ya que el autor menciona que el único desarrollo sustentable es aquel que considera al medio ambiente en el primer orden de importancia. Otros autores conciben otras formas o grados de sustentabilidad (Gudynas, 2011; Bustillos-

García y Martínez-Dávila, 2008) pues reconocen que entre las tres dimensiones habrá mayor o menor presencia, según se verá a continuación.

De esta manera, se habla de sustentabilidad débil y sustentabilidad fuerte. En la sustentabilidad débil, subsiste un optimismo tecnológico, pues se acepta el intercambio entre naturaleza y capital, y obviamente se encuentran soluciones tecnológicas para los problemas eventuales (Ramírez et al., 2004). Esto también significa que el capital natural heredado a las futuras generaciones no puede ser menor al obtenido por la generación presente, aspecto implícito al aceptar la transformación de un capital natural a otro (Canut de Bon, 2007, citado por Cantú-Martínez, 2012). Es decir, una actividad puede ser sustentable siempre y cuando se sustituya el capital natural por otro.

Por su parte, Gudynas (2011) propone tres formas diferentes de sustentabilidad: la superfuerte, la fuerte y la débil. En esta propuesta, la sustentabilidad fuerte acepta un intercambio de capital natural por capital construido y observa que la preservación del capital natural es prioridad siempre y cuando no existan sustitos, a la vez que observa al hombre como beneficiario de la gestión ambiental. En cambio, la sustentabilidad superfuerte es una prominentemente visión biocéntrica y no antropocéntrica, donde la naturaleza se valora por su mera existencia y no por su utilidad.

Dentro de la sustentabilidad débil, la gestión y asignación de la misma está supeditada al mercado (Bustillos-García y Martínez-Dávila, 2008); mientras que en las visiones fuerte, así como en la superfuerte, el papel de las relaciones sociales con el entorno es siempre determinado por el consenso (Gudynas, 2011); y también por el reconocimiento expreso de que la relación humanidad-naturaleza impone la concientización de las leyes naturales dentro de la gestión, como la entropía, en el que hacer de la sociedad (Bustillos-García y Martínez-Dávila, 2008).

En la concepción débil de la sustentabilidad, la valoración de lo ecológico está determinado a la utilidad de los recursos que el ecosistema provee a la humanidad. Esta utilidad se puede reflejar en los beneficios monetarios y por tanto puede ser estimada en esos términos, de forma que su gestión se puede reducir a una toma de decisiones basado en análisis costo beneficio (Gudynas, 2011; Bustillos-García y Martínez-Davila, 2008).

En cambio, para una visión fuerte, se reconoce que existe una importancia de dichos beneficios, pero su cálculo no es suficiente para revelar su importancia, sino que es necesario incluir otro tipo de indicadores no monetarios que revelen el impacto sobre los ecosistemas (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016). Para la visión super-fuerte, presentada por Gudynas (2011), la utilidad, como parámetro de valor, es desplazado por el valor intrínseco de la naturaleza, independiente de la valoración antropocéntrica.

1.2. La importancia de los recursos naturales y la necesidad de valorizarlos

Dicha importancia radica en reconocer dos papeles fundamentales de la naturaleza para la economía: 1) el papel de vertedero: pues la naturaleza puede asimilar los desechos del proceso económico, aunque lo puede hacer a tasas más o menos rápidas o lentas, según sea el caso; y por otra parte, 2) el papel que tiene como proveedor de materias primas o de servicios y bienes ambientales, que también se generan a ritmos más o menos rápidos o lentos (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016; Khan, 2005).

En este sentido, Martínez-Allier y Roca-Jusmet (2016) señalan que la relación entre el sistema económico con el ambiente se debería observar como un sistema abierto, el económico, rodeado de un sistema mayor y cerrado, los ecosistemas. En este sentido, al reconocer esta relación y el papel de la naturaleza, en una visión antropocéntrica, se distingue

la importancia de la naturaleza y se reconocen sus límites para funcionar como un vertedero o como una especie de alacena. Pero ¿basta con reconocer dichos límites? Según Foladori y Tomasino (2005) la respuesta es no. De acuerdo con estos autores, el reconocimiento de los límites físicos de la naturaleza es una solución técnica que contribuye apenas en una parte a la solución del problema ambiental, siendo las contradicciones sociales las que dificultan.

Entonces ¿por qué se agotan, se sobreexplotan o se degradan? ¿qué se puede hacer para evitar estos problemas? Una de las características de los recursos naturales es su aparente gratuidad (Pearce, 1985) y su condición de bien público (Stiglitz, 2001), lo que provoca falta de incentivos para que las personas los valoren y, en consecuencia, el mercado falla al asignarles un valor.

Fue hasta hace poco que la preocupación por la degradación ambiental, así como los límites de la naturaleza sobre el crecimiento económico y el desarrollo, fueron introducidos en el análisis económico; esto porque su descuido y agotamiento se han vuelto un problema económico (Chang, 2005; Labandeira, 2007). Así, ha resultado teóricamente innegable, para la economía, que la naturaleza constituye un activo o capital (Costanza y Daly, 1992), el cual ofrece un flujo de bienes y servicios para satisfacer las necesidades humanas (De Groot, Wilson y Boumnas, 2002; Labandeira, 2007) y/o un ingreso ambiental que ayuda a generar un beneficio para las personas (Costanza y Daly, 1992), así como un elemento vital que contribuyen a la calidad de vida (Kalm, 2005), al garantizar la salud, la seguridad e incluso la paz (Daily et al., 2000; MA, 2005).

En este sentido, la economía ambiental y la economía ecológica surgen como alternativas analíticas para conocer o aproximarse al valor de los recursos naturales. Prácticamente se trata de darle un valor que haga a las personas pensar sobre sus beneficios y costos de oportunidad y que induzca a las personas a modificar su comportamiento a partir

de esa información. Sin embargo, la economía ecológica va más allá, al señalar que también debe incorporarse la capacidad física y no sólo monetaria en dicha valoración, como es la huella de carbono, por ejemplo (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016).

La mayor parte de los trabajos sobre valoración ambiental son de tipo económico o ecológico; mientras que el abordaje desde lo social en las valoraciones es menos frecuente (Villamagua-Vergara, 2017; Briseño, Iniguez y Ravera 2016; Sagie, Morris, Rofé, Orestein y Grooner, 2013; Chan, Satterfield y Howard, 2012). Entender aspecto físico y económico es importante, pero también debe considerarse la forma en la que el recurso o activo se constituye en un factor crítico para la salud de la dinámica social (Chisura y De Groot, 2002). Al conocer las percepciones, preferencias u opiniones de los actores sociales, se proporcionan elementos para una valoración balanceada y legítima, donde se reconoce a beneficiarios directos e indirectos (McNally et al., 2016, citando a Menzel y Teng, 2010; Almeida et al., 2007).

Por ello, en esta investigación se propone realizar una valoración económica ambiental basándose en los componentes ecosistémicos que son empleados por quienes los utilizan de forma directa. Es decir, considerar la valoración económica ambiental a partir de las preferencias que las personas poseen sobre sus ecosistemas y de la forma en la que se relacionan directamente con los mismos; permite una valoración basada en aspectos legítimos, sostenida por el consenso de aquellos que conviven de forma directa con el ecosistema valorado.

CAPÍTULO 2. CAPITAL NATURAL, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y SU VALORACIÓN

En este capítulo se presentan las propuestas sobre valoración de los recursos naturales y sus servicios. Para ello, en una primera sección se presenta la interacción y complejidad ecosistémica donde factores bióticos y abióticos actúan al unísono para producir servicios ecosistémicos; los cuales serán abordados en mayor detalle en la segunda sección. Finalmente, en la tercera sección la discusión abarca el valor y la valoración de dichos servicios.

2.1. Un poco de ecología

Este apartado presenta los ecosistemas como un sistema complejo con perspectiva holística, integradora e insoluble; donde, con base en los fundamentos de la Teoría General de Sistemas (TGS), las propiedades atribuibles a la totalidad de los ecosistemas son más que la simple suma de sus partes o componentes. Compuestos de factores bióticos (seres vivos) interrelacionando en una cadena de flujo energético con estrechas relaciones entre sí, con factores abióticos (e.g. suelo, aire, agua y energía), se rigen bajo la concepción de sistemas abiertos con corrientes de entrada y salida hacia otros sistemas en un flujo que, dependiendo de su carácter prístino, está siempre en la búsqueda del equilibrio o la entropía negativa, también llamada no entropía o negentropía.

Así, los ecosistemas pueden definirse como unidades organizadas, donde el medio abiótico y biótico interactúan unos con otros, y funcionan de forma relacionada (Odum y Barret, 2006; Smith y Smith, 2006) a través de un flujo de energía cuya principal fuente es

el Sol. La energía captada del Sol es incorporada al sistema a través del proceso de fotosíntesis desarrollado por los llamados productores primarios (*i.e.* plantas, algas y cianobacterias), en este proceso interviene también la absorción de elementos nutritivos minerales esenciales, disponibles a través de los ciclos biogeoquímicos, con lo que se obtiene la producción primaria bruta de la cual se dispone una parte llamada producción primaria neta que indica la abundancia vegetativa disponible en el ecosistema (Smith y Smith, 2006).

A su vez, la producción primaria neta es consumida por los heterótrofos herbívoros, quienes constituyen el primer grupo de consumidores y después de estos el segundo grupo de consumidores se constituye por los carnívoros, que comerán a los herbívoros. El flujo de energía entre ellos deja residuos (*e.g.* heces, orina, productos derivados de la respiración y materia orgánica muerta) que serán a su vez el alimento de los organismos descomponedores, formadores de detritos (Smith y Smith, 2006).

Lo anterior expuesto, expresa una cadena trófica o alimenticia típica donde la energía fluye bajo la interacción de grandes grupos de seres vivos. Un aspecto más a considerar es que los seres vivos no escapan de las leyes de la termodinámica, pues sucede que, entre cada nivel trófico, el contenido de energía aprovechada siempre es menor que la obtenida por el nivel antecesor (Smith y Smith, 2006). Esta energía fluye a través de los diferentes ecosistemas, donde existen corrientes permanentes de entrada y salida, condición con la que se intenta sostener el equilibrio sistémico, el cual puede ser alcanzado por varios caminos; propiedad a la que, bajo la TGS, se denomina equifinalidad, que implica la importación y exportación de recursos provenientes del ambiente. Recursos que pueden expresarse como flujos energéticos, materiales o informativos y que promueven la capacidad reproductiva o continuidad de las especies (Arnold-Cathalifaud y Osorio, 1998).

El sistema ecológico descrito arriba, se complejiza cuando se incorpora el ser humano en la ecuación y se convierte en el sistema socio-ecológico, donde se observa el ecosistema como un capital natural. Esto significa que el sistema ecosistémico envuelve al sistema económico; de forma que el sistema económico es un sistema abierto y no cerrado, visión convencional de la economía, que interactúa con el ecosistema a través del flujo de energía y materiales. Este flujo produce una serie de servicios que posibilitan la satisfacción de necesidades que constituyen un capital natural, como se verá a continuación.

2.2. Ecosistemas: capital natural

De acuerdo con las últimas nociones de desarrollo, la importancia de disfrutar la libertad y la posibilidad de obtener opciones es tan importante como tener un cierto ingreso o crecimiento económico. La posibilidad de satisfacer necesidades como la alimentación, la obtención de insumos para la elaboración de vestido o medicamentos; la del disfrute de un hábitat favorable la seguridad y la salud de las personas y la posibilidad de encontrar satisfactores espirituales son elementos que constituyen el bienestar humano.

Entre el bienestar y el ecosistema existe una fuerte relación (MA, 2005). Cada proceso ecosistémico provee un beneficio para la continuidad de la vida, ya que éstos posibilitan la obtención de los bienes y servicios que garantizan a su vez la obtención de aquellos elementos que constituyen el bienestar humano. De esta forma, el ecosistema es la plataforma que garantiza el bienestar para las personas; y es importante entonces tener a cuenta su influencia sobre ésta, ya que en palabras de Daily et al. (2000), no es hasta que éste cambia cuando se comienza a valorar su importancia.

Aunque por mucho tiempo, los ecosistemas fueron externos a la constitución de capital pese a los antecedentes de la escuela fisiocrática (Naredo, 1987) o al reconocimiento de la incidencia de algunos autores clásicos como Smith, Ricardo, Malthus o incluso en Jevons, de la corriente marginalista, los recursos naturales y sus servicios se consideraban como un factor gratuito que poco incidía en el valor de las mercancías y que ante el triunfalismo tecnológico suponía la posibilidad de sustitución (Naredo, 1987). Hoy día, se habla de la necesidad de complementar los diferentes tipos de capital con el capital natural, y de resolver la cuestión sobre el grado de aprovechamiento de recursos naturales que permita un estilo de vida determinado y la capacidad de complementar los recursos naturales con el capital construido por el hombre, capital que finalmente también depende de insumos de origen natural (Enríquez, 2008).

Sin embargo, la disposición de dicho flujo de servicios y bienes ecosistémicos está apegada a su naturaleza como un capital natural, sea o no renovable. La permanencia de sus beneficios depende finalmente de la gestión de dichos capitales; es decir, que esta gestión sea sustentable (Costanza y Daly, 1992); pero a su vez, que el capital natural pueda ser complementando con otras formas de capital como el construido o el capital humano en aras de aprovecharlo productivamente.

Finalmente, cabe reiterar que los ecosistemas, los recursos naturales y los procesos ecosistémicos que se realizan al interior de ellos, constituyen un sistema que producen un ingreso natural (Costanza y Daly, 1992) pues produce bienestar y provee bienes e insumos para los seres humanos, de forma que los ecosistemas se constituyen en capital natural o activos ambientales. De acuerdo con Costanza y Daly (1992), por capital natural debe entenderse un *stock* o acervo que genera el *income natural*, que es el flujo de bienes y servicios naturales. Asimismo, la capacidad de mantener una cierta calidad ambiental forma

parte del capital natural o activo ambiental (Field y Field, 2003); así como la contribución de los ecosistemas para regular el clima, combatir la erosión, etc., procesos que constituyen a los servicios ecosistémicos (MA, 2005), como se verá más adelante.

2.2.1. Definición y clasificación de los bienes y servicios ecosistémicos

De los diversos procesos que se realizan en los ecosistemas emergen recursos, tangibles e intangibles, a los cuales se les atribuye un beneficio, ya que contribuyen al bienestar humano. A dichos recursos se les conoce como bienes y servicios ecosistémicos, generalmente se menciona que son producto de funciones ecosistémicas, posibles gracias a los procesos y componentes ecosistémicos (Costanza et al., 1997; De Groot et al., 2002). O bien, de acuerdo con Daily et al. (1997) se reconoce que son resultado de procesos y condiciones en los que participan los ecosistemas naturales y la biodiversidad, conformando los servicios ecosistémicos, de donde brotan los bienes que satisfacen diferentes necesidades para los humanos. Por su parte, el MA (2005) menciona que un servicio ecosistémico es todo beneficio obtenido de los ecosistemas por la gente. Además, en la literatura, se ha aceptado en llamar a los bienes y servicios ecosistémicos como servicios ecosistémicos, con la finalidad de simplificar su manejo, tal cual ha propuesto Costanza et al., (1997) y el MA (2005).

Ahora bien, a los servicios ecosistémicos se les ha clasificado de diversas maneras. Por una parte, el MA (2005) clasifica a estos como servicios de aprovisionamiento, servicios de regulación, servicios culturales y servicios de soporte. Asimismo, se menciona que el objeto de esta clasificación es mostrar que todos ellos otorgan un beneficio para las personas, para distinguir a los que aportan beneficio directo de aquellos que permiten o soportan la existencia de dichos servicios (véase Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación se servicios ecosistémicos según Millenium Environmental Assessment (2005)

<i>Servicios de aprovisionamiento:</i>	<i>Servicios de regulación:</i>	<i>Servicios culturales:</i>
Alimentos y fibras; Combustibles; Recursos genéticos; Bioquímicos, medicina natural y farmacéutica; Recursos ornamentales; Agua fresca	Mantenimiento de la calidad del aire Regulación del clima Regulación del agua Control de la erosión Purificación del agua y tratamiento de residuos Regulación de enfermedades humanas Control biológico Polinización Protección contra tormentas	Diversidad cultural Valores espirituales y religiosos Valores educativos Valores estéticos Relaciones sociales Sentido del lugar Patrimonio cultural: Recreación y ecoturismo
<i>Servicios de soporte</i>		
Los servicios necesarios para la producción de todos los otros servicios ecosistémicos		
Formación de suelos	Ciclo de nutrientes	Producción primaria

Fuente: elaborado a partir de MA (2005).

La otra clasificación es la que propone De Groot et al., (2002), en la cual existen bienes y servicios ecosistémicos definidos como el beneficio producto de las funciones ecosistémicas; es decir, de la interacción de procesos y componentes ecosistémicos. El autor reconoce la existencia de cuatro funciones de las que emanan 23 funciones específicas, asociadas a procesos y componentes, del cuales se obtendría el bien y servicio ecosistémico. Nótese que el autor no participa de la convención que les denomina servicios ecosistémicos en lo general (véase Tabla 2 y ANEXO 1 para un mayor detalle).

Tabla 2. Funciones, procesos y componentes, bienes y servicios ecosistémicos según De Groot et al. (2002)

Funciones	Procesos y componentes ecosistémicos	Bienes y servicios
Funciones de regulación de: ... gases; ... clima; ... desastres; ... agua; ... oferta de agua; ... retención de suelos;	Por ejemplo: <i>El rol de los ecosistemas en los ciclos bioquímicos (e.g. balance CO₂/O₂).</i>	Por ejemplo: <i>Protección contra los rayos UV por la capa de ozono</i>
Funciones de hábitat de: ... refugio ... nodrizaje	Por ejemplo: <i>Hábitat adecuado para la reproducción</i>	Por ejemplo <i>Mantenimiento de especies comercialmente explotadas</i>
Funciones de producción de: ... alimentos ... Materiales crudos ... Recursos genéticos ... recursos medicinales ... recursos ornamentales	Por ejemplo: <i>Conversión de energía solar en plantas y animales comestibles.</i>	Por ejemplo: <i>Caza, recolección de peces, juego, frutos, etc.</i>
Funciones de información de: ... estética ... recreación ... artística y cultural ... espiritual e histórica ... educación y ciencia	Por ejemplo: <i>Características atractivas del paisaje</i>	Por ejemplo: <i>Disfrute de escenarios (camino escénicos, habitacionales, etc.)</i>

Fuente: elaboración propia con información de De Groot et al. (2002).

Sin embargo, la clasificación de los servicios ecosistémicos ha generado discusiones. Tanto Costanza et al. (1997) como MA (2005) mencionan que los beneficios obtienen de forma indirecta como directa. En este punto, Wallace (2007) señala la ambigüedad sobre los beneficios que se generan por los servicios en la perspectiva de MA (2005), que también se encuentra presente en De Groot et al. (2002). Para Wallace (2007) la definición de éstos conlleva a tratar procesos o funciones como si se trataran de bienes; así la polinización, no sería un servicio del cual se beneficiara directamente un agricultor, sino que vendría a ser un proceso que genera un bien o servicio del que si se obtiene un beneficio.

La importancia de la reflexión de Wallace (2007), gira en reconocer que no todo proceso ecosistémico es un recurso que otorga un beneficio concreto a los seres humanos; y si tiene valor es por el hecho de permitir que los beneficios concretos existan. De esta manera, se propone la existencia de servicios intermedios, donde se agrupan los procesos como la polinización y la producción primaria o la regulación de agua, que producen servicios finales como el aprovisionamiento de tierras para el cultivo o la crianza de ganado, el aprovisionamiento de agua fresca, así como de protección contra las tormentas; las cuales se reflejan en beneficios concretos como alimentos, agua para beber y seguridad e higiene.

Asimismo, Wallace (2007) dice que es difícil la medición de procesos ecosistémicos porque se desconoce completamente su funcionamiento en un lugar dado o al medir procesos ecosistémicos, es probable que se dejen de lado otros aspectos relevantes; y que por esta razón es necesaria una medición en términos concretos para evitar mediciones relativas basadas en experiencias personales. Entonces, sugiere medir y valorar la biodiversidad como un componente concreto, capaz de reflejar la salud y la resiliencia de un ecosistema; que además resulta en esfuerzos menos costosos.

Otro punto propuesto por Wallace (2007) se refiere a la definición de MA (2005), para esclarecer dónde surgen los servicios, pues un componente puede usarse por las personas directamente o formar parte de un proceso intermedio hacia un producto final; y recomienda evitar la mezcla de fines con medios, o de servicios con bienes y por ello evitar la doble contabilidad. Ante esto, opta por mencionar que un servicio ecosistémico se encuentra donde los ecosistemas proveen directamente un beneficio a las personas. Asimismo, Wallace (2007) propone la clasificación que aparece en la Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de servicios ecosistémicos sugerida por Wallace (2007)

Categoría de valores humanos	Servicios ecosistémicos experimentados en el nivel individual humano	Ejemplos de procesos y evaluaciones que necesitan ser gestionadas para entregar servicios ecosistémicos
Recursos adecuados (“los básicos necesarios para soportar la vida de los individuos”)	Alimentos Oxígeno Energía	<i>Procesos ecosistémicos</i> Regulación biológica; Regulación del clima; Regímenes de distribución, incluyendo incendios, ciclones e inundaciones;
Protección de depredadores, enfermedades y parásitos (“ <i>que la presencia de organismos dañinos sea baja</i> ”)	Protección de depredadores Protección de enfermedades y parásitos	Regulación de gases; Gestión de la belleza en paisajes y escalas locales; Gestión de áreas de recreación
Ambiente físico y químico benigno (“ <i>Los procesos ecosistémicos que mantienen el ambiente físico y químico bajo niveles de tolerancia para entregar esta categoría de servicios</i> ”)	Régimen favorable de: Temperatura; humedad; luz y químicos;	Regulación de nutrientes Polinización Producción de materiales brutos para vestido, alimento, construcción etc. Producción de medicinas; Interacciones socioculturales; Formación de suelos; Retención de suelos; Regulación y oferta de agua; Procesos económicos;
Satisfacción sociocultural	Acceso a recursos para: Contemplación espiritual/filosófica; Un significado de grupo social, incluyendo acceso a pareja y amor; Recreación y ocio; Ocupación significativa; Estética; Valores de oportunidad, capacidad para evolución cultural y biológica (recursos para el conocimiento y la educación; y recursos genéticos).	<i>Elementos bióticos y abióticos</i> Procesos gestionados para proveer una composición y estructura de elementos de los ecosistemas. Elementos pueden ser descritos como recursos naturales evaluados, ejemplo: Evaluación de la biodiversidad; Evaluación del Paisaje (suelo y geomorfología); Evaluación de agua; Evaluación del aire; Evaluación de energía.

Fuente: elaborado con base a información de Wallace (2007). Los procesos ecosistémicos y los elementos bióticos y abióticos pueden ser necesarios para diferentes servicios ecosistémicos y categorías de valor.

Fisher, Turner y Morling (2009) toman una posición semejante a la de Wallace (2007) al mencionar la necesidad de diferenciar de aquellos servicios intermedios de aquellos finales e incluso de aquellos que constituyen un beneficio concreto para las personas. Primeramente, para Fisher et al. (2009) la clasificación más adecuada debe provenir de una adecuada definición, con la que se puedan realizar comparaciones a través de diferentes campos,

proyectos y contextos. Asimismo, en Fisher et al (2009) se hace la recomendación que la clasificación más adecuada gira de tres aspectos: una definición clara y robusta; las características de los ecosistemas o servicios ecosistémicos sujetos a investigación; y el contexto de las decisiones o las motivaciones para las cuales los servicios ecosistémicos están siendo considerados.

La definición que propone Fisher et al. (2009) se apoya en la propuesta de Boyd y Banzhaf (2007, citado por Fisher et al., 2009) y en la que Wallace (2007) también retoma, pero a diferencia de sus respectivos trabajos, admite que los servicios ecosistémicos si pueden ser aquellos que son consumidos indirectamente: *“we propose that ecosystem services are the aspects of ecosystems utilized (actively or passively) to produce human well-being”* (Fisher et al., 2009, 645); ya que según el autor, y como se verá en la argumentación de Costanza (2009) al trabajo de Wallace (2007), no es posible obtener beneficios ni producir bienestar para las personas sin la ocurrencia de funciones y procesos ecosistémicos, aunque estos no sean directamente consumidos; es decir, estas funciones y procesos, que en Wallace (2007) son servicios intermedios, también intervienen en la producción de bienestar para las personas. Asimismo, Fisher et al. (2009) propone que, para el disfrute de algunos servicios ecosistémicos, es necesaria la construcción de capital, como en el caso del agua fresca extraída de los acuíferos gracias a maquinarias de extracción y la construcción de pozos.

Fisher et al. (2009) señala que ya sea que se hable de capital o de stock o de estructura; al final realmente se habla de la organización del ecosistema; mientras que, en el caso de los procesos, funciones o flujos, se habla de la operación; y por su parte, los servicios, bienes o componentes refieren el resultado de dichas operaciones. Es decir, al final de la discusión, los tres elementos, organización, operación y resultados permanecen (véase Tabla 4).

Tabla 4. Términos utilizados en el estudio de los servicios ecosistémicos

Organización	Operación	Resultado
Stock	Flujos	Servicios
Estructura	Funciones	Bienes
Infraestructura	Servicios	Beneficios
Patrón	Procesos	<i>Componentes</i>
Capital		Ingresos

Fuente: elaborado a partir de información de Fisher et al. (2009)

Además de una buena y robusta definición de los servicios ecosistémicos, según Fisher et al. (2009) es necesaria una caracterización de los ecosistemas y sus servicios ecosistémicos; porque abona a entender la ligadura entre los servicios ecosistémicos y los beneficios que obtienen las personas de estos. Según el autor, lo anterior resulta importante porque permitiría una adecuada gestión del ecosistema, así como su mantenimiento, restauración y evaluación; sin embargo, como se sugiere en Costanza (2008), la caracterización más adecuada también depende del contexto de las decisiones o del objeto del análisis.

Al respecto Fisher et al. (2009) menciona que, para enmarcar adecuadamente los contextos, hay que considerar: relaciones con bienes privados y públicos; la dinámica temporal y espacial; los conjuntos productivos, vista como la interacción de diferentes procesos y componentes hacia servicios ecosistémicos; la complejidad; la dependencia de beneficios y las características e interacciones consideradas para la toma de decisiones.

Finalmente, el otro elemento de una adecuada clasificación es el entendimiento del contexto de las decisiones y las motivaciones que la construyen. Al respecto, Fisher et al (2009) menciona varias situaciones como son el entendimiento y la educación sobre los ecosistemas y sus beneficios, de la cual según el autor resulta muy ilustrativa la propuesta del *Millenium Environmental Ecosystem* (MA, 2005); pero no es adecuada en el caso de la

valoración económica o para los análisis costo beneficio, puesto que se cae en la doble contabilidad. Otras situaciones son: la gestión del paisaje, en la que intervienen diferentes escalas, locales, regionales o globales; al buscar construir política y equidad en el bienestar; y finalmente, la búsqueda de la satisfacción de diferentes y varios objetivos.

De esta manera, todos estos elementos deben tenerse a cuenta para obtener una adecuada clasificación, según Fisher et al. (2009). Es interesante notar que el autor, en su trabajo, advierte que el problema de la doble contabilidad debe ser evitado, ya que varios procesos ecosistémicos pueden ayudar a proveer un servicio ecosistémicos. Sería más importante el utilizar una clasificación que destaque los servicios ecosistémicos como servicios intermedios, servicios finales y beneficios; clasificación que permite observar el beneficio dependiendo de donde se desprenda éste, ya sea que el bien intermedio sea considerado en otro momento como bien final.

Al respecto, Costanza (2008) también refiere la pertinencia de entender lo último, pero tratando de evitar una clasificación rígida que limita la inclusión de servicios importantes, situación que supone se presenta en la propuesta de Wallace (2007). De esta forma, Costanza (2008) menciona que las deducciones de Wallace, aunque son interesantes, tienden a reducir la complejidad que subyace detrás de los servicios ecosistémicos, ya que tender a reducir la valoración a beneficios concretos conlleva a considerar sólo una parte de los servicios ecosistémicos, al tratarse de valorar solamente aquellos que tienen una expresión física y concreta, y que son directamente utilizados por las personas; pero se dejan de lado otros servicios importantes que igualmente otorgan un beneficio. Por ejemplo, el servicio de limpieza del aire producto del follaje de árboles en un bosque, o los humedales que ofrecen protección contra tormentas a ciudades retiradas de la costa.

Sobre la división entre bienes intermedios y finales, dado que Wallace (2007) explica la confusión entre medios y fines, entre servicios y bienes. Al respecto Costanza (2008) argumenta que el beneficio es el bienestar humano, un servicio intermedio puede también ofrecer un beneficio concreto, como propone Fisher et al. (2009); asimismo, aunque pueden ser servicios intermedios, se pueden obtener beneficios directos. En relación con los procesos ecosistémicos, los que Wallace (2007) considera como no servicios porque estos existirían independientemente de la existencia del hombre para beneficiarse de ellos, Costanza (2008) refiere que posiblemente un proceso constituya un servicio ecosistémico.

Finalmente, Costanza (2008) considera que existen otras formas de clasificación que bajo las condiciones de Wallace (2007) no serían posible realizar, como el caso de servicios ecosistémicos que benefician a una sociedad pero que se realizan en otras latitudes y no dentro del entorno inmediato de la sociedad beneficiada, como el secuestro de carbono o la atenuación de tormentas, por ejemplo. Asimismo, menciona el caso de los bienes públicos cuyos beneficios no resultan ser exclusivos, sino que benefician a todas las personas en conjunto y no en lo individual. Finalmente, Costanza (2008) menciona la necesidad de reconocer las diferentes clasificaciones o tipologías en función de los diferentes propósitos que se tengan, tal cual propone Fisher et al (2009); por tanto, todas las clasificaciones son necesarias, según afirma Costanza (2008).

2.2.2. Los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento o suministro

Los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento o suministro constituyen el punto en el cual se pueden observar diferentes características: son tangibles o concretos con beneficios directos a las personas, condición que sugiere Wallace (2007) para valorar a un servicio ecosistémico; y por otra parte, también de ellos pueden surgir beneficios indirectos e

intangibles, condición que puntualiza Costanza (2008) y pueden representar un servicio intermedio si se observa que participan en la elaboración de un bien final, aspecto que señala Fisher et al. (2008). Además, los bienes y servicios ecosistémicos de suministro o aprovisionamiento se caracterizan por su uso directo y esto significa que pueden ser detectados por el mercado, según señala Aznar-Bellver y Estruch-Guitart (2015). Asimismo, la influencia de los servicios de aprovisionamiento se puede observar en la distinta gama de objetos que reportan un bienestar a los seres humanos y que por tanto resultan ser fácilmente distinguibles (Balvanera et al., 2009).

Los beneficios que ofrece la cobertura vegetal con uso silvícola no se limitan únicamente a la recolección, pues también son un hábitat para insectos y animales, lo mismo que son un servicio de regulación al evitar la erosión del suelo, o incluso un servicio intermedio para el pastoreo de ganado. En relación con la salud, un cambio en estos servicios puede desencadenar hambrunas o la carencia de productos para la elaborar medicamentos (MA, 2005). Además, varios tipos de beneficios de los ecosistemas tienen que ver con bienes y servicios de aprovisionamiento (SA); por ejemplo, el beneficio de seguridad, un cambio en los bienes y servicios de aprovisionamiento puede representar afectaciones a la seguridad provocando conflictos por los recursos que reportan dicho beneficio (MA 2005). Obviamente, los servicios de aprovisionamiento suceden en los ecosistemas, es decir, detrás de ellos hay procesos y componentes ecosistémicos que los hacen posibles (véase Tabla 5).

Tabla 5. Beneficios ecosistémicos, servicios de aprovisionamiento, ecosistemas donde se presenta y procesos ecosistémicos que los sostienen

<i>Importancia para el Bienestar</i>	<i>Servicios de aprovisionamiento</i>	<i>Ecosistema que brinda el servicio</i>	<i>Procesos ecosistémicos involucrados en el servicio</i>
Sustento básico y recursos económicos	Agricultura	Campo agrícola	Productividad primaria: transformación de luz solar en tejido vegetal por medio de la fotosíntesis
	Alimentos	Ganadería	Pastizal, encierros, campo agrícola (complemento alimenticio), matorrales, selvas y bosques;
		Pesca	Océanos, ecosistemas costeros y acuáticos continentales
	Acuicultura	Cuerpos de agua naturales y artificiales	Productividad secundaria/terciaria: transferencia de energía desde los productores primarios (que realizan la fotosíntesis) hacia niveles tróficos superiores
Madera	Material de construcción y bienestar económico	Bosques y selvas	Productividad primaria
Leña	Fuente de energía	Bosques, selvas, matorrales, manglares, desiertos	Productividad primaria
Diversos	Múltiples (medicinas, materiales para construcción, recursos económicos, importancia cultural actual y futura)	Todos los ecosistemas del país	Mantenimiento de la biodiversidad y de las poblaciones de especies útiles
Agua (cantidad)	Sustento básico, actividades productivas, funcionamiento de los ecosistemas	Ecosistemas terrestres y acuáticos continentales, océanos y atmosfera	Interacción entre patrones climáticos, vegetación, suelo y procesos del ciclo hidrológico
Agua (calidad)	Regulación de concentraciones de contaminantes y organismos nocivos para la salud humana y del ecosistema	Ecosistemas terrestres y acuáticos continentales, océanos y atmosfera	Interacciones químicas, físicas y biológicas de ecosistemas acuáticos y terrestres

Fuente: elaborado con información de Balvanera et al. (2009, 189).

Como ya se adelantó, la intervención del ser humano sobre los servicios de aprovisionamiento puede tener diversos efectos sobre distintas formas de bienestar. Propiamente, la intervención humana en los ecosistemas tiene escalas globales, regionales o locales, así como puede ser directa o indirecta (MA 2005). Asimismo, la intervención humana sobre los ecosistemas puede observarse a través de diversas maneras para obtener los bienes ya mencionados; y con ello cambiar la dinámica del servicio ecosistémicos e impactar a la producción de los respectivos bienes, y por tanto incidir a su vez sobre el bienestar (MA 2005, Balvanera et al. 2009). De acuerdo con Balvanera et al. (2009, 189), los ecosistemas que proveen los bienes de aprovisionamiento en México son intervenidos en las formas que muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Formas de intervención humana a los ecosistemas

Servicios de aprovisionamiento	Formas de intervención humana realizadas para obtener el beneficio
Alimentos agrícolas	“Remoción de la cobertura vegetal, uso de insumos químicos, riego, maquinaria o sustitutos orgánicos, introducción de especies, selección o mejoramiento genético”
Alimentos derivados de la ganadería	“Cría de ganado en pastizales, encierros o zonas con cobertura vegetal, suplementación alimenticia, introducción de especies, selección o mejoramiento genético”
Alimentos derivados de la pesca	“Extracción de productos marinos silvestres, manejo de ecosistema”
Alimentos derivados de la acuicultura	“Introducción de especies, construcción de estanques, establecimiento de granjas, suplementación alimenticia”
Madera y Leña	“Extracción de individuos de talla y especies comerciales, manejo forestal”; y “Extracción” [de leña]
Recursos diversos	“Extracción, manejo de especies, manejo de ecosistema”
Agua (cantidad)	“Construcción de presas, sistema de riego/alcantarillado, manejo de cuencas”
Agua (calidad)	“Reducción en la liberación de contaminantes, mantenimiento de ecosistemas y procesos”

Fuente: elaborado con información de Balvanera et al. (2009, 189).

Los ecosistemas con fuerte intervención humana, es decir, aquellos que han sido adaptados o modificados, pueden todavía aportar servicios ecosistémicos como el de regulación o incluso servicios socioculturales (Pérez et al., 2016; Sagie et al., 2013). Por otra parte, la intervención humana puede reducirse a la mera recolección de bienes ambientales como la de semillas y frutos silvestres que, aunque no tiene un nivel de intervención muy tecnificado, pueden llegar a modificar a los ecosistemas de forma importante.

Ahora bien, ¿cuál sistema de clasificación de bienes y servicios ecosistémicos es el mejor? De acuerdo con la recomendación de Fisher et al. (2009) y Costanza (2008), es necesario mirar hacia el contexto de la zona de estudio para seleccionar alguna de éstas; por lo tanto, la selección de la clasificación se planteará al finalizar el capítulo cuatro, donde se realiza un marco diagnóstico para el presente trabajo de investigación.

2.3. La valoración de los servicios ecosistémicos

2.3.1. La naturaleza como fuente de valor

En resumen, se puede mencionar que la temática ambiental en el análisis económico pasó por tres etapas: 1) donde se le reconocía su importancia, según la óptica fisiocrática; 2) donde los adelantos tecnológicos e ideológicos supusieron la posibilidad de franquear los límites naturales; y finalmente, 3) donde nuevamente lo natural tiene un lugar igual de importante que el trabajo y/o el capital en los modelos de desarrollo. Pero la posición frente al valor de la naturaleza tiene también sus aristas, como se verá a continuación.

a) Escuela clásica

El valor de las cosas según Smith (1958) está relacionado con el valor de cambio y el valor de uso; pero reconoce que las cosas pueden tener menos valor de cambio en función de su disponibilidad o abundancia: “Nada es más útil que el agua, pero nada puede ser intercambiado por esta”, argumenta el clásico. Por su parte, dicha concepción está también presente en los planteamientos de Say (s/f) y Ricardo (2003), pues dadas las características físicas y su libre acceso — dada su abundancia—, también carecen de valor; no obstante, estos autores también reconocen que, sí pudiera apropiárseles o limitárseles, entonces allí sí toman valor de cambio.

En el caso de Say (s/f), el autor hace un reconocimiento de la importancia de los beneficios derivados de los procesos ecosistémicos como el flujo del aire, el movimiento de las corrientes oceánicas, los ciclos biogeoquímicos, pero reduce dichos beneficios a quienes pueden explotarlos directamente si son apropiados de alguna manera.¹ Ricardo (2003), por su parte, argumenta en el mismo sentido: “nadie pagará por el uso de la tierra cuando hay una gran cantidad de ella no apropiada (...) a disposición de cualquiera” (Ricardo, 2003 p. 64). Además, en Ricardo su estudio del valor se concentra en “el fundamento del valor de cambio de todas las cosas” (Ricardo, 1973, p.37), según él mismo menciona.

Es decir, de entrada, reconocen su importancia dada su utilidad, pero le reducen la posibilidad de obtener valor de cambio, porque sus características físicas imposibilitan su apropiación. En palabras sencillas: No es posible valorar la luz solar, *porque el sol sale para todos*. Por eso Ricardo (2006) reprocha esta característica, que hoy conocemos de bien

¹ Say (s/f) afirma: "La tierra es un instrumento dado gratuitamente a la humanidad. Un propietario se apodera de él, pero esta apropiación no le es provechosa hasta el momento en que se buscan los productos de este instrumento, o cuando se empieza a no tener tantos como se quiere, como se tienen otros dones de la naturaleza, que son **inagotables**, tales como el aire, el agua de los ríos" (Say s/f, p.71). [El subrayado es de un servidor].

público, porque no se puede excluir de su beneficio a nadie y como no produce una competencia, no genera una rivalidad (Stiglitz, 2001).

b) Carlos Marx

De acuerdo con Marx, la influencia de los recursos naturales sobre las mercancías no dependía más que de las relaciones sociales de producción y no de que la naturaleza pudiera transferir valor a la mercancía (Bellamy-Foster, 2000). De acuerdo con Marx (citado por Bellamy-Foster, 2000, p. 258): “La tierra –dice- actúa como agente de producción en la producción de un valor de uso, un producto natural, digamos el trigo. Pero no tiene nada que ver con la producción del valor del trigo”.

Es decir, la naturaleza, aunque contribuye a la producción de las mercancías, no participa en la formación del valor de cambio de éstas. Sin embargo, según Bellamy-Foster (2000) esta argumentación no significa más que la pobre concepción del valor no por parte de Marx, sino de la concepción de riqueza asociada a las relaciones capitalistas y al valor de cambio; pues no se le da un papel primordial como fuente generadora de riqueza. Pero según Bellamy-Foster (2000), la naturaleza, en Marx, es tan generadora de riqueza como lo es el trabajo, pues según el autor, la posición de Marx se basa en reconocer que de la nada no puede emerger algo y que el valor de la naturaleza está en el valor de uso que es capaz de generar a través del trabajo.

c) Escuela neoclásica

La escuela neoclásica, representada principalmente por Stanley, Jevons, Walras, Menger y Gossen (Roll, 1974) abandona la teoría del valor-trabajo. La escuela neoclásica asume que el intercambio de bienes depende de la utilidad que puedan transferir a quienes los necesitan

o desean; es decir, el valor de las cosas depende ya no del trabajo, sino que se asume como una cuestión psicológica, pues ahora son los individuos los que valoran directamente el producto que consumen. Es decir: “a medida que adquirimos aumentos sucesivos de cada bien, la intensidad de nuestro deseo de una unidad más disminuye monótonamente hasta que alcanza cero y luego probablemente cae por debajo de él” (Schumpeter, 1982, p. 993).

Primeramente, el concepto de “utilidad marginal decreciente”, anticipada en el trabajo de Gossen, pero desarrollada en el de Jevons, propone que cada unidad de un bien consumido proporciona una menor utilidad (Roll, 1978). En segundo, al agregar la concepción de valor de Menger, se denota el surgimiento del “problema económico”, relacionado a su vez con la escasez o la abundancia de los recursos, y que de acuerdo con Chang (2005) será la motivación para el abordaje de la economía en el análisis de la valoración económica ambiental. Asimismo, la concepción de valor de Menger está presente detrás del concepto “disposición a pagar”, es decir, que ante la ausencia física o cualitativa de un recurso, las personas están dispuestas a intercambiar una mayor cantidad de un bien por obtener un poco más del primero en cuestión (Field y Field, 2003). Entonces, las bases que alimentan a la teoría neoclásica son las que posteriormente ayudarán a conformar el enfoque de la economía ambiental (Chang, 2005).

2.3.2. Enfoques teóricos sobre la valoración de bienes y servicios ambientales

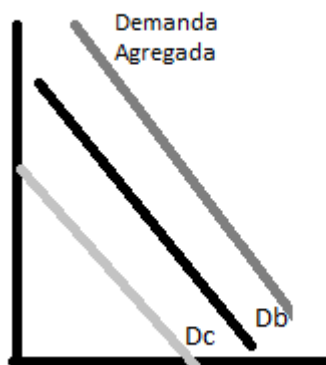
a) La asignación de los recursos a través del mercado

En economía, los beneficios que obtienen las personas son el aumento en la cantidad de bienes que pueden consumir. Asimismo, dicho incremento muestra la disposición de las personas a pagar, lo que están dispuestas a pagar y lo que realmente paga. Al saber que cada uno de los consumidores de una economía tienen disposiciones diferentes al pago, el conjunto

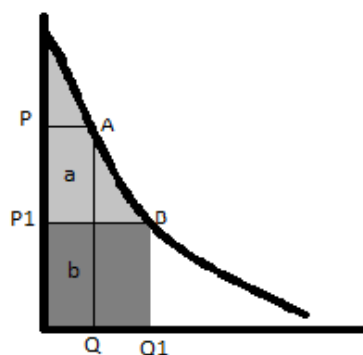
suma una disposición al pago total que también representa un beneficio económico total para la sociedad en su conjunto; y este resultado sería, entonces, el valor que tiene el producto adquirido para toda la sociedad (Field y Field, 2003).

Al observar la curva de demanda, resalta la pendiente negativa de ésta porque a medida que se reducen los precios de un bien, la cantidad demandada, solicitada o comprada de la misma aumenta; es decir, esta curva revela la disposición a pagar que poseen las personas por un bien y, por tanto, muestra “la actitud y capacidad de las personas al consumir” (Field y Field, 2003, p.55). Asimismo, resulta que la suma de la demanda de todos los consumidores representa la demanda agregada que también describe el mismo comportamiento para la sociedad y, entonces, la disposición a pagar para la sociedad en su conjunto (véase Figura 1).

Figura 1. Demanda agregada (a) e incremento en el beneficio y disposición al pago (b)



a) La suma de las demandas individuales representa la demanda agregada



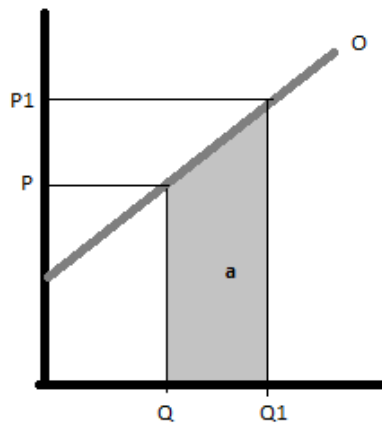
b) La ampliación del beneficio económico desde Q hasta Q_1 . También, con los cambios de los precios de P a P_1 , se amplía la disposición a pagar.

Fuente: elaboración propia.

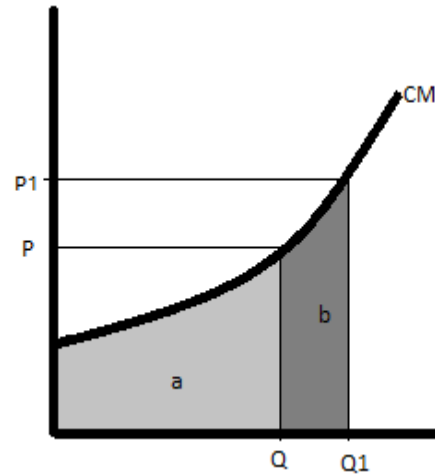
Como existen demandas diferentes, algunos valoran mucho más el producto en cuestión y pagan precios más altos por dichos bienes; mientras que hay otros quienes son capaces de consumir a menores precios. Al incrementarse el consumo por una reducción en los precios, se revela la disposición a pagar total de la sociedad; es decir, el punto entre lo que se pagó y lo que se paga ahora, y por cada incremento en la cantidad consumida por cada reducción en el precio, aumenta la Disposición Marginal a Pagar (DMP). Asimismo, el beneficio se incrementa porque ahora la gente consume más a menores precios. Es decir, el beneficio es el incremento en la cantidad de bienes que son capaces de consumir (Field y Field, 2003).

Por otra parte, la curva de oferta señala que la cantidad de bienes que se ofrecen aumenta al aumentar el precio que se paga por dichos bienes. Sin embargo, de tras de cada producto ofrecido, hay también un consumo de insumos necesarios para su elaboración; y por ello, la curva de oferta revela la curva de costes que enfrentan los productores para producir un bien. La curva de costes describe el aumento en los costes por cada unidad producida; a lo que se le conoce como costo marginal (véase Figura 2) (Field y Field, 2003). Asimismo, la decisión entre producir un poco más o algo distinto, refiere al coste de oportunidad: lo que se deja de hacer u obtener por producir algo más; “es el valor máximo de todo lo que habríamos podido obtener si no hubiéramos empleado los recursos para producir dicho bien” (Field y Field 2003).

Figura 2. Curva de oferta y curva de costes marginales



Curva de oferta. Tiene una pendiente positiva porque por cada elevación en los precios, los productores desean producir más.



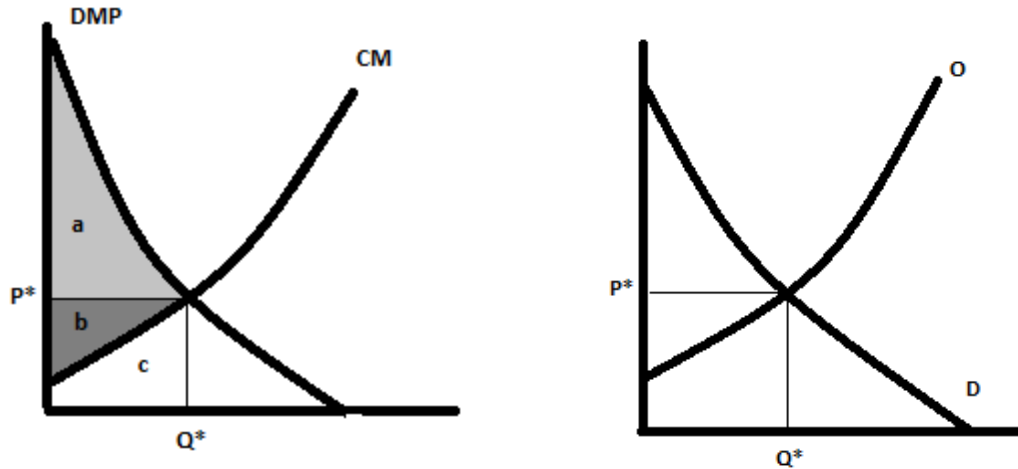
La curva de coste marginal muestra los cambios en la cantidad producida por cada cambio en los precios

Fuente: elaboración propia.

La eficiencia económica, es la interacción entre la disposición marginal a pagar y la curva de costes marginales; es el punto dónde las dos se interceptan; y donde la cantidad que se produce es igual a la cantidad que se demanda. Como la curva DMP señala la máxima disposición a pagar; y la curva de costes marginales muestra el coste total que incluye a los costes de oportunidad, las áreas entre las dos curvas describen el valor total neto del bien para la sociedad ($a + b$). El área c es el coste total de producción, ya que es la suma de todos los cambios en los costes de producción por cada unidad adicional elaborada.

Los mercados son las instituciones que permiten el acercamiento entre la curva de oferta y demanda. Si los mercados son competitivos, no existe control sobre la oferta o la demanda de consumo porque existen muchos productores y consumidores; lo que impulsa a la demanda y a la oferta a lograr un equilibrio donde la DMP es igual al Coste Marginal Social (Field y Field, 2003). Entonces, el mercado asigna eficientemente los recursos (véase Figura 3).

Figura 3. El punto de eficiencia y el equilibrio de mercado



a) La eficiencia es el punto donde la curva de costo marginal intercepta a la curva de la disposición marginal a pagar.

b) El punto donde de DMP y CM coinciden es, a su vez, el punto de equilibrio de mercado donde la demanda del mercado coincide con la oferta.

Fuente: elaboración propia, basado en Field y Field (2003).

Lo anterior obedece a que los bienes tienen características que influyen en dicha asignación eficiente: causan rivalidad y exclusión, lo que se traduce en que las personas rivalizan al competir por el beneficio de un bien que, al ser consumido por algunos, genera la exclusión de los beneficios para los demás (Stiglitz 2001); y a su vez, esto lleva a las personas a internalizar los beneficios y los costes de consumir o producir un bien. Sin embargo, no siempre es así, sino que es propia de los bienes públicos. Cuando existen este tipo de bienes, los mecanismos de mercado ya no son tan funcionales, con lo cual los incentivos para valorar o manifestar la disposición al pago o el coste de oportunidad eficientes ya no se obtienen. La actitud y la disposición al pago pueden verse mermadas porque los beneficios ya no son exclusivos o no excluyen a los demás de su disfrute; y tampoco generan una rivalidad entre las personas; los costes de oportunidad involucrados

detrás de los beneficios ofrecidos por un recurso pueden ser desconocidos por las personas, lo que impide poseer incentivos para su valoración (Azqueta et al., 2007; Field y Field 2003).

Así, la contaminación y la sobre explotación de los recursos naturales son producto de una racionalidad basada en el comportamiento maximizador de empresas, gobierno y familias (Azqueta et al., 2007); y es propiciado porque los bienes y servicios ambientales son bienes públicos; por ello, el mercado es incapaz de asignarlos o distribuirlos eficientemente. De esta manera, las personas “no introducen el valor de los servicios de la biosfera” (Azqueta et al., 2007, xx) que, de acuerdo con Pearce (1985), el valor que las personas le atribuyen es cero.

Es necesario indicar que, aunque actualmente hay un consenso en incorporar los valores de la naturaleza a los valores convencionales, hay dos enfoques que difieren en cuanto a qué valorar, cómo hacerlo y cuáles alcances posee la valoración: estos enfoques son la economía ambiental y la economía ecológica.

b) La economía ambiental y de los recursos naturales

Entonces ¿qué valor es el correcto?, y si los mercados no funcionan, ¿cómo determinar dicho valor? La economía ambiental propone una escala comparable con el sistema económico sobre las externalidades negativas (Azqueta et al., 2007) derivadas del comportamiento maximizador. Dicha escala favorece la conmensurabilidad del valor de los bienes y servicios ambientales a través de una expresión monetaria, bajo la idea de utilizar la lógica de mercado para reflejar la importancia de dichos bienes y servicios en términos comprensibles para la sociedad (Willis et al 1999, citado por Haro y Taddei 2014; Azqueta et al. 2007).

Si se considera que los bienes públicos con precio cero no generan rivalidad, porque las personas no consideran su renta para consumirlos, esto no significa que las personas no

valoren al bien en cuestión; no obstante, el detalle está en descubrir el mecanismo que muestre la valoración de las personas sobre el bien. Por su parte, Azqueta et al., señalan: “Que sean públicos no quiere decir, sin embargo, que sean gratuitos: quiere decir que no pueden cobrarse directamente por su consumo” (2007, 46).

Una forma de entender lo anterior es observar al bien con precio cero, es decir, como si fuera un bien público impuro que genera una rivalidad o exclusión (Stiglitz, 2001). Por ejemplo, el aire no genera rivalidad por su consumo, pero el beneficio que cada persona obtiene del aire es diferente si se considera que su calidad cambia para diversos consumidores, como sería el caso de la calidad del aire en una zona industrial en comparación con la calidad del aire en una zona rural. En este caso, el trabajo de Finney-Miles (2014) señala que las personas valoran la calidad del aire no directamente, sino a través del valor del suelo según la ubicación de este.

Cuando las personas asumen que el precio de un bien público es igual a cero, siguiendo a Pearce (1985), se genera una situación no óptima, lo que hace pertinente el análisis económico *neoclásico*, al ver que se trata de un problema de “determinación no óptima de precios”:

si se cobrara un precio por el uso de estas funciones del ambiente, esperaríamos un patrón diferente de usos (...). Aquí reside entonces una fuente básica de la falla del mercado (...) porque muchos servicios ambientales se tratan como si fueran gratuitos porque son propiedad de todos: no hay derechos de propiedad adscritos en forma individual (Pearce, 1985, p.12).

Por lo tanto, el objetivo de la economía ambiental es encontrar el valor de la contribución de los bienes y servicios ambientales a las diversas actividades económicas y sociales. Como el mercado falla en esta tarea, se requiere el desarrollo de instituciones que regularicen la propiedad de los bienes y servicios ambientales y/o de métodos alternativos que revelen dicho valor, tales como: costes de oportunidad, precios sombra o valores de contingencia, entre otros (Naredo, 2011).

c) Economía ecológica

De acuerdo con Naredo (1987) la economía ecológica se preocupa por un objeto de estudio explícito que “comprende los materiales y la energía relacionados con el territorio de referencia y los procesos vitales que en él se desenvuelven” (Naredo, 1987, p. 506). Como ya se observa, la medición *económico-monetaria* no resulta suficiente para el estudio de la economía ecológica; es entonces cuando surge también como una ciencia transdisciplinar que complementa su análisis con perspectivas físicas, químicas, biológicas, geológicas, entre otras (Costanza et al., 1997; Naredo, 1987).

La economía ecológica asume que la actividad económica es un sistema abierto que interactúa al interior de sistema global conocido como ecosistema. Estos, se relacionan a través de insumos para producción, un flujo de materia y energía que procede del ecosistema hacia el subsistema económico; y una emisión de desechos y residuos que proceden del subsistema económico al ecosistema. Es decir, el ecosistema funciona como el proveedor de la producción económica y el vertedero de desechos (Martínez-Alier y Roca-Jusmet, 2016; Naredo, 2011; Constanza et al., 1997).

Es necesario recordar que ese flujo de energía obedece a la ley de la entropía, que indica que en cada proceso donde se aprovecha una parte de la energía también se pierde

(Smith, 2006; Odum y Barret, 2006). La economía convencional, en cambio, durante mucho tiempo sostuvo la idea del crecimiento sostenido al dejar cuestiones físicas que en algún momento tienen un impacto sobre la capacidad productiva, planteamiento criticado por la economía ecológica a la luz de la ley de la entropía.

Además de refinar su análisis, con el auxilio de otras ciencias, la economía ecológica surge en los años ochenta como una respuesta a la economía ambiental en relación con los siguientes aspectos, de acuerdo con Martínez-Allier y Roca-Jusmet (2016) y Martínez-Allier (2011). Primera, la contabilidad macroeconómica y su énfasis monetarista sobre los bienes y servicios ambientales. Segunda, se crítica a la tasa de descuento social por su desbalance al valorar en mayor medida el presente que el futuro. Tercera, se cuestiona la transitividad de la teoría del consumidor, pues no es posible convertir todos los satisfactores vitales por otros satisfactores. Cuarta, se crítica a la teoría de la conducta racional del consumidor ya que, al consumir bienes ambientales, su valor no se reduce como afirma la teoría, sino que éste aumenta porque la disponibilidad del recurso se reduce.

Asimismo, la quinta es una crítica hacia el valor económico total, concepto que se revisará más adelante. Según Martínez-Allier y Roca-Jusmet (2016), se señalan los problemas de doble contabilidad en el componente del valor de opción y el valor de legado, los cuales obtienen su valor por las expectativas sobre el futuro. Sin embargo, al respecto es necesario considerar que el valor de opción, si bien valora los recursos en el futuro, esto es a partir de que se desea su existencia por su utilidad futura; mientras que en el valor de legado es sólo y únicamente su valor por simple existencia y no para su empleo, según señalan Azqueta et al. (2007) y Aznar y Estruch (2015). De forma que la doble contabilidad pudiera no presentarse si los recursos son adecuadamente clasificados entre los que se pueden utilizar en el futuro y los que se desea su existencia por razones diferentes al uso potencial.

Por su parte, Falconí y Bulbano (2004) identifican una sexta crítica al señalar que el análisis costo-beneficio es incapaz de reflejar dimensiones como la incertidumbre y la complejidad de la realidad. Mientras que Naredo (1987) menciona una séptima crítica, apuntando que la economía ambiental no considera al territorio como elemento para el análisis ambiental. Sin embargo, a pesar de que la economía ecológica reprende diversos aspectos de la valoración económica ambiental, el autor menciona que es posible realizarla de forma parcial, ya que requiere incluir indicadores que no son reducibles a una sola unidad de medida. En ese sentido, será necesario identificar los diversos procesos ecosistémicos y después seleccionar un conjunto que pueda ser valorado monetariamente (Naredo, 1987).

d) La valoración multicriterio y las preferencias subjetivas

De forma vinculada a la crítica de la economía ecológica, existen las valoraciones multicriterio en la que no sólo se incluyen aspectos energéticos, sino también sociales, destacando una gama de preferencias no sólo sujetas a los criterios de objetividad monetaria o físicos, químicos, biológicos o ecológicos.

Según señala Martínez-Allier (2011), la valoración monetaria no es el objetivo de la economía ecológica, sino *“el desarrollo de indicadores e índices de físicos de (in)sustentabilidad, examinando la economía en términos de <<metabolismo social>>”* (Martínez-Allier, 2011, p.43). Así, la economía ecológica, además de incorporar una valoración de tipo física, propone una valoración multicriterio (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016). Se tiene que aceptar que las elecciones de las personas no siempre son producto de un pensamiento racional con la idea de maximizar su utilidad; pues en las elecciones intervienen diversos criterios de elección como criterios que están determinados

por una multitud diferente de intereses (Romero 1996), los cuales pueden entrar en conflicto tanto espacial como temporalmente (Aznar y Estruch, 2015; Munda, 2004).

En este sentido, se incrustan las percepciones, opiniones, creencias y saberes de las personas alrededor de sus preferencias e intereses. Tan válido como la valoración ecológica y económica resulta la valoración social de los servicios ambientales, que en muchos casos fue relegada a un menor plano, sin considerar que aspectos como el origen, el sentido de pertenencia, así como los de orden socioeconómico y cultural pueden incidir en tales percepciones y, por tanto, en las formas en que se prefiere un mismo servicio ecosistémico (Villamagua-Vergara, 2017; Briseño et al., 2016; Sagie et al., 2013; Chan, Satterfield y Goldstein, 2012). Asimismo, se ha ignorado que la ausencia de un servicio ecosistémico, a pesar de que pudieran existir sustitutos o formas de capital construido que pudieran ofrecer el mismo servicio, puede significar una crisis que dañaría el tejido social (MA, 2005; Chisura y De Groot, 2001). Al respecto:

(...) incorporar este aspecto [el valor social] en el mapeo de servicios ecosistémicos ofrece la oportunidad de mejorar los procesos de gestión ambiental y apoyar una toma de decisiones mejor informada, lo que reduce la probabilidad de problemas o conflictos locales y sus consecuencias sobre el ambiente (Cordoves-Sánchez y Vallejos-Romero, 2018, p.194).

Como ejemplos están los trabajos de Sagie et al. (2013) y Torregroza-Fuentes, Llamas-Chávez, Borja-Barrera (2014). En el primero se destaca que existen percepciones y usos diferentes entre israelíes y jordanos sobre el mismo ecosistema, refiriéndose al desierto de Arava. El trabajo de Sagie et al. (2013) incluía servicios por su carácter cultural o de

recreación, mientras que el de Torregroza et al. (2014) incluía servicios en base a su capacidad de suministro; pero en ambos casos, se incorporaron al estudio las percepciones sobre la estética y espiritualidad del ecosistema.

Específicamente, en el caso de Torregroza et al. (2014), se destaca cómo actores sociales, productores primarios, empresarios y académicos, poseen diferentes valoraciones y percepciones sobre el mismo ecosistema, los componentes vegetales que lo componen y los servicios ecosistémicos que de él obtienen. Según Torregroza et al. (2014), resultó que la valoración de cierto tipo de vegetación fue considerada negativa para el grupo de empresarios pues no se veía bien en los diferentes barrios; mientras que puede haber percepciones diferentes al considerársele beneficioso por parte de otro grupo de actores. Así, se destacan intereses diferentes y encontrados entre los diferentes actores sobre los mismos componentes ecosistémicos y los servicios que se pueden obtener de ellos.

Ante este tipo de situaciones, surge la necesidad de incluir aspectos de tipo físico, económico y social en las valoraciones; es decir, proporcionar valoraciones integrales. Falconí-Benítez y Burbano (2004) exponen que el análisis multicriterio es una herramienta adecuada para el análisis de tres dimensiones conflictivas en la toma de decisiones: la económica, la social y la ambiental; sin menoscabar con ello las diferentes escalas de medición que emplean, como medidas físicas, monetarias y cualitativas, entre otras. Es decir, como sugieren los autores: “los instrumentos económicos para la gestión ambiental pueden ser incluidos en un AMC [análisis multicriterio] como un criterio más de evaluación” (Falconí-Benítez y Burbano, 2004, p. 19). En este sentido, el análisis multicriterio es:

“un proceso de aprendizaje iterativo, entre los analistas y los agentes involucrados, en el que se combinan aspectos formales (aquellos propios de la metodología

multicriterial) con aspectos informales, representados por las percepciones intereses y deseos de los diferentes agentes inmersos en juego” (Munda, 2004, p. 31).

Otra fortaleza del método de valoración multicriterio es la representación de los diferentes actores sociales que entran en conflicto. Este se trata de un método que permite la representación democrática de todos los involucrados (Martínez-Allier y Roca Jusmet, 2016) y en el cual se dota de legitimidad al proceso de valoración (Martín-Ortega y Berbel-Vecino, 2007), pues participan tanto propios como ajenos. De acuerdo con Munda:

(...) cuando se usa la ciencia en políticas, los profanos (*e.g.* jueces, periodistas, científicos de otra esfera, o simplemente ciudadanos) a menudo dominan suficientemente la metodología para volverse participantes efectivos en el diálogo. Esta extensión de la comunidad es esencial para mantener la calidad del proceso de resolución de sistemas complejos. De este modo la apropiada gestión de la calidad se enriquece al incluir esta multitud de participantes y perspectivas (Munda, 2004, p. 32).

Es decir, la valoración planteada por medio de este método abandona la conmensurabilidad mono-criterio, que en el caso de la economía ambiental se reduce a lo monetario o en el de la ecología a la energética; plantea en cambio una valoración a través del contraste de selección, criterios para la selección de objetivos expresados en una escala frente a otra. Permitiendo también, un involucramiento de los distintos actores que pueden entrar o no en conflicto.

2.3.3. Formas de valor sobre los bienes y servicios ecosistémicos

Los bienes y servicios ecosistémicos poseen una importancia enorme, pero dichos recursos comienzan a ser valorados ante su ausencia (Costanza, 2008; De Groot et al., 2002; Daily et al., 2000). Es decir, no es hasta que su situación merma en disposición y calidad que comienzan a ser un problema económico dada su escasez (Chang 2005). En esta situación si hay un interés en el sentido Ricardiano, revisado previamente en este capítulo, puesto que la cantidad y calidad de bienes y servicios ecosistémicos estaría limitada y por ello, en palabras de Ricardo (2006) ya no estarían a disposición de cualquiera; entonces, las personas estarían dispuestas a darles un valor. De cierta manera, en el dilema de la renta de la tierra de Ricardo (2006), se asomaba esta situación al irse aumentando la renta de las tierras de mejor calidad cuando estas estaban en pleno empleo, e incluso la renta de las tierras de menor calidad también aumentaba sucesivamente.

Los recursos naturales y las funciones ecosistémicas, que emanan de la naturaleza, pueden poseer un valor distinto, pues dichos recursos pueden observar diferentes patrones de utilidad y por tanto de valor, valores que al final son determinados por el orden de las preferencias que poseen las personas (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016; Azqueta et al., 2007). A la suma de todos los distintos valores que puede poseer por sus funciones o beneficios se le conoce como Valor Económico Total (Aznar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015). Los tipos de valor ambiental pueden ser:

- a) Valor de uso. - Se trata del valor que poseen los bienes y servicios ambientales, dada la utilidad que en ellos se encuentra. También puede suceder que los bienes y servicios ambientales tengan un valor de uso indirecto cuando un bien ambiental reporta utilidad a pesar de no ser utilizado directamente, como la polinización que realizan las abejas u otros insectos y que permiten la existencia de frutos, empleados

directamente para su consumo, puesto que alivian el hambre y contribuyen la nutrición del cuerpo. Así pues, existen servicios ambientales cuyo valor es de uso indirecto y aquellos de uso directo (Aznar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015; Azqueta et al., 2007). En algunos casos, el valor de uso directo puede ser encontrado por el reflejo de otros bienes que se cotizan en el mercado, mientras que los bienes de uso indirecto no es el caso (Aznar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015).

- b) Valor de opción. - Es otra forma de valorar los bienes y servicios ambientales al suponer que pueden ser utilizados en el futuro y no en el presente; es decir, valorarlos para tener la opción de utilizarlos después. Existe una subcategoría del valor de opción que es el valor de cuasi-opción, donde se refleja la valoración del bien bajo condiciones de incertidumbre, valorando sus posibles beneficios en el futuro y que actualmente son desconocidos (Azqueta et al., 2007). Por ejemplo, la valoración de la biodiversidad, puesto que en ella se encuentran el desarrollo de conocimientos en áreas como la farmacéutica (Aznar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015).
- c) Valores de no uso. - Comprende a quienes dan valor por existencia y a los valores de herencia o legado. En ambos, las personas valoran no por la utilidad, presente, futura o potencial que tengan los bienes y servicios ambientales sino por la mera existencia de éstos tanto en el presente como en el futuro. En estos casos subsiste un valor intrínseco en el bien o servicio valorado y son considerados como valores de orden superior (Azqueta et al., 2007).

A la suma de los diferentes tipos de valor se le llama *valor económico total*, debe mencionarse que no es igual al valor de mercado (Aznar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015); ya que en el mercado se mueven únicamente los bienes con uso directo y por eso, como se ha visto, la suma de las distintas formas de valor hace que el VET sea más grande que el

valor de mercado. Además, dado que son bienes públicos (Stiglitz, 2001), el mercado falla en la asignación de valor para éstos (Azanar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015; Azqueta et al., 2007).

2.4. Conclusión: la valoración de los ecosistemas y sus servicios

Hasta aquí se han revisado dos aspectos importantes en el ejercicio de la valoración: 1) la composición de los ecosistemas para conocer las características, los componentes y sus procesos, que en conjunto proveen de beneficios para las personas y que pueden constituirse como capital natural o activos ambientales (MA 2005; Fisher et al., 2009; Costanza, 1997; Costanza y Daly, 1992; Field y Field, 2003; Enríquez-Andrade, 2008); y 2) que la valoración es un esfuerzo por reflejar la importancia de todo lo anterior, tanto desde la óptica de la economía ambiental como desde la economía ecológica.

Asimismo, se mencionó que los procesos y componentes ambientales, así como sus beneficios tienen la misma característica que los bienes públicos (Stiglitz, 2001), pero ello no significa que no sea posible aproximarse a su valor (Azqueta et al., 2007), a pesar de que puede asumirse que tienen un valor cero (Pearce, 1985). Por otra parte, la economía ecológica, se pronuncia a favor de un análisis transdisciplinar y multicriterio (Martínez-Allier y Roca Jusmet, 2016; Munda, 2004), pues las personas no sólo consideran los criterios utilitarios y económicos en sus elecciones, sino también otros criterios ligados con las preferencias ecológicas y sociales, desde un punto de vista sustentable, y la importancia de cada uno de ellos puede ser mayor o menor (Gudynas, 2011; Bermejo García de S, 2014) o estar en conflicto (Munda, 2004; Romero, 1996).

Sin embargo, para ello se requiere una herramienta metodológica robusta capaz de mezclar todo lo anterior, que posea características multicriterio; es decir, una herramienta capaz de considerar no sólo los criterios económicos o utilitarios, sino también esos criterios ecológicos y sociales; que de otra forma dificultaría su tratamiento desde una óptica monocriterial. A continuación, se revisarán dichas metodologías de valoración para determinar cuál de ellas ofrece mayores posibilidades para este trabajo.

CAPÍTULO 3. LOS MÉTODOS DE VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL

El mercado es incapaz de mostrar el valor de ciertos bienes y servicios ambientales y por ello se requiere de una estrategia para aproximarse a dicho valor (Azqueta et al., 2007; Naredo, 1987); el cual es sólo una parte del valor total de los beneficios que los ecosistemas proveen a las actividades económicas y sociales en forma de bienes y servicios ambientales (Azanar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015). Asimismo, es importante destacar la necesidad de ubicar los servicios ecosistémicos en el territorio (Naredo, 1987), ya que éste no es homogéneo y por tanto los servicios ecosistémicos en el mismo no lo son.

Este capítulo tiene por objetivo mostrar los diferentes métodos de valoración ambiental, sus características y aplicaciones. Al final, se concluye con una serie de observaciones sobre los distintos métodos. En la última sección se muestran diferentes aplicaciones tanto a nivel mundial —como el conocido trabajo de Costanza et al. (1997) sobre la valoración de los ecosistemas en el mundo y que en 2010 presentó una actualización—, como casos de valoración económica en México, Sonora y Baja California; además de la aplicación del método de valoración multicriterio en España y México.

3.1. Métodos de valoración monetarios y multicriterio

Un aspecto importante de estos métodos es el papel que las personas poseen como actores de la valoración y por ello se hablará sobre la existencia de métodos indirectos, que consideran las preferencias reveladas de las personas mediante la observación de productos o servicios que se mueven en el mercado, como sustitutos de los bienes y servicios ambientales. Por otra parte, estarán los métodos directos que recogen las preferencias declaradas, considerando la

valoración que las personas expresan directamente mediante encuesta o entrevista (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016; Field y Field, 2003; Azqueta et. al., 2007). Finalmente, se menciona el método multicriterio como una estrategia para conocer el valor o la importancia que las personas conceden a cada forma del valor económico total; en donde lo que importa no es tanto el resultado sino la calidad del proceso (Azanar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015; Falconi y Burbano, 2004).

3.1.1. Métodos indirectos

a) Costo de viaje

El objetivo del método de costo de viaje es el de conocer el valor que de un sitio determinando mediante los costos del viaje y los de acceso, si es que los tiene (Azqueta et al., 2007). Se ha utilizado para conocer el valor recreativo o el valor de la belleza escénica que posee un lugar en específico. Desde el lado de la demanda, consiste en conocer el beneficio que se obtiene de dicha zona para quien está dispuesto a incurrir en una serie de desembolsos para llegar a ella (Azqueta et al., 2007). Por el lado de la oferta, se considera el coste de oportunidad asociado a la preservación de esta, cuestionando los posibles valores que se tendrían si se dispusiera de manera diferente a la preservación (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016).

Para conocer el beneficio obtenido del paisaje, se estima una curva de demanda donde se muestran los diferentes costos incurridos durante el trayecto, el tiempo y las veces que se visita el lugar. El instrumento de recolección de datos es la encuesta directa; lo cual implica tener ciertos cuidados en el diseño para evitar los siguientes sesgos: a) unidad de medida de la demanda, que se refiere a cómo abordar las visitas de forma adecuada según la temporalidad; b) el comportamiento de los demandantes, entre ocasionales y habituales; y c)

la contabilidad completa de todos los costes incurridos por los visitantes (Azqueta et al., 2007).

De acuerdo con Azqueta et al., (2007), este método se desestima como forma adecuada para conocer los impactos sobre la demanda asociados a cambios en los componentes con que se estima la misma. Asimismo, la complejidad estadística de este método es otra desventaja, pues requiere de suficientes conocimientos estadísticos y econométricos (Pallanez-Murrieta, 2002). Por su parte, Martínez-Allier y Roca-Jusmet (2016) desestiman el empleo de este método para conocer los valores de uso, de opción y cuasi-opción.

b) Precios hedónicos

Trata de estimar cómo influyen las partes que componen un bien sobre el precio total del mismo. Este método se ha empleado para estimar las preferencias de la calidad ambiental en el entorno de la vivienda, así como valorar la calidad de vida en una zona (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016; Azqueta et al., 2007). De esta forma, según la teoría de los precios hedónicos, en el mercado se encuentran bienes con características particulares que impulsan a las personas consumirlas, y por tanto a mostrar de esa forma sus preferencias, no tanto por el bien en sí, sino por sus características; de manera que, al estar ausentes dichas características, la disposición al pago se reduce o desaparece (Fitch-Osuna, Soto-Canales, Garza-Mendiola, 2013).

El análisis de precios hedónicos conlleva ciertas limitaciones que en el caso de la vivienda se relacionan con: a) la movilidad, es decir, las personas sometidas a una catástrofe ambiental en la zona donde residen deben contar con la suficiente movilidad para ir a otro lugar a vivir; y b) los costes de transferencia, limitación que se manifiesta cuando los tramites

dados por el cambio de vivienda son más costosos que la disposición a pagar (Azqueta et al., 2007).

Aunque Martínez-Alier y Roca-Jusmet (2016) señalan también otra limitación, relacionada con las preferencias de no residentes, pero que trabajan o estudian dentro de la zona afectada, y a quienes también se les ha reducido su bienestar y beneficios, es decir, afecta el valor de uso que éstos le dan al lugar. Finalmente, también sucede que la valoración que se haga no necesariamente responde a una valoración del ambiente, ya que incluso se valoran más otros atributos (Pallanez-Murrieta, 2002).

c) Método de costes evitados y análisis de la función de producción

En este método considera la valoración de activos ambientales a partir de activos de mercado existentes con los cuales es posible sustituir el activo ambiental. En este caso, se asume que el bien y servicio ambiental o la utilidad personal forma parte de una función de producción (Azanar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015; Azqueta et al., 2007).

En este método se asumen dos posibilidades: la primera se relaciona en los cambios sobre la utilidad de las personas con base a cambios en la calidad o cantidad del activo ambiental; en la segunda, se asume que se afecta el rendimiento o la productividad de una actividad a raíz de un cambio en el activo ambiental (Azanar-Bellver y Estruch-Guitart, 2015; Azqueta et al., 2007). De esta forma, para solucionar ambas situaciones, se procura sustituir el activo con algún recurso tecnológico que lo permita, como por ejemplo serían medicamentos o antihistamínicos para cambios en la salud de las personas; o los costes de sustituir el activo ambiental, por ejemplo, comprar agua para irrigar una parcela en temporada de sequía. Las limitaciones que se le pueden observar a este método estarían en que existen

recursos naturales o servicios ambientales muy específicos y especializados ante los cuales no existe un sustituto concreto o asequible (Pallanez-Murrieta, 2002).

d) Método directo: valoración contingente

Es el método de mayor aplicación (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016) y descansa en el uso de encuestas o entrevistas realizadas directamente a las personas. Se asume que las personas manifiestan o declaran su disposición a pagar (DAP). Asimismo, de acuerdo con Azqueta et al., (2007), el método ha sido aplicado para conocer el valor de no uso de los bienes y servicios ambientales, que carecen de un símil en el mercado; o de bienes con uso pasivo (Daly y Farley, 2004). También es posible conocer la disposición a recibir una compensación (DAC), es decir, una aportación por un incidente. Es necesario indicar, que el DAP y el DAC no necesariamente llegan a coincidir (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016).

A través de entrevistas o encuestas se presenta a las personas un escenario hipotético sobre alguna situación de mejora o degradación ambiental. Las personas deciden si están dispuestas a pagar por la mejora o para evitar el daño, así como por la magnitud de la compensación. Lo anterior impone una serie de sesgos que tendrían que ser superados mediante un diseño cuidadoso de la encuesta o entrevista, con el propósito de que las respuestas del entrevistado sean lo más honestas posible. Sin embargo, el método tiene una serie de sesgos que a continuación se describen:

- a) Sesgo estratégico. - A veces las personas creen que sus respuestas pueden tener una implicación real, por ello condicionan la misma para obtener una ventaja (Azqueta et al., 2007). De acuerdo con Martínez-Allier y Roca-Jusmet (2016), éste es el principal sesgo.

- b) Sesgo de información. - Las personas no poseen un conocimiento completo sobre todos los procesos y funciones que se realizan en un ecosistema (Martínez y Roca 2016; Daly y Farley, 2004). Al no poseer información, el encuestado no sabe si la cantidad propuesta es la más adecuada (Azqueta et al., 2007).
- c) Sesgo de orden. - Aquí, el encuestado atribuye un valor gradual en función del orden que muestran las respuestas en el cuestionario; por ejemplo, atribuye un mayor valor a las primeras respuestas (Azqueta et al., 2007).
- d) Sesgo del punto de partida. - Ocurre cuando existe una primera cantidad de valor propuesta, incidiendo sobre la disposición del encuestado, al estilo de una subasta (Macías-Macías, 2008). Es por lo que, “es un hecho comprobado que las respuestas se ven influidas por el valor inicial de la referencia” (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016, p. 300).
- e) El problema de incrustación. - Este problema se refiere a la percepción del objeto valorado a través de la encuesta, donde las respuestas ofrecidas no son muy distintas. Las personas ofrecen respuestas y valoraciones que describen más un compromiso que una preferencia (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016).
- f) El sesgo del entrevistador. - Este tipo de sesgo se da cuando el entrevistado quiere ser condescendiente con el entrevistador, impidiendo así una valoración real (Macías-Macías, 2008; Azqueta et al., 2007).
- g) El sesgo del medio de pago. - Este tipo de sesgo emerge cuando las personas no son indiferentes al medio de pago que se establece en la encuesta (Azqueta et al., 2007).
- h) El sesgo de hipótesis. - Este sesgo ocurre cuando la persona sabe que las situaciones planteadas son ficticias, y su valoración no está apegada a una verdadera disposición a valorar (Macías-Macías, 2008).

Una limitante es la falta de consideración sobre la renta o ingresos de los individuos, haciendo que la valoración quede fuera de lugar (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016). Otras limitantes van desde los recursos que se requieren para obtener una muestra lo suficientemente representativa (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016; Azqueta et al, 2007); hasta la capacidad y actitud del entrevistador/encuestador (Macías-Macías, 2008). Por todos estos limitantes y diferentes sesgos, es que Martínez-Allier y Roca-Jusmet (2016, 32) concluyen que: “sus problemas son enormes”. A pesar de ello, entre sus ventajas se encuentra que no requiere estimarse una función de demanda, ni tampoco de supuestos de entrada (Macías-Macías 2008); además, al considerar la posición de las personas, este método ofrece una valoración legítima.

3.1.2. La valoración multicriterio

A pesar de que este método también emplea el abordaje directo hacia las personas, por medio de entrevista o encuesta, al permitir el empleo de indicadores de diferente escala ayuda a reflejar aspectos no considerados por la valoración monetaria convencional. Por ello esta valoración merece tener un lugar a parte de entre los métodos directos e indirectos o tradicionales, como los llaman Aznar y Estruch (2015).

Este método constituye “una herramienta adecuada para tomar decisiones que incluyan conflictos sociales, económicos y objetivos de conservación del medio ambiente, y además cuando confluyen una pluralidad de escalas de medición” (Falconí y Burbano, 2004, p.15); así como cuando existen opciones que pueden ser contradictorias entre ellas (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016). Como se ha visto, el cálculo de los valores económicos ambientales, mediante los métodos indirectos y la valoración contingente, puede llegar a ser de difícil aplicación, y en algunos casos hasta imposible (Aznar y Estruch, 2007).

Este método plantea diferentes escenarios a valorar, pero siguiendo ciertos criterios de valoración (Aznar y Estruch, 2015), los cuales pueden representar una ventaja al eliminar los sesgos hipotéticos y de orden; así como la limitante del ingreso, es decir, este método proporciona los criterios para conformar la valoración. Otra bondad del método es que puede ser aplicado a un grupo particular de personas, los expertos, con lo cual reduce las restricciones que imponen los recursos operativos del proyecto, pues no es necesario poseer una muestra representativa; además, entrevistar a los expertos, también equivale a reducir el sesgo de información. Sin embargo, lo anterior también plantea el reto de encontrar al grupo de expertos adecuado.

A diferencia de los métodos anteriores, el método multicriterio puede concebir que cada una de las preferencias de los consumidores son elecciones que combinan diversas características de varios escenarios, ya que, con base en la teoría de la decisión multicriterio, las personas en la vida real eligen una mezcla de satisfacciones, denominadas soluciones compromiso y no una solución óptima como lo supone la teoría de la conducta del consumidor (Romero, 1996). Es decir, en condiciones reales hay que tomar una elección donde intervienen un número grande de datos, de relaciones y de objetivos (Falconí y Burbano, 2004).

Otra fortaleza es poder conocer las diferentes elecciones que cada persona o grupo de personas realiza; y para ello utiliza métodos de agregación como el de programación por metas o la media aritmética, que generan una medida resumen del total de preferencias bajo un criterio dado (Aznar y Estruch, 2015). Martínez-Alier y Roca-Jusmet (2016) se muestran un poco reservados al respecto, pero mencionan que dichas agregaciones pueden ser una aproximación a los precios relativos en cada elección de preferencias.

3.2. Aplicación de métodos de valoración

Con la finalidad de mostrar algunos ejemplos de métodos de valoración entre 2007 a 2017 se propone la presente sección. En primer lugar, se menciona el caso de Costanza et al. (1998) de valoración, al que se ha referido por bastante literatura. En la segunda sección se agrega un acercamiento a los métodos de valoración en México y el noroeste del país, entre métodos directos e indirectos; y finalmente ejemplos de la aplicación de métodos de valoración multicriterio en México y España.

3.2.1. Costanza et al. (1998): “un clásico”

Desde los años noventa el número de trabajos sobre valoración económica de servicios ecosistémicos ha crecido de forma importante (De Groot et al., 2002; MA, 2005; Gómez, De Groot, Lomas y Montes, 2010); y en esta producción destaca: *The value of ecosystem services: putting the issues in perspective* de Robert Costanza et al. (1997). En este trabajo la pregunta planteada por los autores es cómo medir el valor de los servicios ecosistémicos si se carece de mercados para éstos. Según los autores, responder a esta cuestión es importante porque el bienestar de las personas depende de la mejora o el deterioro de los ecosistemas; además permite, al mismo tiempo, resolver cuestiones como el punto óptimo de aprovechamiento de los recursos naturales y también de disponer de medidas para comparar las ganancias y las pérdidas de servicios ecosistémicos. De esta forma, el objetivo del trabajo fue, en palabras del propio Costanza et al. (1997, p.68) “to begin the exercise of measuring the aggregate value of ecosystem services”.

El trabajo de Costanza et al. (1997) parte de otros análisis de balance energético realizados previamente, pero en éste, los resultados de éstos son llevados a valores

monetarios. Asimismo, el trabajo calcula el precio equivalente de cada hectárea de servicio ecosistémico por el número de hectáreas donde se encuentra el servicio; y donde el total de todas las hectáreas es igual al valor total del producto neto (Costanza et al., 1997). La estimación realizada fue de 33 billones de dólares (de 1995) para 16 ecosistemas terrestres (Costanza et al., 2014). Posteriormente, los autores realizan una actualización de este cálculo bajo el mismo método, que resultó en un valor de 125 a 143 trillones de dólares por hectárea, y un valor actualizado de 43 trillones para el cálculo de 1997. En este trabajo, también realiza un balance y calcula una pérdida ecosistémica de alrededor de 4.3 a 20.2 trillones de dólares.

3.2.2. La aplicación de métodos de valoración económica en México

Como ya se ha mencionado, el método con mayor aplicación de acuerdo con Azqueta et al. (2007) y Martínez-Aller y Roca-Jusmet (2016) ha sido el método directo de valoración llamado “valoración contingente”; y en México es posible encontrar también numerosas aplicaciones de este método. Pero como se verá a continuación, existen algunos casos con métodos de valoración indirecta como costos evitados o costo de viaje entre otros.

- 1) En la zona metropolitana conformada por los poblados de La Piedad de Cabadas Michoacán, y Santa Ana Pacueco Guanajuato, estudiada por Ayala-Ortiz y Abarca-Guzmán (2014), se encuentra contaminación por desechos urbanos, agrícolas e industriales, así como el surgimiento de fauna nociva y daños a la salud relacionados con el combate de dicha fauna, como la parasitosis o leucemia en niños expuestos a los insecticidas. Este trabajo concluyó que había diversos factores que determinan la probabilidad de la disposición a pagar por servicios ecosistémicos como la educación, el estrato de ingresos, y la edad. Según el análisis econométrico realizado, se encontró

que el valor total de la disposición a pagar por la limpieza y mantenimiento del río Lerma era de más de 12 millones de pesos anuales.

Este trabajo plantea un escenario hipotético y señala las consecuencias futuras de no tomar medidas al respecto, pero también sugiere otro escenario donde se incluyen mejoras al ambiente. Así, se les cuestiona a los encuestados si estarían dispuestos a pagar y cuánto pagarían. Para evadir los sesgos comentados en la sección previa, se propuso en la encuesta que los pagos serían recolectados por el organismo operador de agua, con lo cual se evita el sesgo del vehículo de pago; aunque los autores mencionan que se hizo todo lo posible para eliminar los sesgos estratégicos, hipotético, inclusión, sesgo de información y anclaje, subsiste el sesgo del punto de partida.

- 2) En el bosque de Ixtapaluca, analizado por Larque-Saavedra, Valdivia-Alcalá, Romo-Lozano (2004) también se empleó la valoración contingente para identificar la disposición a pagar por “purificación del aire, conservación de la tierra, conservación de la humedad ambiental, conservación de la flora y la fauna, retención del agua en el subsuelo y paisaje” (Larque et al., 2004, 194). Se encontró que los encuestados estarían dispuestos a pagar desde uno hasta dos mil pesos, pero que sería necesario ajustar la cantidad hacia los 100 pesos. Asimismo, se observó que la población daba mayor importancia a la purificación del aire. Finalmente, la problemática abordada por los autores se desprende del descontrolado crecimiento urbano que se ha visto con el paso del tiempo y de los problemas ambientales asociados.

En este caso, como el anterior, la pregunta sobre la disposición al pago fue modificada de entrada. Se preguntó: “¿Cuánto estaría dispuesto a cooperar por conservar el bosque del municipio de Ixtapaluca y con ello preservar sus servicios

ambientales?” (Larque et al., 2004, p.195). Esta modificación fue producto de una aplicación piloto que motivó respuestas tipo protesta “no hay pago” por parte de los encuestados. También se estimó la preferencia de los consumidores por los diferentes servicios y bienes ambientales mediante el ordenamiento de sus preferencias (Larque et al., 2004), lo que puede conllevar al sesgo de orden.

- 3) En Sayula Jalisco, Macías-Macías (2008) realiza la valoración que dan los habitantes a la producción de hortalizas, mediante el empleo de valoración contingente (Macías-Macías, 2008). En este lugar, se reconocen los aspectos positivos de dicha actividad, empleo e ingresos, así como el desarrollo de infraestructura; pero también los aspectos negativos relacionados al daño ambiental, que propició las enfermedades que afectan al tomate. En este trabajo se encontró que el 60.6 por ciento de 356 personas manifestaron disposición a pagar, mientras que el 39.3 restante dijo que no, atribuyéndole la responsabilidad del pago a las empresas horticultoras contaminantes o al gobierno. La suma total de la disposición a pagar fue del orden de 3 millones 831 mil 772.08 pesos.

Macías-Macías (2008) menciona que la pregunta sobre el pago se diseñó para esquivar el problema del sesgo hipotético, prefiriendo obtener respuestas negativas que valoraciones no apegadas a la realidad de los encuestados. Asimismo, con respecto a las respuestas de protesta, se precisa que no es que las personas no valoren el medio ambiente, sino que no están de acuerdo en pagar algo que no hicieron. Tratar de reducir el número de respuestas de protesta pudo haber conllevado sesgos como el de punto de partida o sesgo estratégico, según menciona el autor. Pese a que se trató de realizar una reducción de otros sesgos, a partir de estrategias que el encuestador aplicó en campo sucedió un problema importante, hubo muchas encuestas con

respuesta negativa aplicadas por un mismo encuestador; es decir, se presentó el sesgo del entrevistado dada la actitud del encuestador.

- 4) En Ixtapaluca, Estado de México, López et al. (2010) encontró, a partir de la valoración contingente, que la población encuestada tiene una mayor estima por dos bienes ecosistémicos: el aire puro y la belleza escénica, ambos en riesgo por una minera de arena. De hecho, la encuesta de López et al. (2010) manifestó que el 97 por ciento de las personas identificaron como principal problema el deterioro paisajístico o la belleza escénica; y que estaban dispuestas a otorgar un pago de 1,486 pesos anuales por persona, o 15 días de trabajo para su rescate. También se señaló la relación positiva entre la variable dependiente “probabilidad de pagar” con el nivel de ingreso, la percepción de problemas ambientales y la belleza escénica.
- 5) En el Arroyo Alamar Tijuana, analizado por García-Gómez y Beas-Becerra (2017), se refiere al arroyo como una fuente para el abastecimiento de agua subterránea en la ciudad de Tijuana. Sin embargo, la ocupación irregular y los problemas presentes como contaminación, basura, y los derivados de la ocupación irregular por la carencia de servicios públicos, impactan negativamente el ambiente de la zona; además, se registran problemas topográficos e hidrológicos que ponen en riesgo a los habitantes de la zona, situación que deja a población del lugar a merced de inundaciones periódicas (Ídem).

Para solucionar este problema, según García-Gómez y Beas-Becerra (2017), se proponen dos visiones: una que privilegia el cuidado los asentamientos urbanos, y otra que privilegia el cuidado ambiental, el equilibrio y conservación del acuífero. Según García Gómez y Beas-Becerra (2017), la instrumentación de estas obras significa varias pérdidas de servicios ecosistémicos: a) infiltración de agua hacia el

acuífero y al suceder esto ocurre; 2) la pérdida del ecosistema de bosque de galería o ripario y con ello; 3) la pérdida del hábitat para la flora y fauna tanto migrante como nativa.

Siendo dos estrategias contradictorias, los autores realizaron “la valoración económica de la pérdida ambiental que supone la construcción” (García-Gómez, Baes-Becerra, 2017, p.71) de ingeniería hidráulica para el control de las inundaciones. Para valorar los servicios ecosistémicos que se pierden por la obra, se recurre a la metodología de De Lanza et al. (2013; citado por García-Gómez y Baes-Becerra, 2013), para señalar la presencia de servicios ecosistémicos; y los valores económicos de diversos biomas a partir del trabajo De Groot et al. (2012 citado por García y Baes, 2013). Se encontraron 16 servicios a los cuales se les valoró a través del valor promedio, mínimo y máximo. El total de la pérdida ambiental calculada fue de 2 millones 335 124.96 dólares de 2007.

- 6) La Bahía de los Ángeles, en Baja California, es analizado en la tesis de Cárdenas-Torres (2006), en la cual se realiza una valoración económica con la metodología de valoración contingente; para conocer la disposición a pagar por la calidad de los servicios ambientales de este lugar, los que se relacionan a su vez con el turismo que busca avistamientos del tiburón ballena. Entre sus resultados se obtiene que la disposición a pagar se relaciona positivamente con la calidad del hábitat y que las personas aceptarían un pago para la conservación del tiburón ballena, lo que según Cárdenas-Torres (2006) se relaciona con el valor de existencia que se le otorga a esta especie.
- 7) Para la Bahía de los Ángeles, Baja California, la tesis de Rivera-Castañeda (2002) realiza una valoración económica de los servicios ambientales relacionados con la

recreación por medio del método de costo de viaje, cuyos datos fueron obtenidos a través de encuesta y registros oficiales, así como de hoteles en la zona de estudio. La intención del trabajo es “demostrar que el valor económico del servicio ambiental no es integrado totalmente en las decisiones de proyectos de desarrollo económico” (Rivera-Castañeda 2002, p.4).

El trabajo expone la intención de construir una escalera náutica que tendría aumento masivo sobre el flujo del turismo hacia la bahía, con consecuencias como: pérdida del capital natural, afectación a los servicios ecosistémicos que emanen de la bahía, y cambios sobre la dinámica social y económica como la especulación, la compra de terrenos y el acaparamiento de la línea costera (Bringas, 2001, citado por Rivera Castañeda, 2002).

A través del método de costo de viaje, mediante regresión de mínimos cuadrados ordinarios se estimó la función de demanda y posteriormente se obtuvo la curva de demanda con lo cual se deriva el excedente del consumidor. Mediante este ejercicio se determinó que el valor promedio de los servicios fue de 4,170.02 pesos, y además se evidencia una relación negativa entre costo del viaje y la tasa de visitas y una relación positiva entre ingreso y la mencionada tasa (Rivera 2002).

- 8) En el caso del Humedal Abelardo L. Rodríguez, en Hermosillo, el trabajo de tesis titulado “Valoración económica de los servicios ambientales sustentados por la presa Abelardo Luján Rodríguez (1990-2000)”, Pallanez-Murrieta (2002) presenta la valoración de un humedal, cuyo origen está al interior de la mencionada presa, de allí que se considere un humedal construido. Este trabajo propone la valoración de los servicios de hábitat para los peces que entonces se obtenían allí, mediante el método de precios de mercado y la valoración de los servicios de soporte a través del método

de costes evitados, obtenidos por los beneficios del agua que llega por los afluentes y la lluvia, evitando el empleo de tecnologías de irrigación y extracción de agua (Pallanez-Murrieta, 2002).

Pallanez-Murrieta (2002) revela no sólo los aspectos relacionados con la valoración, sino que descubre los conflictos de intereses que alrededor de la presa desde su creación hasta el año de estudio. Además, se señala el extravío de registros resguardados por las autoridades, y la falsedad en la declaración del volumen de pesca por parte de los pescadores.

Pallanez Murrieta calculó una valoración económica parcial para los servicios ambientales ubicados en la presa con un valor de 5 millones 459 227.59 pesos de 1999; mientras que el servicio de hábitat fue de un millón 281 277.59 pesos; y el servicio de regulación de agua fue de 4 millones 178 000 pesos. Es decir, los productores agrícolas aledaños a la presa obtenían un beneficio estimado de cuatro millones al utilizar el agua que llega por gravedad (lluvia) y evitar emplear agua de pozo; mientras que los pescadores rivereños, obtenían un beneficio de poco más de un millón de pesos gracias al servicio de hábitat ofrecido por la presa, en su calidad de humedal construido.

- 9) El Delta del Río Yaqui, en Cajeme Sonora, es abordado por Ilija-Ojeda, Mayer, Salomon (2007), realizaron una valoración contingente, encuestando a vecinos de Ciudad Obregón, en el municipio de Cajeme. Entre los problemas ambientales detectados están la calidad del agua, dado que se encuentra contaminada con residuos urbanos y agrícolas, y también otros problemas como el deterioro de estuarios, la destrucción de hábitats y la pérdida de biodiversidad en la zona.

Los autores, al igual que en el trabajo de Ayala-Ortiz y Abarca-Guzmán (2014), el vehículo de pago propuesto en el trabajo de Ilija et al. (2007) fue el recibo de cobro por el servicio de agua potable. Sin embargo, hicieron hincapié en que otra opción sería pagar a una fundación ambiental y no directamente al gobierno, con la finalidad de evitar el sesgo por respuestas de protesta. Asimismo, los autores plantearon la probabilidad de pagar preguntando: “*are you willing to pay X montly for the next five years?*” (Ilijia et al., 2007, p.4), cuya respuesta sería dicotómica, sí o no, y que en estos casos se analiza mediante el modelo econométrico *logit*. Entre los resultados están la disposición a pagar 73.0 pesos mensuales; y también la relación positiva de la probabilidad a pagar con variables personales como la edad, el ingreso, el nivel educativo, el nivel de conocimiento sobre los problemas de contaminación en el lugar, así como el número de hijos menores de 15 años (Ilija et al., 2007).

10) El caso de la Cuenca del Río Mayo, en Sonora, es estudiado en la tesis de Haro (2011) identificando problemáticas con relación a la presencia de residuos, que llegan por medio de los drenes agrícolas hacia el río Mayo; la incidencia del crecimiento urbano sobre la calidad del agua y el suelo; y la falta de adecuada infraestructura para el tratamiento de agua, vertida directamente al afluente. Asimismo, Haro (2011) señala la preocupación de contar con una metodología que permita sortear las problemáticas observadas en otros métodos de valoración, por lo que su objetivo principal fue: “desarrollar una propuesta metodológica para la valoración de los servicios ambientales a nivel regional, que permita integrar varios servicios y que considere los aspectos físicos de la cuenca para mejorar su manejo integral” (Haro, 2011, p.4). La metodología para abordar esta problemática consistió en el método de “costo de

reemplazo o sustitución, utilizando como técnica de asignación de valores basados en los mercados” (Haro, 2011, p.115).

Entre los resultados presentados en este trabajo, se abordan dos grupos de servicios ambientales: los que pueden ser valorados en términos monetarios y los que no pueden valorarse de esa manera. Los primeros se ubican en la cuenca baja del río Mayo, mientras que los segundos en la cuenca alta, donde las características físicas del terreno no propician el desarrollo de actividades productivas, pero se presentan también servicios ambientales. De acuerdo con Haro (2011), el valor total de los servicios ambientales prestados por la cuenca fue de 30,872 millones 874 236 pesos.

La valoración de los servicios no monetarios ubicados en la cuenca alta como son: producción de agua superficial, producción de agua subterránea, suministro de agua, servicios de retención de suelos y servicio de secuestro de carbono. Finalmente, mediante calculadora *raster* obtiene el siguiente resultado: “en la parte más alta de la cuenca los valores más elevados, mientras en las subcuencas de la parte baja donde gran porcentaje de la vegetación se ha removido, la mayoría de los servicios de regulación han disminuido su capacidad de proporcionar bienestar a los seres humanos” (Haro, 2011, p.140).

3.2.3. La aplicación de métodos multicriterio

Las valoraciones multicriterio son métodos directos de valoración porque abordan directamente las preferencias de las personas; es decir, es un ejercicio donde las preferencias son declaradas por medio de encuestas y entrevistas, pero a un número mucho más pequeño de personas que constituyen el grupo de especialistas en la temática que se quiere abordar. A continuación, se muestran algunos casos aplicados en países como España y México.

1) Parque Natural del Alto Tajo. – Aznar-Bellver y Estruch-Guitart (2007) presentan la valoración económica ambiental empleando el método multicriterio de Procesos Analíticos Jerárquicos, en conjunto con la programación por metas y el método de actualización de rentas; con el objetivo de calcular los diferentes tipos de valores de uso y no uso, y obtener el valor económico total de los bienes y servicios ambientales en el Parque Natural del Alto Tajo, en la región de la Mancha-Castilla, en España. En dicha región se valoró la presencia de bienes y servicios ambientales como la presencia de biodiversidad y servicios ecosistémicos de soporte para actividades primarias, con el objeto de demostrar los alcances del Método Analítico Multicriterio (AMUVAN por sus siglas en inglés), y para justificar los recursos públicos que se dedican a este lugar.

Los autores calcularon un valor económico total para el parque de 1,154 millones 932 135 euros. Este valor se obtuvo mediante la sumatoria de los diferentes subvalores que conforman al VET, a su vez, cada uno de estos valores se derivan de una ponderación de importancias, calculadas a partir del método de programación por metas; que resume las diferentes valoraciones obtenidas a través del análisis de procesos jerárquicos. Se entrevistó a una diferente gama de expertos, que se relacionan de diferentes formas con el parque, como autoridades gubernamentales, empresarios, académicos, así como propietarios particulares (Aznar-Bellver y Estruch-Guitart, 2007). Es importante destacar que el valor de legado o herencia fue el valor con mayor importancia para el grupo de expertos, lo que supone darle una mayor ponderación a la conservación de los servicios y bienes ambientales para el disfrute de las generaciones futuras.

- 2) Albufera, Valencia. - En la región que corresponde al humedal de Albufera en Valencia España, Pratz-Casanova, Aznar-Bellvener y Estruch-Guitart. (2015) calcularon el valor del paisaje en dicha zona, con la finalidad de ayudar a su protección, gestión y conservación. Se encontró que los valores de uso indirecto y los de no uso (valor de existencia) tuvieron la mayor importancia, y por tanto valor de entre los componentes del valor económico total (VET); asimismo, el valor de existencia se compuso por: la biodiversidad, que fue el principal bien valorado por los expertos (635 millones 679 035 euros), seguido de la belleza paisajística (279 millones 956 312 euros), y finalmente del patrimonio cultural (234 millones 082 567 euros).
- 3) Guadalquivir España. - En la investigación sobre la disponibilidad de agua en Guadalquivir España (Martín-Ortega y Berbel-Vecino, 2007), los autores destacan que existen presiones sobre la disponibilidad de agua, frente a la expansión de actividades económicas industriales y turísticas. Asimismo, mencionan que existen dos formas de gestionar los recursos hídricos: por el lado de la oferta, aumentando la disposición de agua; o bien, por el lado de la demanda, reduciendo su consumo (Green, 2003, citado por Martín-Ortega y Berbel-Vecino, 2007); en el caso europeo se ha concentrado principalmente sobre la segunda forma de gestión.

Para la gestión del agua en dicho país, se ha implementado la Directiva Marco de Aguas (DMA), cuya normativa propone el análisis coste-beneficio como instrumento para la toma de decisiones alrededor de este recurso; sin embargo, los autores mencionan que estos enfoques de tipo financiero dejan de lado los procesos de toma de decisión (Constanza et al., 1997 citado por Martín-Ortega y Berbel-Vecino, 2007). Por lo cual, recomiendan el empleo de análisis multicriterio,

empleando el Análisis de Procesos Jerárquicos como instrumento que refleje también las preferencias sociales en la gestión del recurso. Los criterios valorados fueron agrupados en sociales, económicos y ambientales; así como los subcriterios.

Las personas manifestaron que los criterios sociales poseen la mayor importancia, frente a los ambientales y económicos, en ese orden. También consideraron que la solución a los problemas de gestión se resuelve con una expansión de la oferta de agua; mientras que una mínima parte mencionó que las estrategias de este tipo no funcionaban. Al analizar los subcriterios, los encuestados prefieren el empleo de agua para el consumo humano, y después para la conservación del hábitat en la zona, y finalmente para los relacionados con lo económico-social (Martín-Ortega y Berbel-Vecino, 2007).

- 4) Ciudad de México. - En el trabajo de Camacho-Rea (2003) se expone la selección de un método de disposición de residuos sólidos en la ciudad de México, como son la incineración, el relleno sanitario y la generación de composta a partir de dichos residuos. Como cada uno de los métodos de disposición tiene impactos ambientales, se calcula el valor económico de dichos impactos a partir de los costos por tratamiento de sus efectos a la salud y al ambiente, de donde resultó que de las opciones el método de composta era la que menos impacto económico-ambiental generaba.

Asimismo, Camacho (2003) aplicó el valor presente de las tres opciones con tasas de siete y quince por ciento y resultó que ninguna de las opciones era atractiva en términos financieros. Además, aplicó el promedio de diferentes costos en dólares por tonelada de cada método de disposición para obtener un promedio del costo de disposición de los distintos métodos; resultando que el método de incineración era el más costoso, siguiendo el de composta y, por último, el de relleno.

Del análisis socioambiental, mediante una matriz denominada de evaluación de impacto determina diferentes criterios sociales y ambientales, donde las personas manifiestan cuál de ellas es más atractiva bajo condiciones determinadas. Resultó que las personas encontraron que, entre las etapas de construcción, operación y cierre, la incineración era la más conveniente por sus menores impactos socioambientales (Camacho-Rea, 2003). Finalmente, con los datos del costo unitario de disposición y los datos de análisis socioambiental de cada método, como criterios de selección, se aplicó el proceso de análisis jerárquico y los resultados de todas las alternativas de disposición de residuos arrojaron que el más conveniente de los métodos era el de incineración frente a los métodos de relleno sanitario y composta (Camacho-Rea, 2003).

- 5) Alto Golfo de California y Delta del Río Colorado. - Este lugar está proclamada una reserva de la biosfera, para favorecer el hábitat y con ello a la biodiversidad. En el trabajo de García-Gómez y Chávez-Nungaray (2017) se estudia la valoración económica de la vaquita marina, mediante el método de proceso analítico en red, un método de análisis multicriterio desarrollado por Saaty (2009, citado por García-Gómez y Chávez-Nungaray, 2017) que, de acuerdo con los autores, se trata de una evolución en el método de Procesos Analíticos Jerárquicos, también propuesto por Thomas Saaty.

De esta forma, a partir de las ponderaciones asociadas a otros productos como el camarón, la curvina, entre otras, se determinó el valor de la vaquita marina, al cual le correspondió un valor de 2 millones 755 mil 942.56 dólares; lo que sugiere que por lo menos el esfuerzo para su protección debe al menos cubrir el citado monto; aunque

el autor señala que, en los últimos años, desde 2015 y 2016 superó los cincuenta y siete millones de dólares (García-Gómez y Chávez-Nungaray, 2017).

3.3. Metodologías empleadas para el mapeo de la oferta y el valor de servicios ecosistémicos

La Tabla 7 muestra en groso modo, una categorización de las formas de mapeo de la oferta y valoración de los servicios ecosistémicos en la literatura que se ha dado a la tarea de realizar este tipo de estrategias. En un plano general de servicios ecosistémicos, Shägner, Brander Maes, Hartie (2013) realizaron una revisión sobre los métodos de mapeo de la oferta de servicios ecosistémicos y mapeo del valor de servicios ecosistémicos. Se analizaron 69 publicaciones y 79 casos de estudios, y con relación al mapeo del valor de servicios ecosistémicos, se encontró que la mayoría de las valoraciones se basaban en valores de transferencia; es decir, consideraban el valor encontrado, calculado o propuesto de otros trabajos y se aplicaba a un área determinada siempre y cuando el contexto lo permitiera. Además, la estrategia de valoración más utilizada partía de conocer el valor único, donde las variaciones en las valoraciones dependían de la oferta de servicios ecosistémicos. Asimismo, para la mayoría de los trabajos revisados, el autor encuentra que la oferta de servicios ecosistémicos se obtenía a partir de variables cartográficas subrogadas o *proxys*.

Las otras estrategias de valoración fueron las siguientes: valores únicos ajustados, donde los valores se ajustaban a través de las unidades de áreas mediante otros parámetros como la densidad poblacional, el nivel de ingreso, el índice de precios, etc. La tercera estrategia fue la aplicación de funciones de valor, siguiendo un trabajo de valoración como antecedente, para después aplicarse a otra región con parámetros específicos; y la cuarta

estrategia, consiste en realizar regresión estadística para estimar la función de transferencia meta-analítica (*meta-analytic value function transfer*), para transferir valores a un área, mediante la introducción de características específicas del lugar (Shägner et al., 2013).

Por su parte el trabajo de Martínez-Harms y Balvanera (2012) hace una revisión sobre los trabajos donde se ha realizado mapeo de servicios ecosistémicos. Es interesante observar que, en la exploración, las autoras, a diferencia del trabajo de Shägner et al. (2013), excluyen los trabajos de mapeo que emplearon técnicas de transferencia de valor. En relación con la revisión sobre el mapeo de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, los autores destacan que la principal fuente de información fueron datos secundarios, específicamente aquellos denominados *Land cover*; aunque las fuentes de información mixtas de tipo primario, entre fuentes socioeconómicas y biofísicas, tuvieron una participación importante, según muestran las autoras. Asimismo, entre los cinco métodos de mapeo identificados, encuentran que la técnica de relaciones causales (*causal relationships*), con la cual se estima la oferta de servicios ecosistémicos partiendo de la presencia de una variable ecosistémica, fue la técnica más utilizada en los diversos trabajos revisados.

De acuerdo con la revisión de Martínez-Harms y Balvanera (2012), así como con la presentada por Shägner et al. (2013), se encontraron diferentes métodos para el mapeo de los cuatro tipos de servicios ecosistémicos en las respectivas revisiones. Estos hallazgos son semejantes en ciertos sentidos, pues identifican trabajos con métodos de mapeo que utilizan un valor constante de variables ecosistémicas, haciendo que la oferta de servicios ecosistémicos cambie en función de otros factores; también trabajos donde se supone la existencia de un servicios ecosistémicos, a partir del conocimiento de la presencia de variables ecosistémicas; así como trabajos que utilizan las técnicas de regresión para estimar la relación entre la oferta de un servicio con variables ecosistémicas.

De acuerdo con Shägner et al. (2013), el método de mapeo más utilizado fue el que parte del empleo de variables *proxys*. Para Martínez y Balvanera (2012), dado que no se estudiaron trabajos que emplearon métodos de transferencia, el método más utilizado fue de relaciones causales; el cual también fue el más utilizado para abordar los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento y después el método de modelos de regresión.

Tabla 7 Definición de los métodos para el mapeo de servicios ecosistémicos (SE)

<i>Martínez y Balvanera (2012)</i>	<i>Shägner et al. (2013)</i>
<i>Look up tables:</i> Se emplea un valor constante de la oferta de SE, para cada unidad de cobertura terrestre, y los datos se obtienen de trabajos anteriores de otros lugares y escalas.	<i>One dimensional proxies:</i> Se menciona que es el método más común. Se utiliza una variable biofísica para determinar oferta de SE, y desde luego su variación.
<i>Causal relationships:</i> Se incorpora información documentada acerca de la relación entre la variable ambiental y la oferta de SE.	<i>Validets model:</i> A diferencia del anterior, existen datos que son utilizados para calibrar parámetros de un modelo.
<i>Regression models:</i> Se trabaja con una muestra de datos recogida directamente del campo para encontrar la relación con la oferta de SE y las variables ambientales.	<i>Representative data of the study área:</i> Obtenidos directamente del campo, se utilizan para estimar la oferta de SE, para cada área del mapa. Por lo regular, según Shägner et al., (2013), este método es empleado en áreas de estudio limitadas o pequeñas.
<i>Extrapolation of ES values from primary data to yhe total analyzed área:</i> el valor de la oferta de un SE a partir de una variable ecosistémica es extrapolada desde los datos de campo.	<i>Implicit modelling of ESS.</i> Se emplean modelos implícitos con los cuales se obtiene la oferta de SE. Posteriormente se utilizan funciones de valor para determinar las variaciones de los valores con relación a las variaciones de la oferta de SE.

Fuente: Elaborado con información de Martínes-Harms y Balvanera (2012) y Shägner et al. (2013).

3.4. Elección de un método de valoración de servicios ecosistémicos

A manera de reflexión se plantea lo siguiente. Dadas las conclusiones del Capítulo Dos, es pertinente considerar diferentes criterios de valoración, tanto los económicos, como los ecológicos y los sociales; ello contribuye a tener una visión completa y democrática de las valoraciones que emergen desde diferentes actores y sectores (Martínez-Allier y Roca-Jusmet, 2016; Romero, 1996; Munda, 2004; Aznar-Bellvener y Estruch-Guitart, 2015). De esta forma, es muy importante conocer las preferencias de las personas sobre los servicios ecosistémicos; por lo cual, utilizar un método de Análisis Multicriterio es pertinente.

También es conveniente contar con una valoración monetaria que refleje la importancia de los servicios ecosistémicos, que permita identificar los beneficios económicos o los costes de oportunidades por el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos (Azqueta, 2007; Field y Field, 2003; Labandeira, 2007). Ello tampoco supone mercantilizar a la naturaleza sino transparentarla a la luz de la sociedad capitalista (Azqueta, 2007; Costanza et al., 2014).

Además, entendiendo la heterogeneidad de los ecosistemas y de la oferta de sus servicios ecosistémicos, es necesario considerar también la aplicación de un método de mapeo de la oferta y del valor de sus servicios. En este sentido, dado que se considera el análisis a partir de actores con capacidad de valorar a través de diferentes criterios, es pertinente un método que considere la opinión de éstos con respecto al territorio. Por tanto, el método debe integrar estos tres factores para denotar las tres dimensiones de la sustentabilidad: económica, social y ambiental.

CAPÍTULO 4. DIAGNÓSTICO DE LA ZONA DE ESTUDIO

4.1. Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio corresponde a los municipios Aconchi, Arizpe, Bacoachi, Banámichi, Baviácora, Huépac y San Felipe de Jesús; y juntos con el municipio de Ures, comprenden la cuenca media del río Sonora (Pineda et al., 2014). Sin embargo, ya que los primeros siete municipios son principalmente ganaderos; destinan una mayor superficie agrícola al cultivo de forrajes; su paisaje consiste en agostaderos; y finalmente, una buena parte de ellos se ubica en la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental, se decidió limitar la zona de estudio hacia estos siete municipios, excluyendo a Ures. De esta manera, a continuación, se describen los rasgos físico-ambientales y socioeconómicos de la cuenca media del río Sonora

4.1.1. Régimen climático

En el estado de Sonora, la temporada de verano representa la época del año con más precipitaciones (Vega-Granillo et al., 2011, López-Reyes et al., 2009), este es un factor importante por su influencia en la disponibilidad de agua requerida en las actividades ganaderas afectan la disposición de vegetación en los agostaderos, y a la postre en la producción de ganado en pie (Denogean-Ballesteros et al., 2012; Díaz-Caravantes y Camou-Heally, 2005). De esta forma, alrededor del ochenta por ciento de la precipitación se presenta en la temporada de verano-otoño (Sagarpa-Cotecoca, 2002, citado por Denogean-Ballesteros et al. 2012).

Sin duda, la altitud es un factor importante para la variabilidad del clima y la disposición de lluvias (Vega-Granillo et al., 2011; Instituto Nacional de Estadística Geografía

e informática [INEGI, 2000). Las precipitaciones fueron mayores en las regiones orientales y serranas del estado; específicamente en la zona de los municipios del río Sonora, cercanas a la Sierra Madre Occidental, se registraron 450 milímetros de precipitación (Vega-Granillo et al., 2011). Por lo tanto, las precipitaciones en el estado de Sonora están influidas por la altitud y por la temporada del año. Asimismo, los municipios del río Sonora están ubicados en zonas donde los climas van de secos, semisecos, semifríos y templados.

4.1.2. Fisiografía

La zona de estudio está ubicada en la provincia fisiográfica Sierra Madre Occidental, propiamente en la subprovincia de la Sierra y Valles del Norte de Sonora. La Subprovincia de la Sierra y Valles del Norte representa el 18.35 por ciento de la superficie del estado, compuesto de la siguiente manera: 13.84 por ciento de sierras, y 0.45 y 4.06 por ciento de lomerío y valle, respectivamente (INEGI, 2017).

4.1.3. Principales tipos de suelo

El suelo es el primer elemento organizador de los ecosistemas y es producto de procesos abióticos, como la meteorización mecánica, fuerza que ejerce una modificación sobre la superficie; a los cuales se unen los procesos bióticos, como la absorción y excreción de compuestos por parte de los organismos, así como la descomposición orgánica (Smith y Smith 2006; Odum y Barret 2006). Asimismo, según señala Angella, Frías y Salgado (2016) de acuerdo con las características del suelo, este posee las siguientes funciones:

“es medio de anclaje de las raíces;

Se comporta como “depósito” de agua para las plantas (gracias a su capacidad de retener la humedad y dejarla disponible para ser absorbida);

Es fuente de nutrientes principales;

Suministra oxígeno a las raíces;

Proporciona la temperatura adecuada para la germinación de las semillas y el crecimiento de las raíces”

Por lo tanto, es un factor sumamente esencial para garantizar la permanencia y variabilidad de la vegetación y el relieve” (Angella et al., 2016, 3).

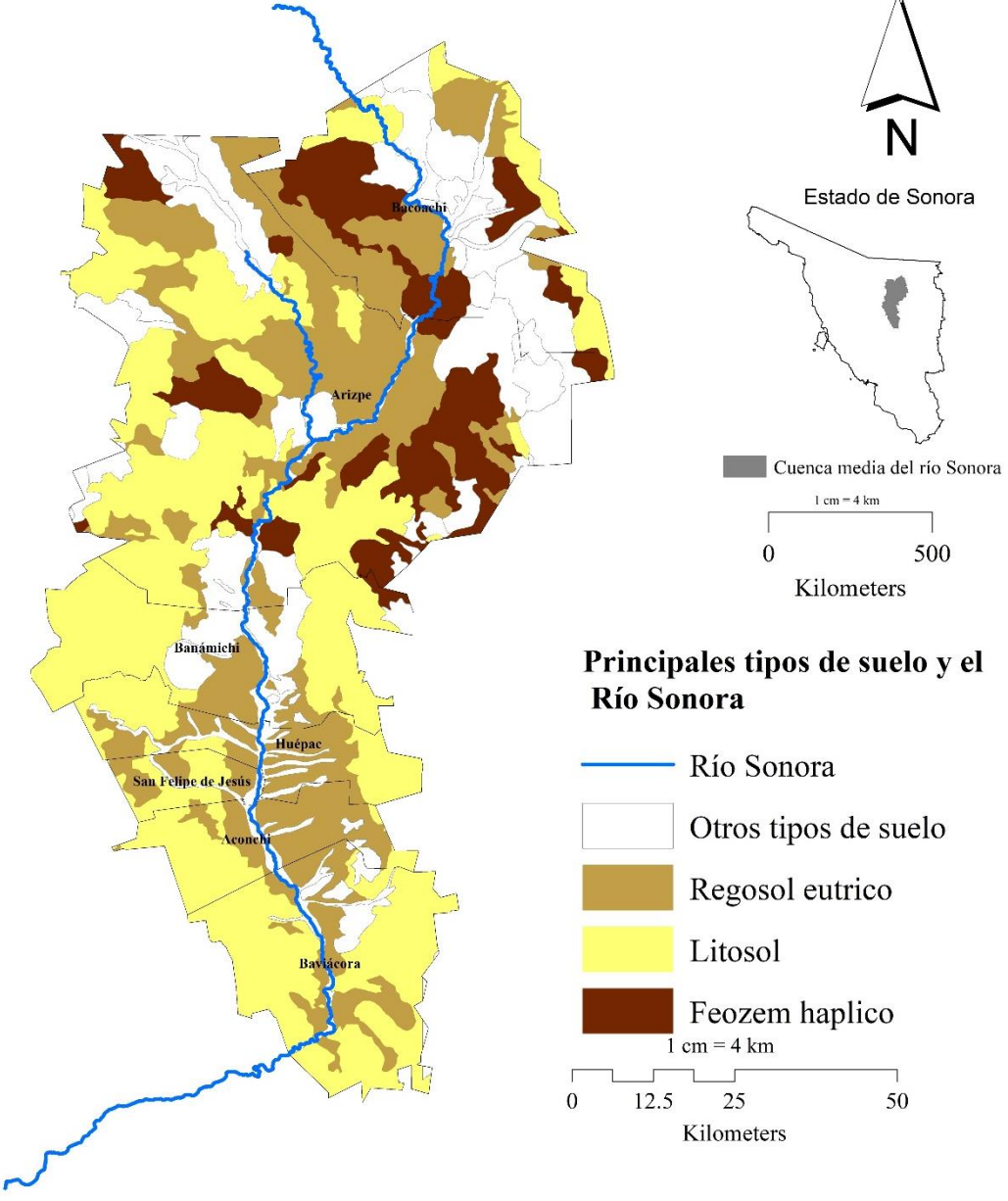
En la zona de estudio predominan los suelos litosol, regosol eútrico y feozem háplico, pues ellos acumulan más del setenta por ciento de los tipos de suelos (véase Tabla 8). Sin embargo, su distribución no es homogénea, pues en el caso de Banámichi, Huépac, San Felipe de Jesús y Baviácora, resulta predominar los suelos líticos, y no tanto así en Arizpe y Bacoachi (véase Figura 4 y Tabla 8).

Tabla 8. Tipo de suelo en la cuenca media del río Sonora

Tipo de suelo	Superficie en Hectáreas	Porcentaje %
Litosol	354,920.84	41.45
Regozol eútrico	206,391.69	24.10
Feozem háplico	93,137.07	10.88
Regosozol calcárico	35,165.33	4.11
Xerosol lúvico	30,894.54	3.61
Xerosol háplico	29,284.06	3.42
Fluvizol eútrico	26,782.45	3.13
Xerosol cálcico	20,411.77	2.38
Planasol eútrico	19,150.23	2.24
Luvisol órtico	15,092.76	1.76
Yermosol cálcico	14,033.58	1.64
Fluvisol calcárico	4,881.05	0.57
Vertisol crómico	4,834.81	0.56
Rendzina	809.40	0.09
Cambisol eútrico	494.42	0.06

Fuente: elaboración propia con datos de Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad [CONABIO] (2020).

Figura 4. Principales tipos de suelo en la cuenca media del río Sonora



Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO (2020) e INEGI (2010a).

Los suelos de tipo feozem, que significa *tierra parda*, dependiendo de la profundidad de su horizonte, pueden facilitar la agricultura con alta productividad; cuando éstos son menos profundos son fácilmente erosionables porque se ubican en laderas o pendientes, pero aun así pueden ser atractivos para el uso pecuario (INEGI, 2000). Los suelos de regosoles (del griego *reghos*, que significa *manto*) se caracterizan por ser suelos jóvenes acarreados por el agua hacia las laderas o pies de sierra (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], 2002); con relación a su uso, éste puede variar dependiendo de la profundidad y la topografía del terreno (INEGI, 2000). Para el litosol que significa *piedra*, puede poseer un horizonte delgado, no mayor a los 25 cm, que puede sostener actividades pastoriles por su presencia de matorrales y pastizales, aunque de forma limitada.

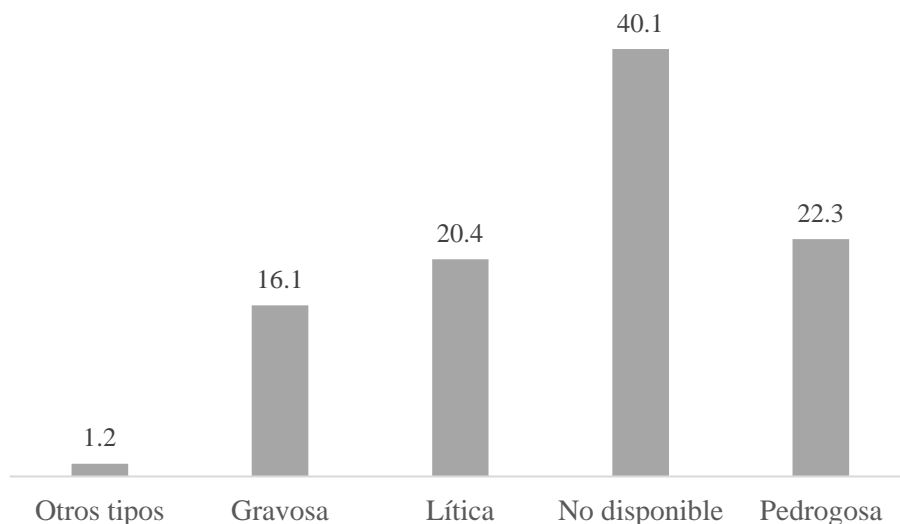
Asimismo, los litosoles se encuentran en las áreas de sierra, lomeríos, quebradas y barrancas, lo que hace difícil su uso. Al observar la figura 4 resalta que una buena parte de la superficie municipal corresponde a este tipo de áreas y, por tanto, actividades agrícolas están topográficamente limitadas a los márgenes del río Sonora. Esto, entre otros factores, limita el empleo del terreno para la agricultura, y en cambio explica la proliferación de actividades pastoriles, silvícolas o forestales que existen en la zona, según la Comisión Nacional Forestal [CONAFOR] (2010). Otra observación es que los suelos agrícolas estarían en su mayoría sostenidos por suelos de tipo regosol y feozem, según muestra la Figura 4.

Otro factor importante es la fase física del suelo, que se refiere a la presencia de rocas y material cementado (INEGI, s.f). La fase superficial puede ser pedregosa, cuando las rocas miden desde 7.5 y más centímetros de diámetro; o bien, gravosa cuando poseen diámetros menores a los 7.5 centímetros. Por otra parte, Según INEGI (s.f) la fase profunda se refiere a la proximidad de la superficie con la capa dura; que según Smith y Smith (2006) se refiere a la roca madre. Cuando la profundidad es de 50 cm, se llamarán someras y cuando se ubican

entre 50 a 100 cm se llamarán profundas. La fase física del suelo es un indicador necesario para hablar de la vocación del suelo, de forma que suelos muy pedregosos y someros dificultarían la agricultura; mientras que un suelo profundo con fases gravosas menores pudiera facilitarla.

De acuerdo con la información del Gráfico 1 los suelos de los municipios de la cuenca media se encontrarían en una situación difícil si se considera que abundan suelos pedregosos y líticos, es decir, suelos muy rocosos y delgados que requeriría de tecnología para su disposición, según señala INEGI (s.f) (véase Gráfico 1).

Gráfico 1. Fases físicas del suelo en la cuenca media del río Sonora



Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO (2020).

Con base en la información expuesta se argumenta que, dadas las características del suelo en los municipios del río Sonora, subsisten condiciones que dificultan su aprovechamiento agrícola, por lo que su uso en actividades pecuarias, silvícolas y forestales es el más idóneo. Sin embargo, también es importante reconocer que, dada su calidad como

suelo lítico, las áreas desprovistas de vegetación y con cierto nivel de pendiente son fácilmente erosionables, lo que requiere de su adecuado manejo.

4.1.4. Hidrología

De acuerdo con Balvanera et al (2009) la disponibilidad de fuentes de agua constituye un servicio de provisión cuando existe la posibilidad de obtener ésta. Asimismo, menciona que dicha disponibilidad es definida como “el volumen de agua superficial y subterránea potencialmente aprovechable de un territorio” (Balvanera et al., 2009, p.206). Ahora bien, los procesos ecosistémicos que inciden sobre la disponibilidad de agua, según los autores, son la interacción entre patrones climáticos, la vegetación, el tipo de suelo y los procesos del ciclo hidrológico.

Según la Comisión Nacional del Agua [CONAGUA] (2013), la afluyente principal de la cuenca alta es el río Sonora y sus principales tributarios son el río Bacánuchi y el río Bacoachi. El río Bacoachi, es el origen del escurrimiento de la cuenca, que nace en el Ojo de Agua de Arvayo, ubicado en el municipio de Cananea. Por el costado, se le incorpora el río Bacánuchi proveniente del municipio de Arizpe, a partir de que su unión se denomina río Sonora (véase Figura 5).

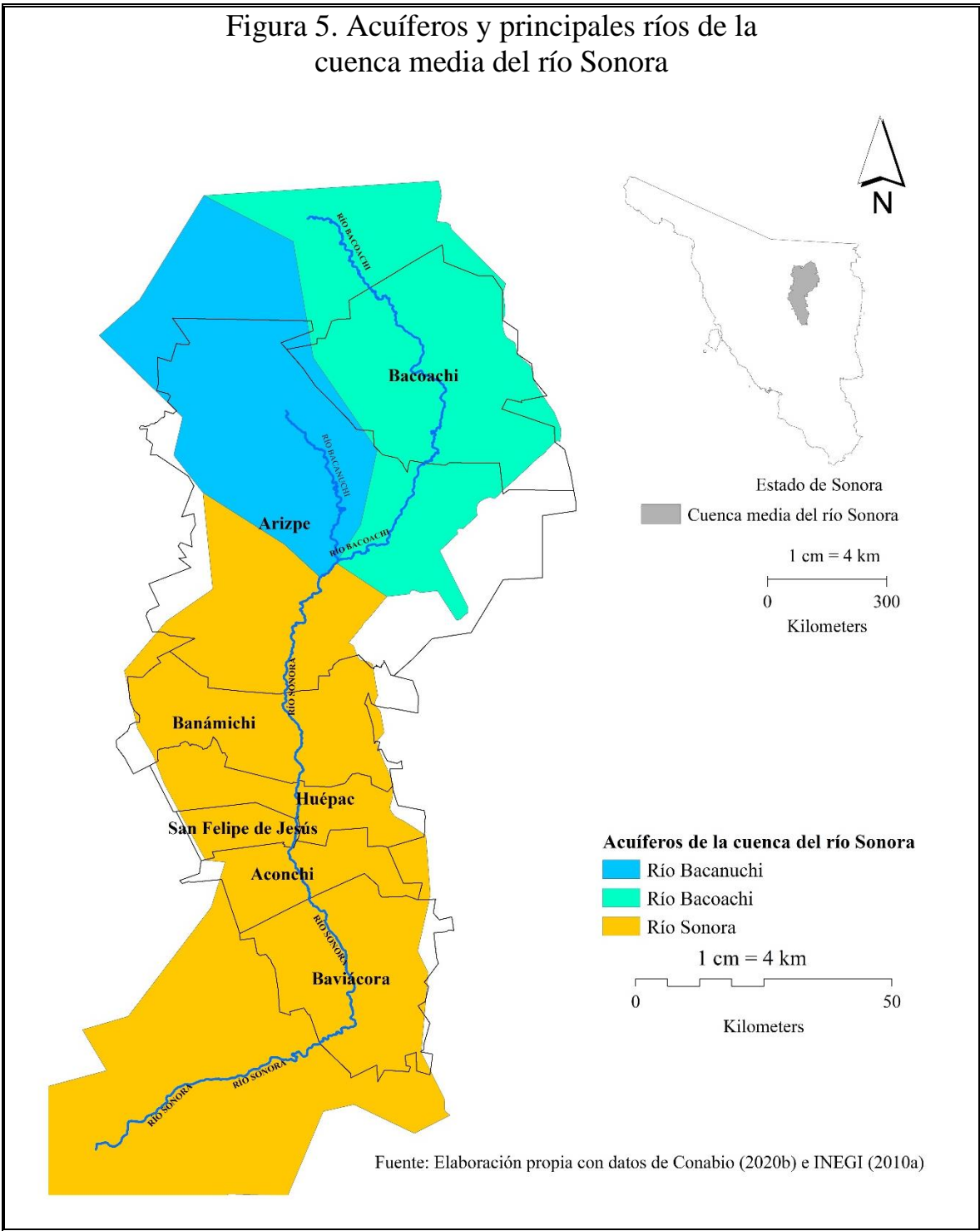
Los municipios de la zona de estudio se ubican entre tres acuíferos: el río Bacánuchi, río Bacoachi y río Sonora. La situación de estos acuíferos se caracteriza por ser valles de planos de inundación para los ríos Bacoachi y Bacánuchi; aunque se menciona la posibilidad de un acuífero de roca fracturada en el nacimiento de la cuenca, en el Ojo de Agua de Arvayo (CONAGUA, 2013). Su situación hidrológica, con relación a la recarga y descarga de agua, de se encuentra en equilibrio para el río Sonora, de sobreexplotación para el río Bacoachi y de subexplotado para el río Bacánuchi, (CONAGUA, 2013).

Es necesario observar que los municipios del río Sonora se encuentran en la zona hidrológica Noroeste, considerada de alta presión hídrica según CONAGUA (2013). Asimismo, la institución señala que la disponibilidad de agua superficial abarcó un área de 940 860 hm²; situación que según Pineda et al. (2014) señala que toda disponibilidad superficial se utilizaría al cien por ciento.² En el caso de las fuentes subterráneas de agua, la zona incluye tres acuíferos: el río Sonora con una condición hidrológica en equilibrio, el río Bacoachi en condición de sobreexplotado y el del río Bacánuchi, en condición de subexplotación (CONAGUA, 2013), aunque Vega-Granillo et al. (2011) señala la condición de sobreexplotación del acuífero del río Sonora.³ De este modo, la situación de los acuíferos y de los aprovechamientos superficiales es de sobreexplotación, pues se ha observado el aprovechamiento de volúmenes de agua superiores a los concesionados por los títulos de agua (Pineda-Pablos et al., 2014; Vega-Granillo et al., 2011).

² Es la sumatoria de las superficies comprendidas por el río Bacánuchi (160,675); río Sonora, Arizpe, Bacoachi (229,519) y río Sonora (550, 666 hm²), de acuerdo con datos de CONAGUA (2015).

³ Al respecto, la información de CONAGUA (2015) revela que el volumen de agua concesionado para extracción en el río Sonora es de 68.2 Hm³/año; mientras que la recarga registrada en el acuífero es de 66.6 hm³/año; situación que arroja una diferencia negativa de -1.6 hm³/año.

Figura 5. Acuíferos y principales ríos de la cuenca media del río Sonora



4.2. Entorno biótico

4.2.1. Vegetación y fauna

Las características vegetativas en el estado de Sonora también varían conforme cambian la temperatura, que en este caso cambia conforme la altitud en el Estado. Según INEGI (2000) al lado oeste de la Sierra Madre Occidental se encuentran climas que son menos extremosos y más húmedos, lo que favorece a los matorrales subtropicales y a la selva baja caducifolia ocupando un gradiente intermedio, o bien, se constituyen zonas disruptivas conocidas como ecotonos entre las regiones desérticas y las regiones templadas, donde se encuentran las comunidades de bosques.⁴

De esta forma, según CONAFOR (2010), se observa la presencia de matorral subtropical en los municipios de Banámichi, Baviácora, Huépac, Aconchi, San Felipe de Jesús, así como en el sur de Arizpe. Asimismo, los bosques de encino son otra comunidad vegetal que se presenta en la zona de estudio; que según CONAFOR (2010), se localizan en partes altas de la sierra, entre la división del río San Miguel y el río Sonora; entre los municipios de Arizpe, Banámichi, San Felipe de Jesús y Aconchi y en la parte oeste de Huépac y Baviácora; así como en Bacoachi sobre la sierra de los Ajos y al este de Arizpe, en la sierra del Carmen.

En Bacoachi, también están presentes los bosques de pino y táscate, que son menos importante en otros municipios de la zona de estudio (CONAFOR 2014). En relación con los

⁴ De acuerdo con Odum y Barret (2006, p.24):

Las condiciones ambientales, incluyendo los organismos adaptados a ellas, cambian gradualmente a lo largo de un gradiente, pero también a menudo se observan puntos de cambio abrupto conocidos como ecotonos. El ecotono surge por la yuxtaposición de diferentes hábitats o tipos de ecosistemas. Este concepto supone la existencia de la interacción activa entre dos o más ecosistemas (o parches dentro de los ecosistemas), que da lugar a que el ecotono tenga propiedades que no existen en ninguno de los ecosistemas adyacentes (Naiman Décamps, 1990).

bosques de táscate, estos se encuentran tanto en Arizpe como en Bacoachi; asociados a su vez a bosques de encino y pino-encino (CONAFOR, 2014; 2010). Por otra parte, los bosques de galería se presentan en los márgenes de los ríos o arroyos, siempre que la humedad sea favorable y dentro de la zona de estudio se le observa en el sur de Bacoachi (CONAFOR, 2014; 2010).

El mezquite también está presente entre los municipios de Huépac, Aconchi, Banámichi y partes del sur de Arizpe (CONAFOR, 2010). Los mezquites tienen una gran capacidad de adaptación, pues se les puede encontrar desde el cero hasta los 1 200 metros sobre el nivel del mar, en climas que van de semisecos a secos (INEGI, 2000). Los pastizales naturales son otra variedad observada en Bacoachi, el lado sur de Arizpe y en ciertas zonas de Huépac y Baviácora (INEGI, 2000).

Existen zonas a las cuales se les han introducido pastizales de otras áreas del mundo con fines de explotación ganadera. La dominancia de los pastizales inducidos está presente en áreas de bosque de pino y encino, los cuales han sido desmontados para el cultivo del pastizal. En el municipio de Arizpe y al norte de Ures, se tiene registrada la presencia de estos pastos (CONAFOR, 2010).

En términos proporcionales, el matorral subtropical, el bosque de encino y el matorral desértico micrófilo, constituyen los principales tipos de vegetación en los municipios de la cuenca media del río Sonora (ver Tabla 9). Como ya se vio, el bosque de encino se ubica en las zonas más elevadas de las sierras en la cuenca. Entonces, de acuerdo con INEGI (2000), los dos tipos de matorrales se ubicarían por debajo de los 1 200 metros sobre el nivel del mar.

Asimismo, al observar Figura 5 se nota la distribución diferenciada entre los principales tipos de vegetación a lo largo de los municipios de la cuenca media del río Sonora.

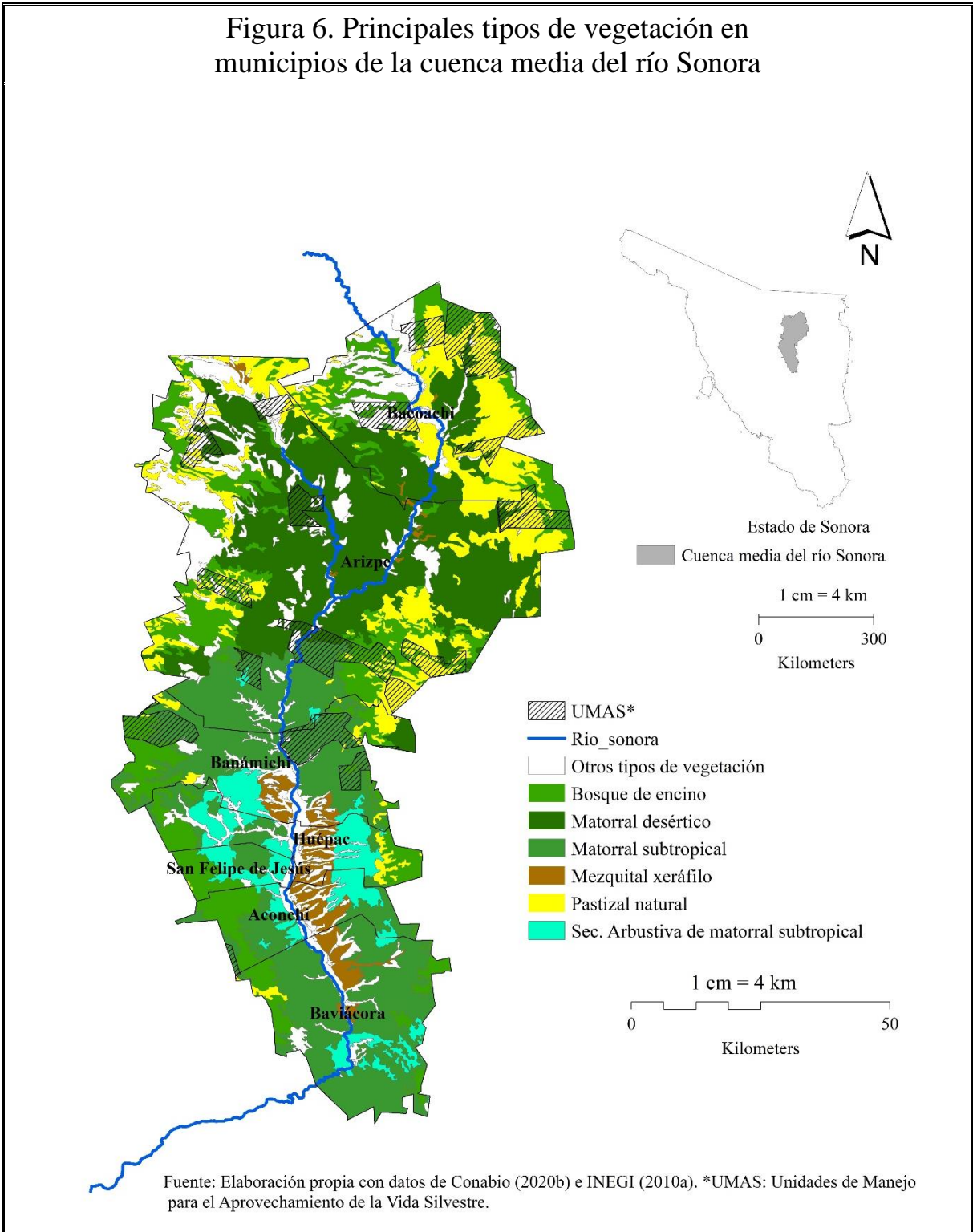
Prácticamente, la distribución de matorral desértico xerófilo se presenta tanto en Arizpe como en Bacoachi; pero en este municipio, el bosque de encino se extiende de forma importante.

Tabla 9. Superficie y porcentaje según tipo de vegetación en municipios de la cuenca media del río Sonora

<i>Tipo de vegetación</i>	<i>Superficie (ha.)</i>	<i>Porcentaje (%)</i>
Matorral subtropical	427,236.5	34.03
Bosque de encino	399,627.1	31.83
Matorral desértico micrófilo	154,834.1	12.33
Pastizal natural	136,155.4	10.84
Pastizal inducido	80,883.4	6.44
Bosque de mezquite	15,666.7	1.25
Mezquital desértico	13,723.4	1.09
Agricultura de riego	13,116.0	1.04
Bosque de encino pino	8,402.8	0.67
Bosque de táscate	2,235.1	0.18
Pastizal Cultivado	1,659.4	0.13
Selva baja caducifolia	470.1	0.04
Agricultura de temporal	396.3	0.03
Sin vegetación aparente	333.2	0.03
Zona urbana	315.7	0.03
Vegetación de galería	201.9	0.02
Bosque de galería	165.5	0.01
Asentamiento humano	145.2	0.01
Matorral desértico rosetófilo	32.6	0.00
Cuerpo de agua	7.5	0.00

Fuente: elaboración propia con información de CONAFOR (2014).

Figura 6. Principales tipos de vegetación en municipios de la cuenca media del río Sonora



Fuente: Elaboración propia con datos de Conabio (2020b) e INEGI (2010a). *UMAS: Unidades de Manejo para el Aprovechamiento de la Vida Silvestre.

Como ya se mencionó, una buena parte de la zona de estudio está comprendida por la provincia fisiográfica de la Sierra Madre Occidental. Su importancia radica en que: “Esta vasta y diversa composición fisiográfica, provee de una gran diversidad de comunidades bióticas, las cuales permiten una gran variedad de hábitats para una gran diversidad de especies de mamíferos” (Castillo-Gámez, Gallo-Reynoso, Egado-Villarreal y Caire, 2010, p. 422).

Específicamente, su fauna es variada e incluye el lince, puma, jaguar, oso negro, ocelote, venado cola blanca, bura, coyote, puerco espín; así como, el águila real, el águila calva, el halcón aplomado, el guacamayo verde, la cotorra serrana, el búho de orejas cortas y el tecolote cornudo (Salido et al., 2009). De acuerdo con información de CONAFOR (2010), se encuentran 72 especies de reptiles, que representan el cincuenta por ciento de los reptiles de la entidad.

Generalmente, la fauna está asociada a un tipo de vegetación donde encuentra condiciones para habitar y alimentarse; sin embargo, las condiciones también favorecen avistamientos de diferentes animales a lo largo de la zona de estudio; e incluso, los flujos de agua facilitan la movilidad y el hábitat para las diferentes especies (CONAGUA, 2013). Según CONAGUA (2013) existen 18 especies de mamíferos en peligro de extinción o bien se encuentran extirpados de su hábitat en la cuenca; así como 15 especies de aves; y 9 de reptiles bajo el estatus de especies amenazadas o en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT.

Por último, cabe comentar que a lo largo de la zona de estudio se encuentra un corredor natural de aves migratorias (SEMARNAT, 2013; Pineda-Pablos, Browning-Aiken, Margaret-Wilder, 2007); además, se ubican al noreste y colindando con el municipio de Bacoachi el Área de Protección de Flora y Fauna Bavispe. También se tiene la presencia de

Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Salvaje (UMAS). Según la información del Sistema de Información Geográfica de CONABIO al interior de los municipios que componen el área de estudio existen 17 UMAS registradas hasta noviembre del 2017 (véase Figura 6).

4.3. Características socioeconómicas

Entre 2005 a 2015, la población de los municipios de la cuenca media del río Sonora observó dos etapas: una de crecimiento entre 2005 a 2010 y otra con decrecimiento entre 2010 a 2015, que fue más acentuado en hombres que con respecto a las mujeres (véase Tabla 10). Por su parte, Aconchi, fue el único municipio que sí observó un crecimiento positivo de los siete municipios y por tanto salió del patrón de negativo de crecimiento poblacional observado en lo general para la zona de estudio.

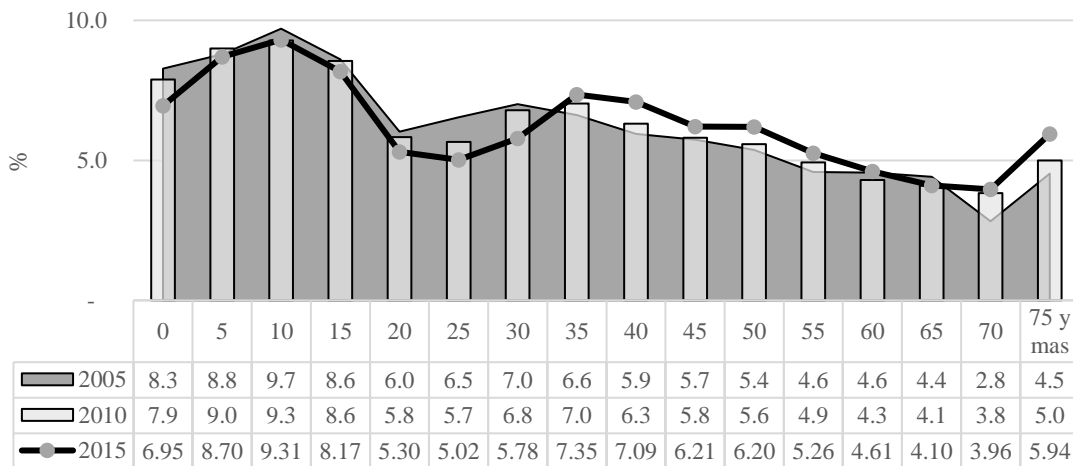
Tabla 10. Población por municipio en el río Sonora (2005-2015)

	Población Total			Hombres			Mujeres		
	2015	2010	2005	2015	2010	2005	2015	2010	2005
<i>Total</i>	13,245	14,076	13,079	6,777	7,279	6,766	6,468	6,797	6,313
Aconchi	2,756	2,637	2,452	1,436	1405	1,292	1,320	1232	1,160
Arizpe	2,677	3,037	2,959	1,366	1571	1,523	1,311	1466	1,436
Bacoachi	1,554	1,646	1,456	771	834	743	783	812	713
Banámichi	1,612	1,646	1,464	807	841	747	805	805	717
Baviácora	3,312	3,560	3,404	1,716	1833	1,753	1,596	1727	1,651
Huépac	927	1154	1,032	472	593	550	455	561	482
Sn. Felipe de Jesús	407	396	312	209	202	158	198	194	154
<i>Tasa de crecimiento</i>	-1.2%	1.5%		-1.4%	1.5%		-1.0%	1.5%	

Fuente: elaboración propia con información INEGI 2005, 2010, 2015.

Asimismo, según Salido et al. (2010) la zona del río Sonora atraviesa por un proceso de envejecimiento de su población. Efectivamente, como muestra el gráfico 2, los grupos de 70 a 74 años y de 75 y más años representaron el 2.8 y 4.5 por ciento en 2005; pero para 2015, su participación fue de 3.9 y 5.9 por ciento, respectivamente. Además, la tendencia hacia el envejecimiento poblacional muestra un aumento de la población en edades que van de 35 a 39, 40 a 44 y de 50 a 59 años; mientras que los grupos de 20 a 24, de 25 a 29 y de 30 a 34 observaron una menor participación (véase Gráfico 2).

Gráfico 2. Estructura poblacional total por grupo quinquenal de edad (2005-2015) *



* Cada cohorte de edad representa un grupo quinquenal, por ejemplo, el 5 comprende el grupo de 5 a 9 años.

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI 2005, 2010, 2015.

Esto también se explica por la migración hacia los centros urbanos como Hermosillo, un proceso histórico que tuvo sus orígenes desde la crisis de 1929 (Castro-Luque, 2015). En efecto, “en 1950 veinte de cada cien habitantes se encontraban en algunas de las regiones de

la serranía o de la región río Sonora y San Miguel (parte central del estado); proporción que al paso del tiempo disminuyó, llegando a sólo 10.7 por ciento en 1979” (Castro-Luque, 2015, p.126).

La población económicamente activa (PEA), representa a la población que se encuentra trabajando o está buscando trabajo; mientras que la población no económicamente activa son aquellas personas dedicadas a otras actividades diferentes al trabajo como el estudio o el hogar, así como quienes están jubilados o por alguna incapacidad no pueden emplearse. En el caso de los municipios de la cuenca media del río Sonora, la PEA esta por lo general por debajo del cincuenta por ciento, salvo el caso de Baviácora, donde alcanza el 59.4 por ciento de la población de 12 años y más. En relación con su situación por sexo, la mayor parte de sus integrantes son principalmente hombres (véase Tabla 11).

Tabla 11. Actividad económica zona de estudio (2015)

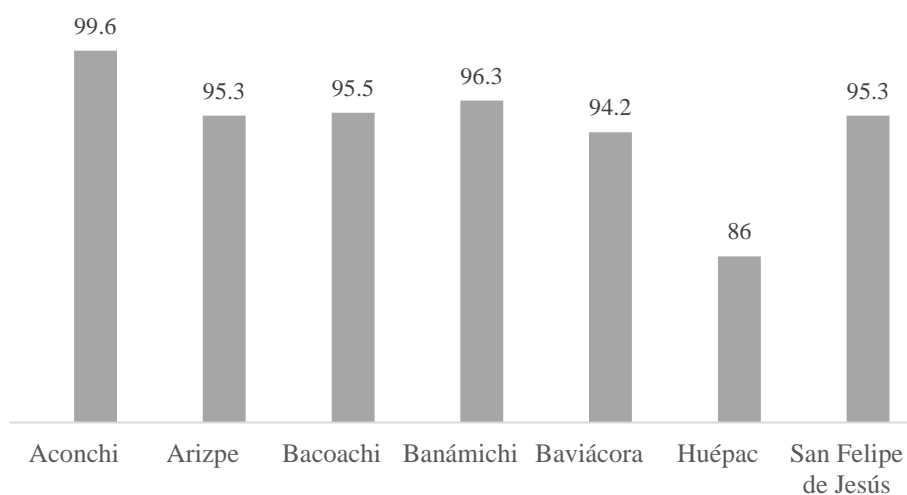
Municipio	Población económicamente activa			Población mayor de 12 años (%)	
	Hombre	Mujer	Total	PNE	PEA
Aconchi	72.8	27.2	949	56.7	43.3
Arizpe	78.1	21.9	793	63.2	36.8
Bacoachi	72.6	27.4	536	57.4	42.6
Banámichi	70.9	29.1	568	56	44
Baviácora	76.8	23.2	1,093	40.6	59.4
Huépac	77.8	22.2	306	60.4	39.6
San Felipe de Jesús	69	31	129	59.9	40.1

Fuente: elaboración propia con datos del Consejo estatal de población del estado de Sonora [COESPO] (2020).

La población ocupada es la parte de la población económicamente activa que se encuentra trabajando. Para el año 2015, la participación de los ocupados rebasó el noventa por ciento en casi todos los municipios, salvo el caso de Huépac con un 86 por ciento (véase

Gráfico 3). La Tabla 12 muestra los cambios en la participación de cada sector económico por municipio. En promedio, para lo general, se observa una reducción en el porcentaje de ocupados en el sector primario, que pasó de 35.9 a 27.6 por ciento entre 2010 a 2015, respectivamente; pero los sectores secundarios, comercio y servicios observaron aumentos en su participación.

Gráfico 3. Población ocupada por municipio (%) 2015



Fuente: elaboración propia con datos de COESPO (2020).

En términos municipales y por sector, todos los municipios perdieron población ocupada en actividades primarias; en el secundario, por su parte, todos ganaron salvo Banámichi. Finalmente, tanto el comercio como los servicios observaron una elevación en su respectiva participación (véase Tabla 12).

Tabla 12. Participación sectorial anual por municipios de la cuenca media del río Sonora (2010-2015) /*

	Primario		Secundario		Comercio		Servicios		No especificado	
	2015	2010	2015	2010	2015	2010	2015	2010	2015	2010
Promedio	27.6	35.9	27.4	24.1	10.9	9.4	30.6	29.9	3.4	0.5
Aconchi	23.9	33.4	28.9	28.1	17.9	15.2	26.5	22.8	1.9	0.3
Arizpe	38.2	49.7	18	16.45	14.6	9.62	27.9	23.6	1.3	0.5
Bacoachi	36.9	39.1	24	28.03	11.1	9.69	26.4	22.6	1.6	0.5
Banámichi	21.8	32.1	34.1	29.7	7.7	7.12	32.2	30.1	4.2	0.9
Baviácora	23.2	28.8	34	33	14.2	12.09	28.3	25.8	0.8	0.4
Huépac	28.1	33.7	24.3	18.8	6.8	5.9	37.3	39.6	3.4	0.8
San Felipe de Jesús	21.1	34.7	28.4	14.8	4.1	5.79	35.8	44.6	10.6	0

*/La sumatoria por municipio da cien por ciento.

Fuente: elaboración propia con datos del COESPO (2020).

En relación con el nivel de ingresos de la población ocupada, en promedio se observa un aumento de la participación de personas con ingresos mayores a los dos salarios mínimos mensuales (s.m.m.). Específicamente fue en Aconchi y en Banámichi donde se puede observar aumentos por arriba del promedio de la zona de estudio, de 73.8 y 70.3 por ciento, respectivamente (véase Tabla 13). Posiblemente, esto se debe a la presencia de la actividad minera en Banámichi, al menos; y en el caso de Aconchi, a que el sector industrial está presente de forma importante en la zona.

Tabla 13. Población ocupada por nivel de ingresos, según salarios mínimos mensuales (s.m.m.) en municipios de la cuenca media del río Sonora*

	Hasta uno		De uno a dos		Más de dos	
	2015	2010	2015	2010	2015	2010
Aconchi	5.1	19.1	13.8	21.1	73.8	51.5
Arizpe	7.3	18.4	21.2	31.6	64.8	44.4
Bacoachi	6.8	18.9	14.7	24.9	70.3	54.0
Banámichi	7.3	12.8	17.0	22.3	67.0	60.6
Baviácora	7.2	16.4	19.4	19.4	69.2	55.2
Huépac	4.9	14.3	14.5	16.6	65.0	59.6
San Felipe de Jesús	3.2	28.9	9.8	17.4	69.1	44.6
Promedio	6.0	18.4	15.8	21.9	68.5	52.8

* El total municipal suma el cien por ciento.

Fuente: elaboración propia con datos publicados por COESPO (2020) e INEGI (2010).

4.4. Desarrollo social

En relación con la escolaridad de la población de 15 y más años de edad, se registró un aumento importante de 16 a 17.3 por ciento entre 2010 a 2015, respectivamente. Donde hubo cambios hacia la baja fueron en la población con educación superior y la que no tiene escolaridad; mientras que la población con educación básica prácticamente no observó cambios (véase Tabla 14).

Sin embargo, pese al incremento de personas con escolaridad, la proporción de personas analfabetas fue una mayor con respecto al total estatal, según datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO), salvó para el municipio de San Felipe de Jesús (véase Tabla 15).

Tabla 14. Población de 15 años y más por nivel educativo en municipios de la cuenca media del río Sonora (2015-2010)

Municipios	Sin escolaridad		Básica		Media Superior		Superior		No especificado	
	2015	2010	2015	2010	2015	2010	2015	2010	2015	2010
Aconchi	2.6	3.7	71.9	72.6	17.8	15.8	7.6	7.6	0.1	0.3
Arizpe	4.2	4.1	75.5	77.0	14.7	11.9	5.3	6.6	0.3	0.5
Bacoachi	3.2	3.6	79.1	77.3	13.2	13.1	4.4	5.9	0.2	0.2
Banámichi	3.4	3.9	68.9	69.5	18.1	16.1	9.0	10.4	0.7	0.1
Baviácora	2.2	2.8	69.2	72.1	21.9	17.8	6.6	6.9	0.1	0.3
Huépac	1.8	1.8	69.8	64.8	17.2	20.7	10.6	11.6	0.7	1.1
San Felipe de Jesús	1.7	3.0	66.2	66.3	17.9	16.8	14.2	13.1	0.0	0.7
Promedio	2.7	3.3	71.5	71.4	17.3	16.0	8.2	8.9	0.3	0.5

Fuente: elaboración propia con datos del COESPO (2020).

Tabla 15. Población total, porcentaje de población de 15 años y más y grado de marginación de municipios del río Sonora

Municipios	Población total	Población de 15 años y más %		Grado de Marginación
		Analfabeta	Sin educación primaria o primaria completa	
Aconchi	2 756	3.54	18.59	Bajo
Baviácora	3 312	3.15	20.65	Bajo
Arizpe	2 677	2.78	22.05	Muy bajo
Bacoachi	1 554	2.63	14.98	Muy bajo
Huépac	927	2.53	18.57	Muy bajo
Banámichi	1 612	2.46	16.78	Muy bajo
San Felipe de Jesús	407	1.42	16.85	Muy bajo
Sonora	2 850 330	2.19	11.15	Bajo

Fuente: elaboración propia con datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO) (2015).

En cuanto a la salud, se tiene que el Seguro Popular, el IMSS y el ISSSTE son las principales instituciones de afiliación a la seguridad social. Es importante mencionar que la proporción de no afiliados fue menor en la zona de estudio, a comparación de la estatal; salvo en el caso de Arizpe, donde si se supera a la del Estado (véase Tabla 16).

Tabla 16. Afiliación a servicios de salud en municipios del río Sonora (2015)

Municipios	No afiliada	Otra institución	Institución privada	Seguro Popular	ISSSTE	IMSS
Aconchi	9.5	0.6	1.0	63.3	10.7	26.5
Arizpe	20.7	0.4	1.1	77.8	14.6	7.4
Bacoachi	10.0	1.6	1.4	84.0	7.5	6.8
Banámichi	7.9	0.1	2.4	64.3	11.8	25.5
Baviácora	10.3	0.3	1.7	66.2	9.9	22.6
Huépac	5.6	0.0	0.8	50.8	23.7	29.1
San Felipe de Jesús	8.4	0.0	1.1	58.7	27.1	19.3
Sonora	14.4	1.0	4.5	30.1	12.3	55.4

Fuente: elaboración propia con datos del COESPO (2020).

De acuerdo con el Consejo Nacional para la Evaluación de la Política en Desarrollo Social [CONEVAL], la interpretación del concepto de pobreza no está plenamente acordada; pero se acepta que la pobreza es producto de varias carencias y rezagos en diferentes dimensiones. Asimismo, según menciona CONEVAL, la pobreza en lo general, *“se asocia a condiciones de vida que vulneran la dignidad de las personas, limitan sus derechos y libertades fundamentales, impidiendo la satisfacción de sus necesidades básicas e imposibilitan su plena integración social”* (CONEVAL, 2018, p.22).

Entre 2010 a 2015, el porcentaje de población en situación de pobreza se redujo en seis de los siete municipios. Sin embargo, en los municipios de Arizpe y Bacoachi, la pobreza aumentó, sobre todo en Bacoachi, cuya proporción de personas con esta situación fue mayor que la estatal (véase Tabla 17). A pesar de dicha reducción, sucede que una parte de los habitantes de la zona de estudio, aunque poseen ingresos superiores a la línea de bienestar, se encuentran en situación vulnerabilidad social; es decir, pueden caer en la pobreza nuevamente si las condiciones no les favorecen. Según la información de CONEVAL (2017), la población en pobreza fue en promedio menos a la que se encuentra en situación de vulnerabilidad por carencias sociales; además, la situación se vuelve más grave al considerar que el número de personas en dicha situación se elevó hacia el año 2015; mientras que en el en el estado de Sonora, dicha proporción prácticamente se mantuvo (véase Tabla 17).

Tabla 17. Población total y porcentaje de población en situación de pobreza y vulnerabilidad en municipios de la cuenca media del río Sonora (2010-2015)

Municipios	Población total		Porcentaje de población			
			En pobreza		Vulnerable por carencias sociales	
	2010	2015	2010	2015	2010	2015
<i>Sonora</i>	2 730 568	2 944 627	33.1	28.8	31.6	30.6
San Felipe de Jesús	394	423	25.2	4.3	37.2	66.1
Baviácora	3 542	3 443	30.3	15.4	43.3	61.3
Huépac	1 149	963	16.5	2.7	44.1	57.9
Arizpe	3 027	2 783	25.5	26.1	57.7	56.5
Aconchi	2 637	2 862	29.9	19.7	46.7	52.7
Banámichi	1 633	1 675	32.5	22.2	41.8	47.6
Bacoachi	1 633	1 613	30.4	34.4	55.6	46
Promedio			27.2	17.8	46.6	55.4

Fuente: elaboración propia con datos de CONEVAL (2018).

Para concluir con este apartado es importante destacar que a pesar de que la zona de estudio cuenta con índices bajos de marginación, no significa una mejor calidad de vida para

sus habitantes, pues según los indicadores de pobreza, se presenta un margen importante de personas con vulnerabilidad por carencias sociales, proporción que resulta mayor que la población en pobreza. Entonces, se debe reflexionar sobre el éxito de los programas sociales con los que se atiende a la zona; de otra forma, los programas tendrían efectos contradictorios y continuaría la vulnerabilidad.

4.5. Las actividades económicas en el río Sonora

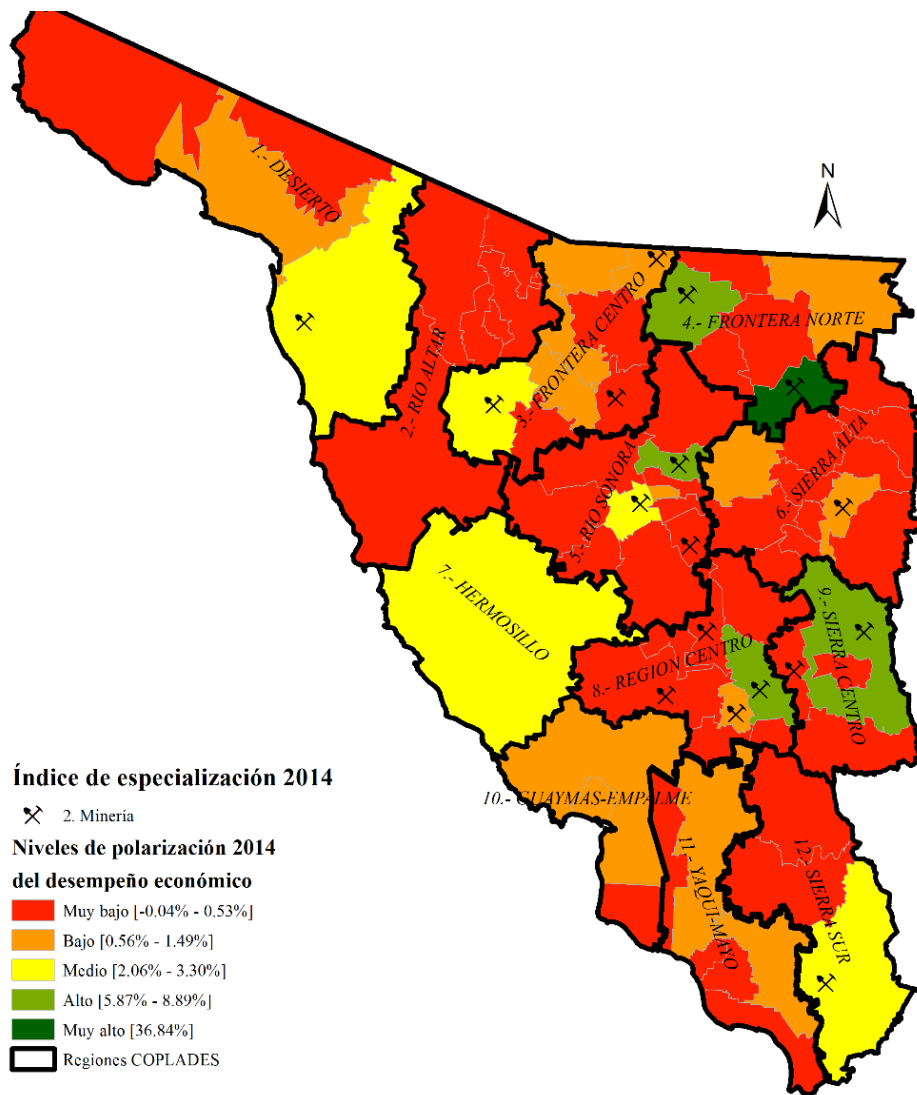
4.5.1. Contexto general

De acuerdo con Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez (2017) a partir de un análisis de los últimos treinta y ocho años, se observan tres factores que contextualizan la situación de Sonora y que en suma explican la persistencia de la desigualdad regional y el crecimiento de las brechas de desarrollo; que demanda la necesidad de planeación regional. El primero se refiere a la inestabilidad del crecimiento económico, pues en este lapso de tiempo han existido cinco periodos de caídas en el producto interno bruto estatal (PIBE); el segundo sobre el pobre desempeño en la tasa de crecimiento del PIBE per cápita de 1.8 por ciento y el tercero con el resurgimiento de la minería y la industria manufacturera, que viene a representar un giro a la especialización sectorial, señalada por Lara, Contreras y Rodríguez (2007), caracterizada por el sector manufacturero y los servicios entre los años 1990 al 2000.

El desempeño económico en Sonora es bajo y uniforme, ya que de acuerdo con Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez (2017) éste se concentra en ciertos municipios, cuya característica es la especialidad minera (véase Figura 7). Con relación a los municipios que comprenden la zona de estudio, únicamente Banámichi tiene un desempeño económico alto,

donde figura también la especialización minera; mientras que los otros municipios observan bajos niveles de desempeño económico.

Figura 7. Polarización del desempeño económico 1999-2017. Estructura porcentual municipal del valor agregado per cápita generado en Sonora



*/ Para el cálculo de los índices de especialización se tomó información de Inegi, Censos Económicos, según años de referencia. Así como datos de los Censos de Población, varios años, para la normalización en términos per cápita.
Fuente: Elaborado por Liz Ileana Rodríguez, El Colegio de Sonora, agosto de 2016.

Fuente: Tomado de Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez (2017, p.36)

El desempeño económico en Sonora, además de bajo no es uniforme; ya que de acuerdo con Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez (2017) éste se concentra en ciertos municipios cuya característica es la especialidad minera (véase Figura 6). En relación con los municipios que comprenden la zona de estudio, únicamente Banámichi tiene un desempeño económico alto, donde figura también la especialización minera; mientras que los otros municipios observan bajos niveles de desempeño económico.

Este proceso se puede observar como producto de un cambio en la especialización económica sonorenses en cinco etapas, donde las actividades mineras resurgen. De acuerdo con Lara et al. (2007) entre 1990 y 2000, los municipios de la región del río Sonora transitaron de una especialización económica primaria hacia otra, donde además de primarias, se agregaron la manufactura y las actividades terciarias. De esta forma, para el año 2000 los municipios de Aconchi, Arizpe y Banámichi observaron una especialización secundaria adicional a la primaria. Por su parte, San Felipe de Jesús pasó de una especialización primaria y secundaria a una francamente primaria (véase Tabla 18).

En la quinta etapa, Aconchi en 2014 fue el único municipio que se especializó en manufacturas; mientras que los otros municipios lo hicieron en servicios comunales, sociales y personales; así como en comercio, restaurantes y hoteles; y en el subsector de electricidad. Banámichi, Baviácora se especializaron en minería (véase Tabla 18).

Tabla 18 Especialización sectorial y variación del índice de especialización minera en municipios de la cuenca media del río Sonora (1999-2014)

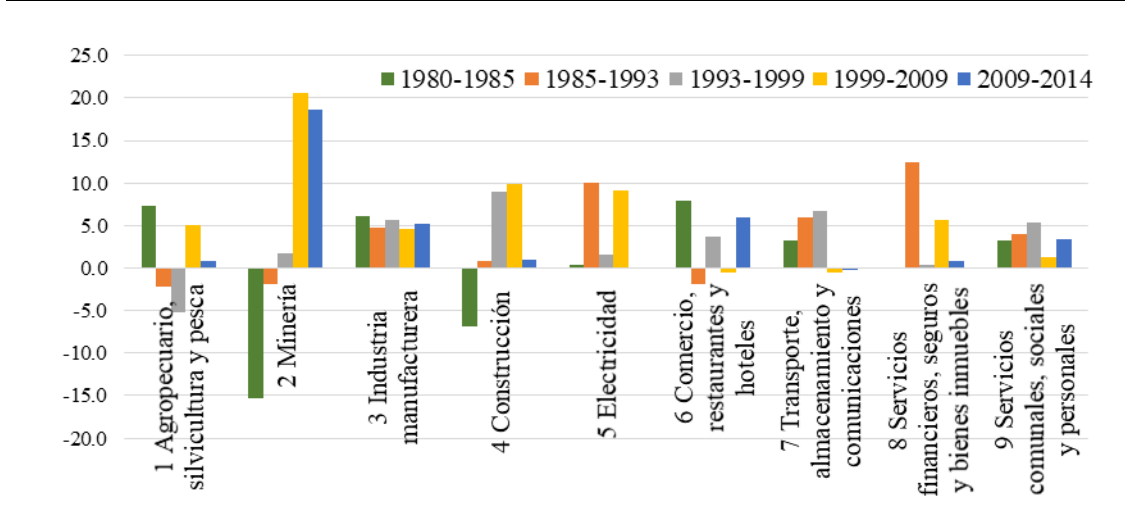
Municipio	Índice de variación en especialización minera */						
	Alto	Medio	Bajo	Sin Cambios	Bajo	Medio	Alto
Aconchi				ELEC; CRyH; MANF			
Arizpe				ELEC; CRyH; SCSyP			
Bacoachi				ELEC; CRyH			
Banamichi							ELEC; MIN
Baviácora							ELEC;CRyH; SCSyP; MIN
Huépac				CRyH; ELEC; SCSyP			
San Felipe de Jesús				CRyH; ELEC			

*/ Índice de especialización minera muestra el cambio en que incurre la especialización de la actividad minera por cada municipio. MIN: Minería; ELEC: Electricidad; CRyH: Comercio, Restaurantes y Hoteles; MANF: Industria Manufacturera; SCyP: Servicios Comunes, Sociales y Personales.

Fuente: elaboración propia con base al mapa de Rodríguez y Lara (2017).

Por lo tanto, subiste un cambio en la especialización económica de los municipios de la región orientada básicamente hacia los servicios y el comercio, así como la electricidad; pero sólo un municipio obtiene especialización en manufacturas; al respecto, Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez (2017) señala que varios municipios perdieron dicha especialización para 2014. También, según esta información, se observa que el positivo desempeño económico de los municipios parece estar vinculado a la especialización en actividades mineras, sector que registró un crecimiento estatal sobresaliente en relación con otros sectores de actividad económica (véase Gráfico 4).

Gráfico 4. Crecimiento en el Producto Interno Bruto Estatal (PIBE) por subsector de actividad económica en Sonora

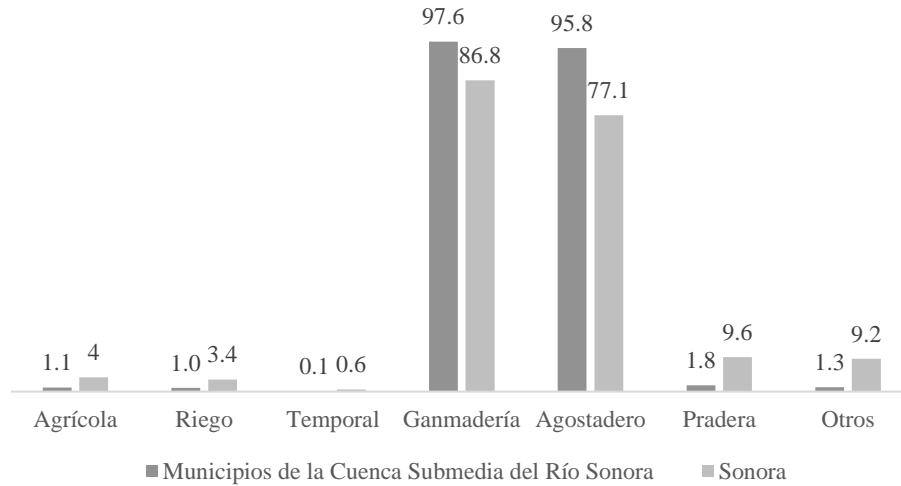


Fuente: tomado de Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez (2017).

4.5.2. Actividades agrícolas y pecuarias

El sector primario se refiere a las actividades agrícolas, pecuarias, silvícolas y forestales, así como la pesca y caza. Aquí, se hará referencia a las dos primeras, tratando aspectos sobre el área que se ocupa por cada una de éstas y el valor con el que contribuyen. En los municipios de la cuenca media del río Sonora, la superficie de los agostaderos posee una mayor importancia frente al de los usos en praderas o agrícolas. El mismo patrón se presentó a nivel estatal, pero con una diferencia importante: el uso de praderas en la zona de estudios es reducida, según se muestran los datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Recursos Hidráulico [SAGARPHA]. Por lo tanto, la superficie no sólo está dedicada a la ganadería, sino que depende de los recursos vegetales que se encuentran en los terrenos de agostadero y en una mínima parte de las praderas cultivadas (véase Gráfico 5).

Gráfico 5. Porcentaje de superficie para usos agropecuarios en municipios de la cuenca media del río Sonora, 2017



Fuente: elaboración propia con datos de SAGARPHA (2016).

Como ya se expuso anteriormente, el aprovechamiento de los agostaderos se da en clima secos a semisecos con lluvias durante el verano; en condiciones físicas que limitan el empleo del terreno para la agricultura, así como en la necesidad de un pastoreo prudente en zonas propensas a la erosión y a un aprovechamiento limitado por las condiciones topográficas, como la pendiente, la delgadez, textura gravosa y pedregosa del suelo, según información de CONAFOR (2010) e INEGI (2000).

Dicho contexto también se caracteriza por implicaciones de la disponibilidad de agua y lluvias; como la primera restricción a tomar en cuenta (Denogean-Ballesteros et al., 2013), además eleva los costos de producción por la carencia de vegetación en los agostaderos (López-Reyes, 2001). Incluso, los datos de la superficie por tipo de cultivo permiten establecer que la agricultura está enfocada a proveer a las actividades ganaderas. En la Tabla 19 se observa que los cultivos forrajeros fueron más importantes que los no forrajeros. En

este sentido, se puede decir que los datos respaldan las afirmaciones de varios autores sobre la alimentación del ganado complementada con el cultivo de forrajes, requeridos para la continuidad de la ganadería, sobre todo en zonas secas y del norte del país, y que también están expuestas a la sequía (Balvanera et al. 2009; Urrutia-Morales y Beltrán-López, 2003; López-Reyes, 2001).

Tabla 19. Tipos de cultivo en municipios de la cuenca media del río Sonora

	No forrajero	Forrajero	Praderas y pasturas	Otros (granos)
Aconchi	18.5	56.3	17.4	7.8
Arizpe	43.8	42.5	8.5	5.2
Bacoachi	9.7	70.1	8.9	11.3
Banámichi	26.8	54.6	14.5	4.1
Baviácora	5.7	69	21.5	3.8
Huépac	21.6	55	18.9	4.5
San Felipe de Jesús	6.9	65.7	23.6	3.8
Promedio	19.0	59.0	16.1	5.7

Fuente: elaboración propia con datos de Sonora SAGARHPA (2016).

Finalmente, no sólo las condiciones físicas influyen sobre las preferencias hacia la ganadería sino también los aspectos económicos. En el estado de Sonora, el valor de la producción agrícola supera al de la producción ganadera. Sin embargo, en la zona de estudio, este valor fue mayor en actividades ganaderas con respecto a las agrícolas para el año 2016. Es decir, por cada peso generado en la agricultura en el estado, se generaron 0.12 centavos en la ganadería; pero en cambio, en la zona de estudio por cada peso agrícola se generó 1.9 pesos en la ganadería de bovinos. Por lo tanto, al menos para el año 2016, las actividades ganaderas dejaban mayor valor que las actividades agrícolas (véase Tabla 20).

Tabla 20. Valor de la producción agrícola y ganadera en municipios de la cuenca media del río Sonora 2016

Municipios	Valor de la producción (Miles de pesos)		Relación Valor ganadero/agrícola \$
	Agrícola	Ganadera (bovinos)	
Sonora	43 585 270	5 150 484	0.12
Total en zona de estudio	190 377	366 505	1.9
Aconchi	27 196	30 377	1.1
Arizpe	65 500	109 743	1.7
Bacoachi	25 123	38 446	1.5
Banámichi	18 905	51 912	2.7
Baviácora	23 066	101 151	4.4
Huépac	19 028	26 837	1.4
San Felipe de Jesús	11 559	8 039	0.7

Fuente: elaboración propia con datos de Sonora SAGARPHA (2016).

4.5.3. Actividades silvícolas y forestales

Las actividades forestales y silvícolas también están presentes en la zona de estudio. Por una parte, las autorizaciones de poda forestal se dan en mayor medida en el municipio de Bacoachi pues del año 2010 al 2016 se llegaron a sumar 17 permisos, siendo así el municipio con más autorizaciones otorgadas (véase Tabla 21). Le sigue Arizpe con doce autorizaciones. En los demás municipios la poda se hizo de forma esporádica, no consecutivamente anual, como en los casos comentados.

Tabla 21. Autorizaciones otorgadas por SEMARNAT para la práctica de poda forestal en los municipios de la cuenca media del río Sonora 2010-2017

Municipios	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Aconchi	-	3	-	-	-	-	-	-	3
Arizpe	2	3	-	3	-	-	1	3	12
Bacoachi	-	3	4	2	2	2	4	-	17
Banámichi	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Baviácora	-	-	-	-	2	-	2	-	4
Huépac	-	-	4	-	-	-	-	-	4
San Felipe de Jesús	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia con información de SEMARNAT, gestionada por medio de la Plataforma Nacional de Transparencia (2018).

De acuerdo con Bañuelos et al. (2008), la región del río Sonora es rica en chiltepín; la cual crece en acompañamiento de árboles o arbustos como el mezquite (*prosopis spp.*), el cúmaro (*Celtis reticulata*), garambullo (*Celtis pallida*); entre otras (Bañuelos, Saludo, Gardea, 2008; CONAFOR, 2010). Asimismo, el mezquite, presente en la zona, es un recurso empleado para la obtención de leña y carbón (López-Reyes, 2001). Todos éstos y otros productos como el orégano, el palo fierro, el mauto, el pochote, la vara blanca, y palo colorado, se realizan al interior de los agostaderos (López-Reyes, 2001). Sin embargo, la recolección de los productos no forestales y forestales se está realizando de forma inadecuada e ilegal (Araiza-Lizarde, Araiza-Lizarde y Martínez-Martínez, 2011; Coronado-García, Córdova-Yáñez, García-Porchas, Santiago-Hernández y Vázquez-Navarro, 2013; López-Reyes, 2001). Este aprovechamiento forestal y silvícola se da también en los agostaderos, allí donde pasta el ganado.

4.5.4. *Las actividades mineras*

La zona de estudio se ubica en una región rica en yacimientos minerales, donde se puede encontrar cobre, oro y plata. El auge en la producción del oro tiene diversas explicaciones: es una buena reserva de valor, pues el 30 por ciento de la producción se dirige al respaldo de monedas y lingotes (Coulson, 2011; Geocumunes, 2017, ambos citados por Robles-Berumen y Foladori, 2019); así como al crecimiento de la industria electrónica, que lo emplea por sus cualidades físicas, térmicas y conductivas; que, pese a su precio, su pequeñísimo uso por componente lo hace viable. Por si fuera poco, además de orfebrería y joyería, se le puede utilizar como decorativo comestible en platillos y bebidas de lujo (Vega-Granillo y Sámano-Tirado, 2013).

Muy cerca, al norte de Arizpe y Cananea, se encuentra la mina Buenavista del Cobre S.A. de C.V, de la empresa mexicana Grupo México que es una de las plantas extractivas más grandes del mundo. Asimismo, es posible notar la presencia de trabajos de exploración de empresas con diferente origen de capital a lo largo de la zona de estudio, lo que confirma la vinculación del sector con la inversión extranjera.

En Cananea se observa a la minería desde sus orígenes y hasta la actualidad, la articulación ésta actividad con los mercados internacionales, la inversión extranjera y el desarrollo de otras actividades económicas alrededor de la minería (Bracamonte et al., 1997). En otros municipios, las expresiones más recientes de esta dinámica, desde el año 2011, son la mina *Santa Elena*, en el municipio de Banámichi, con capital de origen canadiense (MundoMinero Geomedia, 2011), adquirida por *Fisrt Majestic Silver Corp.* en 2015 (First Majestic Corporation, 2016); así como la reapertura de la mina La Chispa, en Arizpe, abierta en 2019 y que pertenece a la *Silver Crest Metals* de origen canadiense; mina que había cerrado actividades en 1930 (Silver Crest Metals Inc., 2019).

En relación con la mina Santa Elena, según información de INEGI, la producción de oro de esta mina le permitió moverse del lugar sexagésimo al décimo noveno de 2010 a 2017. Es probable que este comportamiento se explique por las inversiones en las plantas mineras ubicadas en estos municipios; aunque la Cámara Minera de México (CAMIMEX, 2017) también menciona que en otros puntos del país se presentó el cierre de actividades mineras, cediendo lugar a este municipio.

En relación con la exploración de la zona, el Panorama Minero 2016 del Servicio Geológico Mexicano contabilizó a 25 empresas exploradoras de diferentes países, aunque la mayor parte fueron de origen mexicano; Arizpe y Bacoachi resultaron ser los municipios con más empresas exploradoras, siete respectivamente, contando así cuatro estadounidenses en Arizpe y cinco mexicanas en Bacoachi (véase Tabla 22).

Tabla 22. Número de compañías exploradoras por origen de capital y municipio.
Municipios de la cuenca media del río Sonora, 2016

	México	EE. UU.	Canadá	Otros	Total
Total	21	13	6	-	25
Aconchi	-	1	-	-	1
Arizpe	2	4	1	-	7
Bacoachi	5	2	0	0	7
Banámichi	2	1	0	-	3
Baviácora	1	0	2	-	3
Huépac	2	-	0	-	2
San Felipe de Jesús	1	-	1	-	2

Fuente: elaboración propia con datos del Servicio Geológico Mexicano (2016).

Lo anterior refuerza la conclusión de Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez (2017) sobre el surgimiento de la especialización minera en la región COPLADES del río Sonora; explicado

por el arribo de capitales dedicados a la exploración en la zona y sin duda a la presencia de las minas de Cananea y Banámichi, las cuales se encuentran operando y extrayendo minerales en la región.

De acuerdo con la cartografía de Secretaría de Economía, las áreas concesionadas cubren una superficie de 235 mil 592.48 hectáreas (véase Figura 8), Arizpe y Banámichi poseen una mayor área concesionadas (véase Tabla 23). Por lo tanto y con excepción de Bacoachi, se corrobora que las empresas exploradoras se encuentran en dos de los municipios con mayor superficie concesionada.⁵

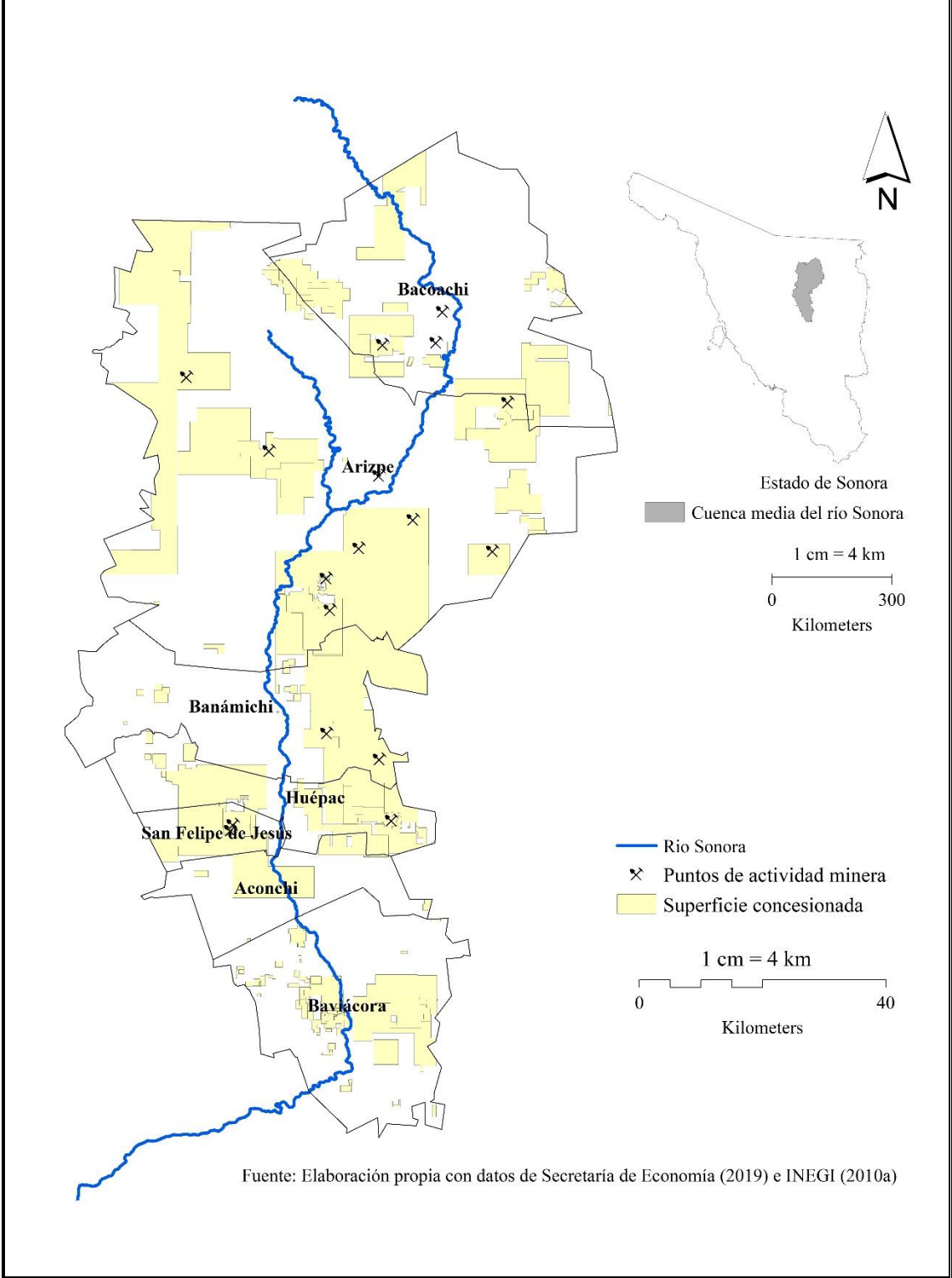
Tabla 23 Superficie concesionada por municipio/*

Municipios	Terrenos	Hectáreas	Porcentaje %
Aconchi	6	13,516.07	2.8
Arizpe	75	113,352.90	23.6
Bacoachi	58	28,114.70	5.8
Banámichi	29	74,850.40	15.5
Baviácora	73	20,371.30	4.2
Huépac	26	11,669.00	2.4
San Felipe de Jesús	26	17,989.80	3.7

Fuente: elaboración propia con datos de la Servicio geológico mexicano (2016). /*La sumatoria de la superficie incluye áreas concesionadas que se internan otros municipios colindantes a los de la zona de estudio.

⁵ La cartografía de concesión minera estaba disponible hasta el año de 2019. En este 2020, la búsqueda de la liga para su descarga ya no aparece en la página del Gobierno Federal (datos.gob.mx), de la cuál fue descargada previamente. A pesar de esto, existe una plataforma de consulta que también muestra el área concesionada en el país, según se anota en la sección bibliográfica de este documento.

Figura 8. Zonas de concesión minera, principales puntos mineros en los municipios de la cuenca media del río Sonora



4.6. La sensible relación entre las comunidades y los ecosistemas de la cuenca media del río Sonora

En los apartados anteriores, se observó que la zona de estudio se ubica predominantemente en la zona fisiográfica de la sierra madre occidental. Asimismo, resultó presentar climas que van de secos a semi-secos y templados, y que las principales precipitaciones se presentaban en la temporada de verano (Conagua 2013, Vega-Granillo et al. 2011). Además, las características del suelo y el relieve limitan su aprovechamiento hacia actividades agrícolas, pero son suficientes para la ganadería, que se adaptó a las condiciones climáticas y a la cual, poco a poco, se le han introducido otras especies ganaderas bovinas (Bracamonte et al. 1997).

De esta forma, la ganadería es un eslabón entre las relaciones de las comunidades y los ecosistemas de la cuenca media del río Sonora, ya que la mayor parte de la superficie agropecuaria municipal es aprovechada como agostadero, según se observó en el Gráfico 5. Asimismo, resulta que más del cincuenta por ciento de la superficie agrícola se dedicó a la siembra de forrajes (véase Tabla 19). Además, otros aprovechamientos son visibles a partir de la obtención de recursos silvícolas y forestales, así como la recreación o el turismo (Ariza-Lizarde et al., 2011; Coronado García et al., 2013, Salido et al., 2009, López-Reyes, 2001).

Sin embargo, el aprovechamiento de los agostaderos no está exento de problemáticas. El sobrepastoreo, aunado a las condiciones climáticas de la zona, incurre en la erosión del suelo (Denogean et al., 2013). También, se unen otras problemáticas, como la escasez del agua, causadas por una mala gestión (CONAGUA, 2013). Asimismo, se agrega la problemática del aprovechamiento inadecuado e incluso ilegal de recursos forestales y no forestales (Araiza-Lizarde et al., 2011; Coronado-García et al., 2013; López, 2001).

Por otra parte, la existencia de actividades mineras en la zona de estudio representa otros riesgos. Sus efectos negativos están contabilizados desde el momento mismo de las exploraciones, y obviamente durante la explotación, bajo el empleo de tecnologías devastadoras y procesos muy contaminantes (Herrera y Millones, 2012; Guerra y Zaldumbide, 2010).

La expresión de dichos riesgos más reciente fue el derrame del 6 de agosto de 2014, de 40 000 metros cúbicos de lixiviados de cobre que posteriormente alcanzaron al río Sonora, e impactaron a una población de más de 20 000 personas en siete municipios del estado de Sonora, que posteriormente dejó un saldo de afectaciones sociales, económicas y desde luego ambientales; acontecimiento que llegó a ser calificada como el peor desastre ambiental en la historia de México (Lugo-Gil y Lara-Enríques, 2020; Ibarra-Barreras y Moreno-Vázquez, 2017, Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez, 2017).

Las consecuencias económicas de este evento se observaron en la imposibilidad de obtener un ingreso por parte de la agricultura, ya que las siembras quedaron inutilizadas, y las afectaciones sobre la producción de leche y ganado (El imparcial, 2014, septiembre; citado por Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez, 2017).

Asimismo, a pesar de que se observa una especialización económica hacia actividades de servicios y el comercio, probablemente vinculada hacia la actividad minera según señalan Rodríguez-Gómez y Lara-Enríquez (2017), la dependencia por el sector primario como fuente de empleo sigue siendo muy importante, ya que alrededor del 27 por ciento de su población ocupada trabaja en ese tipo de actividades, como se pudo corroborar con los datos de la Tabla 12. Es decir, la población de la zona de estudio depende todavía de forma importante del aprovisionamiento económico de las actividades primarias, sostenidas por el agostadero principalmente.

Además, los aspectos socioeconómicos vistos en la sección 4.3, revelan una cuestionable capacidad de respuesta para adaptarse a eventuales cambios económicos causados por eventualidades ambientales; dado que la zona de estudio cuenta con más del cincuenta por ciento de la población en situación de vulnerabilidad (ver Tabla 17), y que las características sociodemográficas observan una tendencia hacia el despoblamiento y el envejecimiento de las localidades del río Sonora; y por sus características educativas hablan predominantemente de población apenas con educación básica. Es decir, un impacto ambiental como el del derrame del río Sonora favorecería una mayor parte de la población en vulnerabilidad y un probablemente el agravamiento de la pobreza.

Por lo tanto, la gestión de los ecosistemas orientado hacia su preservación no sólo hace posible la obtención de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, como la alimentación del ganado o el aprovechamiento silvícola o forestal, sino también, que más de 20 000 personas puedan contar con los elementos necesarios adecuados a su estilo de vida, determinado cultural, históricamente y que se adaptó a las características de los ecosistemas de la zona del río Sonora.

CAPÍTULO 5. METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS PARA EL ANÁLISIS

A continuación, se expondrá la metodología para responder a las preguntas de investigación y alcanzar los objetivos propuestos. Este marco metodológico se divide en cuatro etapas metodológicas: revisión documental; modelo econométrico para estimar el valor económico ambiental; definición de la muestra; y finalmente, diseño de la encuesta.

5.1. Revisión documental

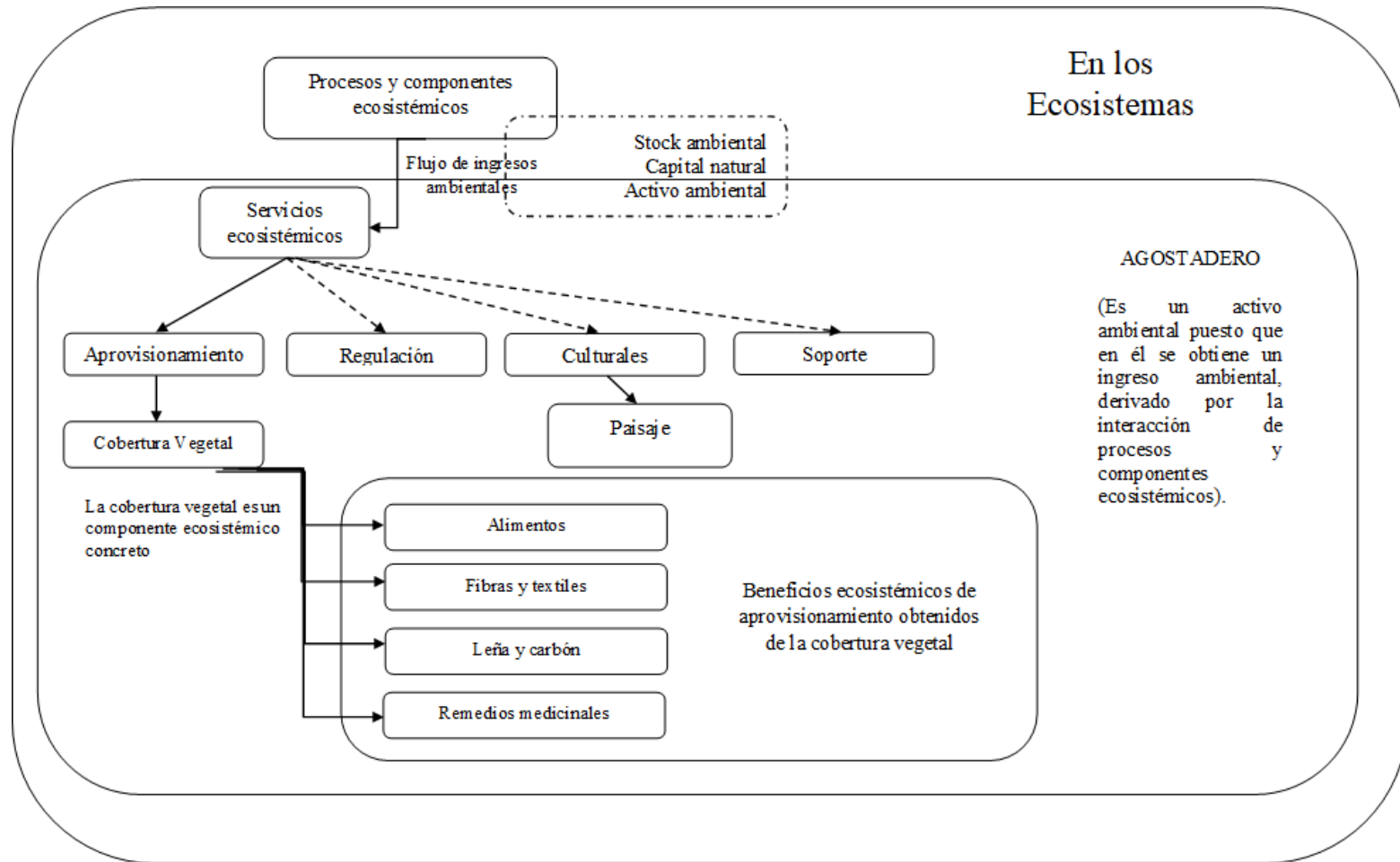
El propósito de esta sección fue encontrar elementos para ayudar a responder a la primera pregunta de investigación. ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento atribuidos a la vegetación de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora, según sus principales usuarios, los ganaderos? De esta forma, se ubicaron trabajos que señalaban la situación de diversos servicios ecosistémicos y de los usos atribuidos a la vegetación, como componente ecosistémico; lo que permitió hacer una aproximación a la situación contextual de dicha área y de sus servicios ecosistémicos; y proveer de insumos necesarios para alimentar las cuestiones que se abordaron en la encuesta. Además, los documentos consultados proporcionaron una base que permitió operacionalizar el concepto de beneficio y componente ecosistémico, de forma adecuada al contexto de la cuenca media del río Sonora. A continuación, se expone el resultado de dicha revisión documental.

En el presente trabajo se aborda el concepto de servicios ecosistémicos como el beneficio que las personas obtienen de los ecosistemas (MA, 2005). Estos beneficios están sustentados por procesos y componentes que producen el flujo de servicios ecosistémicos necesarios para la obtención de los beneficios que obtienen las personas, entonces, dichos

procesos y componentes son un de *stock* ambiental que constituye a su vez un capital natural (Costanza y Daly, 1992).

De esta forma, a partir de la revisión diagnóstica en el capítulo cuatro y de la revisión teórica expuesta en el capítulo dos, se construyó el diagrama de la Figura 9, donde se observa que los ecosistemas envuelven y sustentan a los agostaderos, ya que existen procesos y componentes ecosistémicos que sostienen servicios ecosistémicos de los cuales se obtienen beneficios para las personas. Por lo tanto, el agostadero, es un activo o capital ambiental porque del proviene un flujo de ingresos ambientales, producto de los procesos y componentes ecosistémicos, de los que obtienen beneficios las personas; mientras que la cobertura vegetal, es por tanto un componente ecosistémico concreto del que se obtienen beneficios para las personas.

Figura 9. El agostadero como activo o capital económico



Fuente: elaboración propia.

Consecuentemente, estos beneficios se relacionan con la obtención de diversas formas de bienestar, como sería la nutrición por el aporte de alimentos que los ecosistemas pueden proveer. De esta forma y con base a las recomendaciones y opiniones expuestas sobre servicios ecosistémicos revisadas en el capítulo dos, para la presente investigación se abordó el análisis de la cobertura vegetal, como un componente ecosistémico clave que puede ofrecer distintos servicios ecosistémicos, que van desde la obtención de alimentos o medicinas, según la MA (2005).

5.1.1 Superficie vegetal para la alimentación de ganado

De acuerdo con la información referente al contexto de las actividades económicas presentado en el capítulo cuatro, en términos de alimentación del ganado, se tienen dos fuentes: forrajes cultivados y aquellos provenientes del agostadero (Balvanera et al. 2009; Urrutia-Morales y Beltrán-López, 2003, López-Reyes, 2001). También se observó que la actividad ganadera cubre una superficie importante con respecto a la actividad agrícola, y que la siembra de forrajes cubre más del cincuenta por ciento de la superficie agrícola (Tabla 19). Asimismo, según el Gráfico 5, resultó que el agostadero constituye una extensión de cubierta vegetal que ofrece recursos para la alimentación de ganado; pues provee de zacates y otros recursos consumibles como las herbáceas y los matorrales, siendo los zacates a principal fuente de alimento (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, 1991).

Asimismo, ha sido posible identificar que la pérdida de la cobertura vegetal en el agostadero, reforzada por la reducción de las precipitaciones y la susceptibilidad a la erosión del suelo y a un mal manejo de éstos, significa la reducción de la capacidad productiva. Lo anterior se acompaña de altos costos operativos, por la siembra de buffel o la compra de

piensos y otros concentrados alimenticios para el ganado (López-Reyes et al., 2009; Ibarra-Flores et al., 2005) o la reducción del tamaño del hato (Díaz, 2005).⁶

5.1.2. Alimentos de origen silvestre

La vegetación nativa en los agostaderos también es fuente de alimentos silvestres para consumo humano, como el chiltepín (*capsium annum*), orégano, el mauto, el pochote, la vara blanca, el palo colorado; así como el mezquite y el palo fierro con otros usos (López-Reyes, 2001). En el caso del chiltepín, ha sido posible identificar que su hábitat está asociado a la sombra de árboles y arbustos (Coronado-García et al., 2013); específicamente a los mezquites, tepeguaje, cúmaro y garambullo; así como las chicuras, sangregados, crotón, y torotes (CONAFOR, 2010; Bañuelos et al., 2008).

La ubicación del Chiltepín puede presentarse en las cercanías de arroyos y cañones, en las zonas sur, centro y la serranía oriental del Estado de Sonora (Coronado-García et al. 2013; Araiza-Lizarde et al. 2011). Específicamente se menciona que el río Sonora es rico en chiltepín (Felger y Moser, 1985, citados por Bañuelos et al., 2008). En relación con su manejo, es necesaria la incursión en la sierra para poder recolectar el chiltepín de forma manual (Araiza-Lizarde et al., 2011; Coronado-García et al., 2013). Sin embargo, la manera en que se ha realizado no resulta ser la más sustentable, ya que se ha visto extracción completa de la planta, a pesar de que según Coronado-García et al. (2013), los recolectores están

⁶ Al respecto Díaz (2005) se refiere al caso de los de pequeños productores ganaderos ejidatarios en el lugar conocido como Molino de Camou, lugar que se encuentra en la presa Rodolfo Félix Valdés “*El Molinito*”, a la cual arriba el afluente del río Sonora. El autor señala algunas semejanzas en cuanto la forma de producción de este grupo con respecto a otros del río Sonora. En entrevistas realizadas por el autor, los productores señalaron lo siguiente: “Los ejidatarios relatan que desde mediados de 1990 hasta el 2000, han tenido que vender animales porque no pueden sostenerlos por falta de pastura en el agostadero” (Díaz, 2005, 154).

conscientes de que no es adecuado, pero según las entrevistas realizadas por el autor, los recolectores argumentan que siempre vuelve a crecer.

Otro producto recolectado son las pechitas de los mezquites, esta es la vaina que contiene la semilla de estos árboles. Los usos relacionados a las pechitas desde la antigüedad estaban asociados con la alimentación y la medicina; pero, además, en la actualidad resultan ser una fuente rica de carbohidratos y proteínas, y se relaciona con la prevención de la diabetes (López-Reyes, 2001).

Sin embargo, la extracción de mezquite está asociado a la producción de carbón (López-Reyes, 2001) y, con ello, a la reducción de los posibles bienestar que pudiera aportar este recurso, entre alimentación y salud, como ya se mencionó anteriormente; tanto de las pechitas y como del chiltepín, pero también de la miel, como se verá más adelante.

5.1.3. Fuentes energéticas de origen vegetal

El empleo de mezquite (*Prosopis spp*), encinos (*Quercus spp*), pinos (*Pinus spp*) y palo fierro (*Olneya tesota*) para la producción de carbón y leña, se realiza en zonas donde proliferan los bosques de encino; bosques de encino pino; así como mezquital. Asimismo, posteriormente a su extracción, se ha visto el establecimiento de campos agrícolas o ganaderos (CONAFOR, 2010).

Específicamente, en el estado de Sonora, de acuerdo con la información de CONAFOR (2010), el mezquite se ha encontrado en Ures, Huépac, Aconchi, Banámichi, en el sur de Arizpe, y la parte central de Bacoachi. Por su parte, al encino se le puede encontrar en las partes altas de la sierra, en la división entre el río Sonora y el San Miguel, entre los municipios de Arizpe, Banámichi, al oeste de Huépac, San Felipe de Jesús, Aconchi al oeste de

Baviácora, la parte sur de Ures, así como en la Sierra de los Ajos y la sierra del Carmen, en Bacoachi y Arizpe, respectivamente.

De esta manera, de la revisión documental, se obtuvo la forma de operacionalizar el concepto de componente ecosistémico de forma concreta, a través del componente de cobertura vegetal. Asimismo, su análisis resulta clave y razonable para el contexto de la zona de estudio, ya que:

- 1) De acuerdo con el análisis de las condiciones abióticas, el aprovechamiento de los ecosistemas es limitado por sus condiciones edafológicas y topográficas; así como las climáticas que imponen un ciclo temporal de lluvias en un clima semiseco a seco. De esta manera, estas condiciones explican el aprovechamiento del suelo para la ganadería, más que para la agricultura. Además, la ganadería de bovinos ocupa la principal extensión para el aprovechamiento del terreno, según la estadística presentada;
- 2) Las condiciones económicas revelan una mayor generación de valor por parte de la ganadería frente a la agricultura, pues por cada peso obtenido por la agricultura, la ganadería de bovinos obtuvo casi el doble en 2016;
- 3) Existe un aprovechamiento silvícola de la cobertura vegetal en los municipios de la cuenca media del río Sonora;
- 4) De acuerdo con la vulnerabilidad por carencias sociales y la pobreza observada en la zona, según lo visto en la sección 4.2.1., es importante considerar que los impactos ambientales referidos en las secciones 4.6, se puede suponer serias dificultades para la recuperación de eventuales contingencias ambientales para las localidades del río Sonora;

- 5) La valoración de los componentes ecosistémicos de aprovisionamiento es pertinente para una población que posee, cuando mucho, educación secundaria y esto supone, de acuerdo con las recomendaciones de Costanza (2008), Fisher et al. (2009), y según los señalamientos de Wallace (2007), que las personas deben establecer sus juicios y opiniones sobre componentes físicamente concretos, como sería la cobertura vegetal.

5.2. Modelo para la determinación del valor económico parcial de la cobertura vegetal en los agostaderos

Este modelo tiene por objetivo responder a las preguntas tres y cuatro de investigación: ¿Cuál es la relación entre los precios de los forrajes cultivados y la disponibilidad de vegetación en los agostaderos? y ¿Cuál es el valor económico de la vegetación disponible en los agostaderos?

Se parte de que existe una demanda por la vegetación de los agostaderos que es igual a la vegetación disponible en los mismos, ya que en función de esa disponibilidad dicha demanda será alta o baja. El comportamiento de esta demanda está sujeta a la influencia de otros factores, de acuerdo con Balvanera et al. (2009) en las zonas áridas y secas se utilizan forrajes cultivados, esquilmos, granos y oleaginosas para suplementar la alimentación; pero en cambio se utilizan menos en zonas tropicales, porque hay apoyo de agostadero y praderas. Por otro lado, la demanda de dicha vegetación se reduce no por razones de mercado sino por la estacionalidad del año, pues en épocas secas esta vegetación merma en calidad y en cantidad (Gutiérrez et al., 2012; Bravo et al., 2010; López et al., 2010; Urrutia 2003).

En la teoría económica es conocido el efecto de la elasticidad precio de la demanda como el cambio en la cantidad demandada de un bien cuando su precio cambia; es decir, el cambio en el precio del bien X , afectaría de alguna forma la cantidad demandada del bien X .

Cuando existe un alto cambio en la cantidad demandada ante un cambio del precio, se dice que la relación es elástica; pero si no existen cambios en la cantidad demandada a pesar de que cambien los precios, dicha relación es inelástica (Pyndick y Rubenfield, 2009). Por otro lado, también puede suceder que el precio de otro bien Y , afecte la cantidad de demandada del bien X ; fenómeno que se conoce como elasticidad cruzada de la demanda.

En relación con este efecto, existen dos respuestas posibles al cambio en la cantidad demandada del bien Y : 1) el efecto sustitución: al elevarse el precio del bien X , la cantidad del bien Y aumenta, y se observa una relación positiva entre las variables; y 2) el efecto complementario, donde un cambio en el precio del bien X , reduce la cantidad del bien Y , y se observa una relación negativa entre ambas variables. Por tanto, la respuesta es complementaria porque el consumo de uno acompaña al otro; es decir, al aumentar el precio del bien X , el bien acompañante Y se reduce. En cambio, son sustitutos porque al aumentar el precio del bien X , la cantidad demandada del bien Y se incrementa (Pyndick y Rubenfield, 2009).

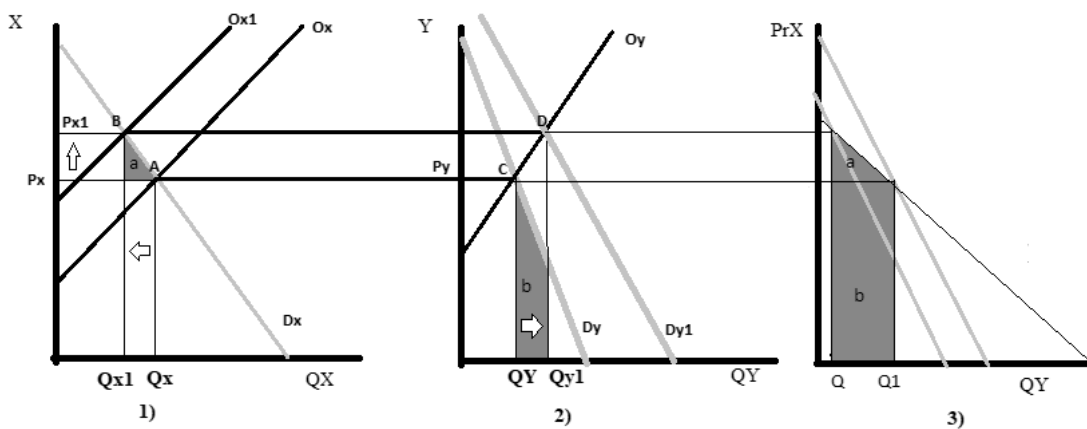
El modelo propuesto (véase ecuación 1) supone que existe una relación sustitución entre la vegetación disponible en los agostaderos y el precio de los forrajes cultivados. Es decir, se espera una relación de sustitución entre la cantidad demandada de vegetación disponible ante los cambios del precio de los forrajes:

$$Veg = \beta_0 + \beta_{prvg} + \beta_{prx} \dots + \beta_n \quad \text{Ecuación 1}$$

En este caso, la variable Veg es la vegetación disponible y los parámetros β 's representan los cambios de los precios de la vegetación disponible y del precio(s) de los forrajes y otros insumos forrajeros. El Gráfico 6 muestra el comportamiento de los precios

del bien X respecto a la cantidad demandada del bien Y. La sección 1 del Gráfico 6, muestra el incremento en el precio del bien X hacia el P_{x1} , y la reducción en su consumo de Q_x a Q_{x1} ; mientras que esto provoca un cambio en el incremento del bien Y de la cantidad de Q_y a Q_{y1} .

Gráfico 6. Comportamiento de la elasticidad cruzada de la demanda



Fuente: elaboración propia.

Ahora bien, el estudio de la elasticidad se ha abordado a través del análisis de funciones logarítmicas, ya que sus ventajas suponen un comportamiento isoelástico; con una pendiente constante a través de su curva, de forma que los cambios en cualquier punto de la curva serán constantes (Pindick y Rubenfield, 2009; Gujarati, 2009). Por lo que el modelo sugerido es una función logarítmica (véase ecuación 2).

$$\ln Veg = \ln \beta_0 + \ln \beta_1 + \dots + \ln \beta_n \quad \text{Ecuación 2}$$

En el cálculo del beneficio se parte de describir los ahorros entre el pago máximo, con respecto al pago que se realiza ante un cambio en los parámetros betas (β 's). En el

Gráfico 6, el beneficio puede observarse en la sección 1, que corresponde al área iluminada, denotada por la letra “a”, que representa el ahorro obtenido al dejar de pagar entre un precio del bien X máximo con respecto a lo que se está pagando por contar con dicha cantidad de vegetación disponible; de esta forma, se obtendría el beneficio económico de contar con una determinada cantidad de vegetación disponible. Entonces, se espera que exista una relación negativa entre la cantidad vegetal disponible y los precios, con ello se responde a la tercera pregunta de investigación; pero se espera un efecto sustitución palpable a través de un signo positivo en el análisis de regresión, cuya magnitud ayuda a conocer la aportación monetaria de la vegetación disponible en los agostaderos.

Puntualizando, el beneficio económico es igual al precio que se paga por forrajes, menos el parámetro de cambio del precio de los forrajes por la cantidad de vegetación disponible. Las variables empleadas en el modelo son las siguientes:

1. Vegetación disponible (NDVI). Esta es una aproximación a la vegetación disponible para la alimentación del ganado, en el agostadero mediante un índice normalizado de vegetación; ya se sugiere una correlación entre el NDVI, la salud de la vegetación asentada en el agostadero, así como las condiciones las precipitaciones según área y los coeficientes de agostadero (Echavarría et al., 2015; Villarruel et al., 2014; Villa et al., 2014). De tal forma que, donde el índice es más elevado, la vegetación disponible para su uso como forraje también es óptima.

Gracias a las propiedades reflectivas de la cobertura vegetal y del suelo, es posible conocer la disponibilidad de vegetación forrajera a través del territorio; de acuerdo con lo expuesto por Díaz (2015):

Mientras que en el visible [espectro] los pigmentos de las hojas absorben la mayor parte de la energía que reciben, en el NIR, las paredes de las células de las hojas, que se encuentran llenas de agua, reflejan la mayor cantidad de energía. En contraste, cuando la vegetación sufre algún tipo de estrés, ya sea por presencia de plagas o por sequía, la cantidad de agua disminuye en las paredes celulares por lo que la reflectividad disminuye el NIR y aumenta paralelamente en el rojo al tener menos absorción clorofica. Esta diferencia en la respuesta espectral permite separar con relativa facilidad la vegetación sana de otras cubiertas (p.42).

Donde los valores de NDVI van de -1 a 1, de tal manera que -1 significa menor ausencia de vegetación y ya por arriba de 0.1 se percibe una mayor vegetación en el área (Meneses, 2011; Díaz, 2015). Para este estudio se utilizará una ponderación que fue de cero a 255 unidades del índice, siendo éste el máximo. De esta forma, el índice fue calculado mediante algebra de mapas con base a la cartografía de imágenes raster *Lansat 7 TM* obtenidas del *United State Service of Geology*; utilizando la siguiente ecuación:

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde *NIR* es la banda del infrarrojo cercano y *RED* la banda de color rojo. Asimismo, se procedió a descontar la superficie no utilizable y se dejó el valor que tendría el terreno en función de su NDVI. Para ello, se estimó el NDVI promedio para un periodo de 2006 a 2019; descartando las zonas habitadas y las zonas descubiertas de vegetación. Con

base a esto, se estimó la disponibilidad de vegetación en los agostaderos en función de la capacidad de la vegetación para proveer forraje natural.

La Tabla 24 muestra el procesamiento seguido, en términos generales, para la información cartográfica. La corrección de las bandas se realizó considerando que por problemas en el satélite *Landsat 7*, las imágenes observan una banda diagonal negra. Para corregir este problema se utilizó la herramienta *Fix Landsat 7 Scanline Errors*. Posteriormente a la corrección, se calculó el índice NDVI promedio anual.

Tabla 24 Procesamiento de información cartográfica

Etapa	Tipo de dato	Fuente	Nombre de cartografía	Objetivo
Recolección de información	Raster	USGS	Imágenes Landsat 7 TM, de las bandas 3 y 4, para los años 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016, 2018 y 2019	Obtener insumo para el cálculo del NDVI
	Vector	Conabio	Uso de suelo y cobertura vegetal	Conocer las áreas no disponibles de vegetación (pobladas, sin vegetación, agrícolas, cuerpos de agua).
Tratamiento (Algebra de mapas)	Raster	Elaboración propia	Áreas con vegetación disponible según el NDVI	Corrección de las bandas 3 (RED) y 4 (NIR) Cálculo del NDVI Áreas a las que se descontó las zonas desprovistas de vegetación
Resultado	Raster	Elaboración propia	Vegetación forrajera disponible Promedio (2006-2019)	

Fuente: elaboración propia.

2. Los precios de los forrajes cultivados (PMRUIB). Esta variable contempla el precio medio rural de los forrajes cultivados, que se obtuvo del Sistema de Información de Agroalimentaria de Consulta (SIACON) de SADER-SIAP. El precio medio rural es el precio en el que el productor vende de primera mano su producción (SADER; 2019). Por lo tanto, es una variable útil, ya que de acuerdo con la información de SADER (2019), refleja la situación de los precios en el contexto local del productor. Asimismo, dicha variable fue deflactada utilizando el deflactor implícito del PIB base 2013.

Entonces, considerando lo expuesto sobre el modelo y aplicando las ecuaciones vistas anteriormente, el modelo tomaría la siguiente forma:

$$\ln NDVI = \ln \beta_0 + \ln \beta_{PMRUIB} \quad \text{Ecuación 4}$$

Así, la magnitud del precio medio rural (PMRUIB) es igual al cociente entre la vegetación disponible (NDVI), considerando la elasticidad cruzada de la demanda β_{PMRUIB} :

$$\frac{\ln(NDVI)}{\beta_{PMRUIB}} = \ln(PMRUIB) \quad \text{Ecuación 5}$$

De esta manera, para obtener un beneficio económico atribuible a la vegetación disponible en el agostadero, se sabe que los productores ganaderos pagan un precio por tonelada por hectárea de forrajes cultivados:

$$\pi = abs (PMRUMPAL - e^{PMRUIB}) \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde el beneficio π es igual al absoluto *abs* de la diferencia entre el *PMRUMPAL*, que es el precio medio rural de los forrajes que se pagan por el productor en el municipio, y el exponente del logaritmo natural elevado a *PMRUIB*.

5.3. Diseño de la muestra

El objeto de la investigación es la cobertura vegetal como un componente ecosistémico en los agostaderos de los municipios de la cuenca media del río Sonora. Sin embargo, para retomar la información referente a dicho objeto, se presentó un análisis documental (véase sección 5.1). Para conocer su relación en la actualidad, se aplicó una encuesta dirigida a los ganaderos.

Entonces, los informantes son los productores ganaderos, patrones o empleados por cuenta propia, ubicados en la zona de estudio y que realizan sus actividades dentro de ésta. En este sentido, se advierte que hay productores que vivieron en alguno de los siete municipios, pero realizaban sus actividades ganaderas en otros que rodeaban a la zona, por lo que en ese caso se descartó a éstos como informantes.

Para definir el tamaño de la muestra, como marco muestral se partió de los microdatos de la Encuesta Intercensal 2015 de INEGI, donde se seleccionó a 108 productores ganaderos que fueron patrones o trabajadores por cuenta propia y, bajo un índice de confianza de 95 por ciento y un error de cinco por ciento, se obtuvo un tamaño de muestra de 85 ganaderos. La muestra fue estratificada proporcionalmente entre los siete municipios (véase Tabla 25).

La aplicación se realizó octubre a noviembre de 2018, y de febrero a abril de 2019. Para la inmersión inicial en campo, la primera parte del levantamiento de la información se realizó con la técnica de bola de nieve que consiste en identificar a los informantes clave, se les agrega a la muestra y se pregunta si conocen a otros productores que habiendo contactado se les incluye de la muestra (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio, 2010). De esta forma, se ubicó a los presidentes ejidales y presidentes de las uniones ganaderas locales; a quienes se solicitó su cooperación para ubicar a los productores

ganaderos. Posteriormente, a estos se les pidió que recomendarán a otros productores. Asimismo, se precedió a buscar otros productores mediante barrido puerta por puerta en calle. Finalmente, se obtuvo un total de 92 encuestas recolectadas.

Tabla 25. Muestra estratificada de productores ganaderos en municipios de la cuenca media del río Sonora
(I.C. 95% e.e. 5%)

Municipios	No. de productores	Porcentaje acumulado	Muestra estratificada	Muestra colectada
Aconchi	9	8.3	7	8
Arizpe	22	20.4	17	17
Banámichi	17	15.7	13	13
Bacoachi	27	25	21	22
Baviácora	21	19.4	17	21
Huépac	8	7.4	6	6
San Felipe de Jesús	4	3.7	3	5
Total	108	100	84	92

Fuente: elaboración propia en base a información de la Encuesta Intercensal 2015 de INEGI.

5.4. Diseño del instrumento de recolección de información: “Encuesta de opinión y valoración subjetiva de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora”

A continuación, se exponen las características y el diseño de la encuesta, dividida en cuatro grandes apartados.

5.4.1. Características sociodemográficas

En esta sección se preguntan los aspectos personales como edad, sexo, estado civil, y características familiares; asimismo, como el tipo de vivienda y los servicios básicos con los que cuenta la misma.

5.4.2. Características de la unidad productiva

En esta sección se aborda el tipo de productor (*i.e.* ejidal/comunero o privado), así como el tipo de organización para la producción. También se pregunta sobre la capacidad productiva que posee el ganadero para la producción de ganado en pie. Específicamente, se pregunta por el número de vientres y sementales disponibles, y por la disposición y superficie de la parcela donde se cultiva forrajes, conocida como milpa, y el tipo de cultivos que realiza en ella.

5.4.3. Opinión frente a la biodiversidad y la transformación del entorno en los agostaderos

En este sentido, se indagó sobre la actitud y la opinión de los ganaderos frente a diferentes del valor de existencia, cuyas respuestas fueron captadas mediante escalas de Likert, con la finalidad de conocer que tan fuerte es la actitud en los ganaderos frente a la aseveración mencionada (véase Tabla 26).

Tabla 26. Sentido de la valoración del agostadero

	Pregunta/reactivo	Codificación de respuesta
Biodiversidad Valor de existencia	¿Qué tan cierta es la siguiente frase? “Un agostadero con vegetación no forrajera (de usos diferentes a la alimentación del ganado) es inútil o no sirve.”	Totalmente cierto (0)
	¿Qué tan cierta es la siguiente frase? “Una pradera de buffel sería mejor que una de agostadero natural”	Cierto (1) Ni falso ni cierto (2)
	¿Qué tan cierta es la siguiente frase? “Los insectos y animales salvajes son contraproducentes”	Falso (3) Absolutamente falso (4)
	¿Qué tan cierta es la siguiente frase? “Un agostadero sin ganado es un agostadero inútil”	

Fuente: elaboración propia.

5.4.4. Inventario de servicios ecosistémicos

Con la información recolectada en esta sección se captaron los insumos necesarios para responder a la primera pregunta de investigación: ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento atribuidos a la vegetación de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora, según sus principales usuarios, los ganaderos?

De esta manera, para conocer cuáles son los servicios ecosistémicos atribuidos a la vegetación del agostadero, se preguntó a los productores la existencia de vegetación con diferentes tipos de servicio de aprovisionamiento: para consumo humano, para fabricar fibras/textiles, para obtener leña/carbón y para fabricar remedios medicinales. Después, se pidió que identificaran el nombre de la planta a la que asocian ese tipo de servicio, con la finalidad de conocer el componente ecosistémico de forma concreta.

También se preguntó si existen servicios ecosistémicos culturales en los terrenos de agostadero: usos turísticos/recreativos, usos educativos/científicos, usos religiosos/espirituales. Para consultar la encuesta en extenso y con todos los reactivos y preguntas, revise el Anexo 2 al final de este trabajo.

5.4.5. Matriz pareada

La matriz pareada es el instrumento que se empleó para captar la información referente a la segunda pregunta de investigación: ¿Cuál es el esquema de preferencias que tienen los ganaderos entre los diferentes componentes ecosistémicos del agostadero? Los componentes ecosistémicos que se consideraron en la matriz y las alternativas a parear pueden verse en la Tabla 27. La matriz pareada tiene por objetivo revelar qué importancia ocupan estos servicios para los ganaderos. De esta forma, se aplicó la matriz pareada y mediante el análisis de

procesos jerárquicos de donde se obtuvo un vector donde se resumen las ponderaciones otorgadas a los componentes ecosistémicos.

La matriz pareada es el instrumento del Análisis de Procesos Jerárquico desarrollado por Satty en los años ochenta, y su objetivo es encontrar una solución a una serie de elecciones a partir de alternativas que pueden contraponerse algunas contra otras (Aznar y Estruch 2015; Romero 1996). La selección entre una y otra alternativa se enfrenta al grado de importancia que la misma tiene con respecto a la otra; es decir, se espera que las personas seleccionen una de dos alternativas y reflexionen qué tan importante es su selección con respecto a la que no seleccionaron.

Tabla 27. Componentes ecosistémicos para la valoración

<i>Servicios ecosistémicos</i>	<i>Beneficio</i>	<i>Componentes ecosistémicos</i>
Servicios de aprovisionamiento con uso directo	Alimentación/fibras /leña/medicina	Vegetación forrajera Vegetación con usos diferentes al forraje
	Alimentación/recreación	Animales para la cacería
Servicios de regulación y de existencia	Control de plagas	Insectos y animales salvajes
Servicios culturales	Recreación/estética/espiritual	Paisajes bonitos

Fuente: elaboración propia.

La selección entre una y otra alternativa se enfrenta al grado de importancia que la misma tiene con respecto a la otra; es decir, se espera que las personas seleccionen una de dos alternativas y reflexionen qué tan importante es su selección con respecto a la que no seleccionaron. Los grados de importancia son los siguientes (véase Tabla 28):

Tabla 28. Grados de importancia

Extremadamente importante	9
Muy importante	7
Importante	5
Algo importante	3
Igual de importante	1

Fuente: elaboración propia.

Para el análisis de la información obtenida de la matriz, de acuerdo con la recomendación de Aznar y Estruch (2015), se corroboró la consistencia de éstas mediante el Índice de Consistencia Geométrico cuya lectura es análoga a la realizada por el índice de consistencia, pero menos exigente. En sentido, es que se aplicaron 92 encuestas de las cuales se obtuvieron seis que tuvieron consistencia (por debajo del 10 por ciento); pero hubo tras diez, que con ajustes mínimos pudieron entrar al análisis, gracias a la aplicación de este índice y a la plantilla desarrollada por Goepel (2018). Posteriormente, según lo recomendado por Aznar y Estruch (2015) se obtuvieron los vectores únicos de cada matriz y se obtuvo un promedio geométrico de éstas para obtener un indicador que sumara las diferentes ponderaciones.

5.5. El valor económico parcial de los agostaderos en los municipios de la cuenca media del río Sonora

Con el cálculo del beneficio económico de la cobertura vegetal del agostadero, se conoce un valor de uso directo por el aprovechamiento de la cobertura vegetal del agostadero. De acuerdo con la metodología Amuvan de Aznar y Estruch (2015), emplean el valor de uso directo para conocer el valor económico total, donde se incluye el valor de uso (VU) y de no uso (VNU). Asimismo, mediante el vector calculado a partir del análisis de procesos

jerárquicos, se determinaron las preferencias por los componentes ecosistémicos del agostadero.

De esta forma, se obtuvieron los insumos necesarios para calcular el valor económico parcial (VEP) de los agostaderos a partir de su valor de uso directo, atribuido al beneficio económico de la vegetación disponible para alimentar al ganado; y a las preferencias subjetivas por los componentes ecosistémicos por parte de los ganaderos.

$$VEP = \pi \left[\begin{matrix} VU \\ VNU \end{matrix} \right] \quad \text{Ecuación 7}$$

CAPÍTULO 6. CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTOR SEGÚN CONTEXTO FAMILIAR Y CAPACIDAD PRODUCTIVA

En este capítulo se hace un análisis descriptivo de los resultados de la encuesta aplicada a los ganaderos de la cuenca media del río Sonora, durante dos periodos, octubre a diciembre de 2018 y de febrero a abril de 2019; con la finalidad de analizar al contexto de los productores ganaderos desde diferentes ángulos. Aquí se presentan los características sociodemográficas y productivas de una muestra probabilística de 92 productores ganaderos de la región. Finalmente, se concluye el capítulo con una propuesta de categorización.

6.1 Características de los productores ganaderos

6.1.1 Sexo y edad

La mayoría de los productores encuestados son hombres, sólo hubo seis casos donde se encuestó a mujeres que se involucraban directamente con la ganadería. Asimismo, la edad media de los productores fue de 57.3 años; mientras que la edad mínima y máxima fue de 28 y 84 años, respectivamente. Además, las participaciones de los grupos de edad de 46 a 55, de 56 a 65 y de 66 y más años, son relativamente semejantes: el 30.4 por ciento de los productores se encontraba en el grupo de 56 a 65 años; el 28.3 y el 25 por ciento tenían entre 46 a 55 y de 66 años y más, respectivamente. La minoría, por tanto, son productores cuyas edades no rebasa los 45 años (véase Tabla 29).

Tabla 29. Productores ganaderos por grupo de edad

Grupo de edad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Hasta 35 años	3	3.3	3.3	3.3
De 36 a 45 años	12	13.0	13.0	16.3
De 46 a 55 años	26	28.3	28.3	44.6
De 56 a 65 años	28	30.4	30.4	75.0
De 66 años y más	23	25.0	25.0	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

6.1.2. Educación y seguridad social

En relación con el nivel educativo, se registró que el 70.7 por ciento de los productores tienen nivel básico, que significa tener al menos secundaria; seguido por un 14.1 y 15.2 por ciento de personas con educación media superior y superior respectivamente (véase Tabla 30). En ningún caso, se reportó a algún productor que careciera de educación o fuera analfabeta.

Tabla 30. Nivel educativo de los productores ganaderos

Nivel educativo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Nivel Básico	65	70.7	70.7	70.7
Nivel Medio Superior	13	14.1	14.1	84.8
Nivel superior*	14	15.2	15.2	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Por otra parte, la población con seguridad social representó el 76.1 por ciento de la muestra; y el 23.9 por ciento careció de ella (véase Tabla 31). Asimismo, como se aprecia en la Tabla 31, el sistema de seguridad con mayor número de afiliados fue el Seguro Popular, al cual recurrió el 46.7 por ciento de los productores; seguido por el 13 por ciento de productores

afiliados al Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y un 8.7 de afiliados al Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora (ISSSTESON).

Tabla 31. Instituto de afiliación a la seguridad social de los productores ganaderos

Institución	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
IMSS	12	13.0	13.0	13.0
ISSSTE	5	5.4	5.4	18.5
ISSSTESON	8	8.7	8.7	27.2
Seguro Popular	43	46.7	46.7	73.9
Privado	1	1.1	1.1	75.0
No especificado	1	1.1	1.1	76.1
No tiene	22	23.9	23.9	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Otro aspecto estudiado fue la jubilación. Del total de productores, el 12 por ciento manifestaron ser productores jubilados (véase Tabla 32). Es normal que, hasta cierta edad, los jubilados estén ausentes, sin embargo, en el grupo de 46 a 55 años se registraron productores que mencionaron estar jubilados. En el grupo de 66 años y más, resulta interesante observar que quince personas no están jubiladas, frente a ocho que si lo están.

Tabla 32. Productores ganaderos por grupo de edad y según estatus de jubilación

Grupo de edad	Jubilados					
	No		Si		Total	
	N	%	N	%	Total	%
Hasta 35 años	3	100	0		3	
De 36 a 45 años	12	100	0		12	
De 46 a 55 años	25	96.2	1	3.8	26	
De 56 a 65 años	26	92.9	2	7.1	28	
De 66 años y más	15	65.2	8	34.8	23	100
Total	81	88.0	11	12.0	92	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

6.1.3. El contexto familiar del productor

a) El tipo de familias y su tamaño

Como acercamiento al contexto familiar es importante considerar que la presencia de hijos o la composición de las familias ha sido una variable dentro del análisis de percepción de servicios ambientales, así como en de su valoración (Zhu, Guan, Wei, 2016). A continuación, se plantea una aproximación a dicho contexto para conocer la composición familiar de los productores.

Entre los encuestados, fue más recurrente encontrar productores ganaderos casados que otra condición civil. De esta manera, el 77.2 por ciento de los productores están casados, y el 9.8 por ciento son viudos (véase Tabla 33). En relación con los divorciados y personas en unión libre, cada grupo contribuye con un 3.3 por ciento; mientras que el 5.4 por ciento son productores que se encuentran solteros.

Tabla 33. Productores ganaderos por estado civil

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Soltero(a)	5	5.4	5.4	5.4
Casado(a)	71	77.2	77.2	82.6
Divorciado(a)	3	3.3	3.3	85.9
Viudo(a)	9	9.8	9.8	95.7
Unión Libre	3	3.3	3.3	98.9
Separado(a)	1	1.1	1.1	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

En relación con los tipos de hogar, el 66.3 por ciento son hogares nucleares, compuestos por una pareja con o sin hijos (véase Tabla 34). El 15.2 por ciento son productores que no tienen pareja, pero que viven con algún familiar, sean padres, hijos, nietos, etc., y/o parientes políticos. Los hogares ampliados, donde además de pareja e hijos

viven en el hogar otros familiares, conformaron el 13 por ciento. Los hogares de una sola persona, el productor en este caso, representaron el 5.4 por ciento.

Tabla 34. Productor ganadero por tipo de familia

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Monoparental	5	5.4	5.4	5.4
Hogar ampliado (HA)	14	15.2	15.2	20.7
Hogar nuclear ampliado (HNA)	12	13.0	13.0	33.7
Hogar nuclear (HN)	61	66.3	66.3	100.0
Total	92	100.0	100.0	

HA: Vive sin pareja y con algún familiar consanguíneo (padres, hijos tíos, nietos, sobrinos) y/o familiar político; HNA: Vive con pareja y con algún familiar consanguíneo y/o político; HN: Vive con pareja y con o sin hijos.
Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

El tamaño de los hogares se conformó, en su mayoría, desde tres hasta cinco personas. De esta manera, el 44.6 por ciento de éstos son hogares de hasta dos miembros; el 52.2 por ciento fueron hogares de tres y hasta cinco personas; y el 3.3 por ciento, hogares que tenían desde seis a más individuos (véase Tabla 35).

Tabla 35. Tamaño del hogar del productor ganadero

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Hasta dos personas	41	44.6	44.6	44.6
De tres a cinco personas	48	52.2	52.2	96.7
De seis a más personas	3	3.3	3.3	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

La información revela que la mayoría de los hogares son nucleares y en su mayoría cuentan con tres a cinco miembros; seguido también por otro 25 por ciento de familias con hasta dos integrantes; es decir, la pareja solamente (véase Tabla 36). Otro 12 por ciento se componen de hogares nucleares ampliadas con un tamaño de tres a cinco personas, y un 9.8 por ciento de hogares ampliadas con hasta dos individuos. Por lo tanto, si se compara a los diferentes tipos de familia y su tamaño, los productores con hogares nucleares y con tamaños de tres a cinco individuos serían los más representativos de la zona de estudio, pues son casi el 40 por ciento del total de productores encuestados.

Tabla 36. Productores por tipo de hogar según en el tamaño de habitantes en la vivienda (participación porcentual en el total)

Tipo de familia	Tamaño de la familia por número de habitantes (%)			Total
	Hasta dos personas	De tres a cinco personas	De seis a más personas	
Monoparental (MONO)	6.5	0.0	0.0	6.5
Hogar Ampliado (HA)	9.8	3.3	0.0	13.0
Hogar Nuclear Ampliado (HNA)	3.3	12.0	0.0	15.2
Hogar Nuclear (HN)	25.0	37.0	3.3	65.2
Total	44.6	52.2	3.3	100.0

HA: Vive sin pareja y con algún familiar consanguíneo (padres, hijos tíos, nietos, sobrinos) y/o familiar político; HNA: Vive con pareja y con algún familiar consanguíneo y/o político; HN: Vive con pareja y con o sin hijos.
Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

b) La presencia de hijos

El 93.5 por ciento de los productores tienen hijos, pero sólo el cincuenta por ciento convive con ellos en sus viviendas; y para el otro cincuenta por ciento, los hijos ya no viven en casa del productor (véase Tabla 37). Del total de productores que cohabita con sus hijos, 19 productores tienen hijos menores de 15 años, y 32 tienen hijos de 15 años y más. Es decir,

los hogares con hijos se caracterizan por una mayor presencia de hijos mayores de 15 años (véase Tabla 38).

Tabla 37. Número de productores ganaderos que tienen hijos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
No tiene hijos	6	6.5	6.5	6.5
Tiene hijos	86	93.5	93.5	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Tabla 38. Número de productores ganaderos que vive con sus hijos, según grupo de edad de los hijos

	Productores que vive con sus hijos*	Productores que vive con hijos menores de 15 años		Productores que vive con hijos de 15 años y más	
		No viven	Si viven	No viven	Si viven
No viven	46	46	0	46	0
Si viven	46	27	19	14	32

* La sumatorias no coinciden porque hay productores que pueden tener tanto hijos menores de 15 años, así como mayores; o bien tener alguno de los dos solamente.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

La Tabla 39 muestra que existen dos tipos de hogares, los que tienen hijos, y los que no los tienen; pero muestra que, tanto en un caso como en el otro, se puede tratar de hogares nucleares o ampliados. Asimismo, destaca que en la mayoría de los hogares nucleares existen hijos cohabitando con la pareja de ese hogar (36 hogares); pero en 24 de estos hogares, los hijos no estaban presentes. Asimismo, en siete casos había hogares nucleares con hijos donde también se integraba otro familiar, es decir, hogares nucleares con hijos; por ejemplo, un hogar nuclear con hijos donde también vive el abuelo.

Tabla 39. Productor ganadero que viven con hijos y tipo de familia

Productor que vive con sus hijos	Tipo de familia				
	Mono	HA	HNA	HN	Total
No viven	6	9	7	24	46
Si viven	0	3	7	36	46

MONO: familia de un solo individuo; HA: hogar ampliado; HNA: hogar nuclear ampliado; HN: hogar familiar nuclear.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

La edad es un factor importante al considerar que esta es una aproximación a las condiciones físicas del productor; que al relacionarse con el tipo de familia puede a su vez acercarse a las presiones impuestas por la edad y un cierto tipo de familia. De esta forma, los productores sin hijos cohabitando en la vivienda tienen en promedio 62 años; mientras que en los casos donde si había hijos tenían una menor edad, de 52 años (véase Tabla 40). Sin embargo, hay ciertos matices según el tipo de hogar: el productor en los hogares ampliados tiene una edad de 66 años, mientras que en los hogares nucleares dicha edad fue de 50 años.

Tabla 40. Edad media de los productores ganaderos por tipo de familia y sobrevivencia de hijos

Productor que vive con sus hijos	Tipo de familia				
	Mono	HA	HNA	HN	Total
No viven	71	54	60	65	63
Si viven		66	58	50	52

MONO: familia de un solo individuo; HAJ: hogar ampliado con hijos; HNAJ: hogar nuclear ampliado con hijos; HN: hogar familiar nuclear.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

De esta forma, es importante reflexionar sobre las cargas que acompañan a los productores al interior de sus familias con relación a su edad. Específicamente, al relacionarse con hijos menores de 15 años, la edad media de los productores con hogares ampliados con hijos (HA) es de 59 años; mientras que la media general de edad fue de 46 años (véase Tabla

41). Entonces, este tipo de productor que se aproxima a la cesantía, además de preocuparse por sus hijos menores de 15 años, debería hacerlo también por otros familiares como pueden ser padre, madre e incluso nietos.

Tabla 41. Edad media del productor que vive con hijos menores de 15 años

Productor que vive con hijos menores de 15 años	Edad media por tipo de familia				
	Mono	HA	HNA	HN	Total
No viven	71	57	61	60	56
Si viven	.	59	50	44	46

MONO: familia de un solo individuo; HA: hogar ampliado; HNA: hogar nuclear ampliado; HN: hogar familiar nuclear.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

c) La situación laboral de la pareja

La contribución de la pareja es importante como soporte de las actividades y de la economía familiar. De esta forma, de los 92 productores encuestados 75 tuvieron pareja; de los cuales el 61.3 no trabajó; frente al 38.7 que si trabajó (véase Tabla 42). Sin embargo, al observar la cantidad de productores cuya pareja trabajó y cruzar la información por tipo de hogar, resultó que la mayoría de las parejas que trabajaron formaban parte de un hogar nuclear (24 casos), seguido por quienes estaban integrados en hogares nucleares ampliados (cinco casos) (véase Tabla 43).

Tabla 42. Pareja del productor ganadero según situación laboral

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	No trabaja	46	50.0	61.3	61.3
	Si trabaja	29	31.5	38.7	100.0
	Total	75	81.5	100.0	
<i>Perdidos</i>	<i>No aplica</i>	17	18.5		
<i>Total</i>		92	100.0		

MONO: familia de un solo individuo; HAJ: hogar ampliado con hijos; HNAJ: hogar nuclear ampliado con hijos; HN: hogar familiar nuclear.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Tabla 43. Productores ganaderos según situación laboral de la pareja y tipo de familia

Pareja que:	Tipo de familia				Total
	Mono	HA	HNA	HN	
No trabaja	0	0	9	36	45
Si trabaja	0	0	5	24	29

MONO: familia de un solo individuo; HA: hogar ampliado; HNA: hogar nuclear ampliado; HN: hogar familiar nuclear.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Al observar la información de los productores ganadero que vive con hijos menores de 15 años y la situación laboral de su pareja, según el tipo de hogar (véase Tabla 44), emerge la siguiente situación: en veinte casos donde no había hijos menores de 15 años, las parejas del productor trabajaron. Esto invita a reflexionar, que el papel laboral de la pareja cambia con base a la edad de los hijos. De esta manera, en posteriores trabajos, se debe observar hasta qué punto las características de los miembros del hogar motivan el trabajo de la pareja, cuestión pertinente dado el contexto de vulnerabilidad que se vive en los municipios del río Sonora.

Tabla 44. Productor ganadero que vive con hijos menores de 15 años y situación laboral de la pareja, según tipo de hogar

	Pareja	Tipo de familia		Total		
		MONO	HA		HNA	HN
No vive con hijos	No trabaja	No	No	8	29	36
	Si trabaja	aplica	aplica	3	17	20
Vive con hijos	No trabaja			1	8	9
	Si trabaja			2	7	9

MONO: familia de un solo individuo; HA: hogar ampliado; HNA: hogar nuclear ampliado; HN: hogar familiar nuclear.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Un aspecto importante es la ayuda de familiares en las labores del campo. Resultó que los productores que contaron con la ayuda de algún familiar representaron el 43.5 por

ciento; pero un 52.2 por ciento dijo trabajar solo y el 4.3 por ciento contó con ayudantes (véase Tabla 45).

Tabla 45. Productores ganaderos con auxiliares en el trabajo

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Trabajó solo	48	52.2	52.2	52.2
Con Familiares	40	43.5	43.5	95.7
Con otro tipo de ayudantes	4	4.3	4.3	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Al relacionar el tipo de familia con los ayudantes auxiliares en el trabajo, se encontró que en los hogares nucleares era más recurrente la presencia de trabajadores solos, al contar a 35 productores. Para otros tipos de hogares, por cada productor con ayudante hay otro que trabaja solo (ver Tabla 46).

Tabla 46. Productores por tipo de auxiliares en el trabajo según tipo de familia

Auxiliares en el trabajo	Tipo de familia				Total
	MONO	HA	HNA	HN	
Solo	1	5	7	35	48
Familiares	4	6	6	24	40
Otro tipo de ayudantes	0	1	1	2	4
Total	5	12	14	61	92

MONO: familia de un solo individuo; HA: hogar ampliado con hijos; HNA: hogar nuclear ampliado con hijos; HN: hogar familiar nuclear.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

6.1.4. Servicios básicos y características de las viviendas

De los servicios básicos al interior de la vivienda (*i.e.* luz, drenaje y agua potable), la conexión al sistema de drenaje reportó la mayor ausencia, ya que solo el 18.5 por ciento de

las viviendas de los productores se encontraba conectada a la red (véase *Tabla 47*). Dicha ausencia fue más recurrente entre los hogares nucleares, al contabilizarse 12 viviendas en esa situación.

Tabla 47. Número de viviendas con conexión al drenaje por tipo de familia

Conexión al servicio de drenaje	Tipo de familia			
	Mono	HA	HNA	HN
No tiene	0	4	1	12
Si tiene	5	8	13	49

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Otro aspecto importante es la capacidad de la vivienda para albergar a sus inquilinos. Según la información recopilada, el tamaño de las viviendas puede variar desde una a cinco recamaras; pero las viviendas con tres recámaras fueron las más representativas (51.1 por ciento); seguido de viviendas con dos recámaras (29.3 por ciento) (véase *Tabla 48*).

Tabla 48. Número de recamaras en la vivienda del productor

Número de recamaras	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1	2	2.2	2.2	2.2
2	27	29.3	29.3	31.5
3	47	51.1	51.1	82.6
4	14	15.2	15.2	97.8
5	2	2.2	2.2	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Es importante considerar la capacidad de la vivienda como otro acercamiento al contexto familiar del productor. La *Tabla 49* y *Tabla 50* revelan que el problema del hacinamiento puede estar presente entre los productores encuestados y que, además, los

hogares nucleares pueden estar tan afectados como aquellos hogares donde hay personas ajenas al núcleo familiar.

Al relacionar el número de recámaras con el número de ocupantes de las viviendas, el 32.6 por ciento de los hogares de los productores ganaderos tenían menos de una habitación para sus habitantes; el 59.8 por ciento desde una a dos habitaciones y el 7.6 por ciento desde tres y más habitaciones (véase Tabla 49). Asimismo, es interesante observar que el 38 por ciento de los hogares nucleares registraron desde una a dos habitaciones y un 25 por ciento menos de una habitación. Por otra parte, el 7.6 de los hogares nucleares ampliados contó con menos de una habitación; y el 6.5 por ciento de una a dos habitaciones.

Tabla 49. Proporción de hogares según número habitantes por hogar y tipo de familia

Numero de recamaras por habitante	Tipo de familia (%)				
	MONO	HA	HNA	HN	Total
Menos de una habitación	0.0	0.0	7.6	25	32.6
De una a dos habitaciones	2.2	13	6.5	38	59.8
De tres y más habitaciones	4.3	0.0	1.1	2.2	7.6
Total	6.5	13	15.2	65.2	100

MONO: familia unipersonal; HA: hogar ampliada; HNA: hogar nuclear ampliado; HN: hogar nuclear.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

La Tabla 50 señala el número promedio de habitantes por recámara en la vivienda del productor. Dicha información revela que en los hogares con menos de una habitación por habitante puede haber alrededor de cuatro personas en una habitación en promedio, situación que afectaría tanto a hogares nucleares como a hogares nucleares ampliados. De lo anterior se puede concluir que la carencia de drenaje y el problema del hacinamiento entre los hogares de los productores, serían los problemas más recurrentes entre familias nucleares ampliadas y familias nucleares.

Tabla 50. Número promedio de habitantes por recamara en casa del productor

Tipo de familia	Numero de recamaras por habitante		
	Menos de una habitación	De una a dos habitaciones	De tres y más habitaciones
MONO	.	1.00	1.00
HA	.	2.25	.
HNA	4.29	2.67	1.00
HN	4.35	2.43	1.50

MONO: familia unipersonal; HA: hogar ampliada; HNA: hogar nuclear ampliado; HN: hogar nuclear.
Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

6.2 Características de las unidades productivas ganaderas

En esta sección se muestran las características de las unidades productivas que prevalecieron en los ejidos/comunidades o ranchos particulares de los productores ganaderos encuestados; haciendo referencia principalmente a su capacidad productiva, donde se incluye el número de hectáreas para la siembra de forrajes; así como el número de vientres y sementales. El objetivo de la presente sección es no sólo hacer un análisis descriptivo, sino proporcionar indicadores que ayuden a diferenciar, en términos específicos, a los diferentes tipos de productores.

6.2.1. Régimen de propiedad y organización productiva

Los ganaderos ejidatarios/comuneros representaron el 69.6 por ciento de los encuestados y los productores privados el 30.4 por ciento (véase Tabla 51). En relación con la organización de los ganaderos, el 64.1 por ciento de los productores contrata personal y el otro 35.9 por ciento no lo hace (véase Tabla 51).

Tabla 51. Régimen de propiedad de los productores ganaderos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Ejidatario/comunero	64	69.6	69.6	69.6
Privado	28	30.4	30.4	100.0
Total	92	100.0	100.0	

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

No obstante, el 51.1 por ciento de los ganaderos totales manifestó trabajar solos o sin ayuda, pero el 35.9 por ciento de estos, manifestó hacer contrataciones de personal, mientras que el otro 15.2 por ciento no lo hacía; es decir, dependen de sí mismos para realizar sus actividades (véase Tabla 52). Por su parte, un 44.6 por ciento trabajó con la ayuda de un familiar, pero el 27.2 por ciento también contrató personal; el otro 17.4 por ciento no contrató; pero se apoya únicamente de su familia.

Tabla 52. Contratación de personal según tipo de auxiliares en el trabajo

Auxiliares en el trabajo	Contratación de personal		Total
	No contrata	Si contrata	
Solo o sin auxiliares	15.2	35.9	51.1
Familiares	17.4	27.2	44.6
Otro tipo de ayudantes	3.3	1.1	4.3
Total	35.9	64.1	100

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Sin embargo, las contrataciones no significan una permanencia como fuentes de empleo; además, son los ejidatarios quienes fueron más proclives a trabajar solos. De esta forma, el 4.3 por ciento de las contrataciones son de carácter permanente, frente a al 58.7 por ciento de tipo eventual (véase Tabla 53). Asimismo, al considerar el total de productores por

régimen de propiedad y el tipo de contratación, se tienen que la contratación eventual fue la que más obtuvo participación en ambos regímenes de propiedad, de 58 y 61 por ciento para ejidatarios y privados, respectivamente. Hay también que decir que el 38 por ciento de todos los ejidatarios y el 29 por ciento de todos los privados trabajan solos (véase Tabla 53).

Tabla 53. Productores según por tipo de contratación según régimen de propiedad

Tipo de contratación	Régimen de propiedad (%)		Total
	Ejidatario/comunero	Privado	
Permanente	3	7	4.3
Eventual	58	61	58.7
Ambos	-	4	1.1
Trabaja sólo	39	29	35.9
Total	100	100	100

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Después de este análisis, cuatro resultados emergen de esta información: a) la mayoría de los productores se auxiliaron de contrataciones de personal; b) alrededor del 18 por ciento de los ganaderos trabajaron completamente solos, porque no realizan contratación de personal en ningún momento; c) un poco más del 17 por ciento trabajaron con la ayuda de familiares; y d) son los ejidatarios quienes trabajaron por sí solos y sin ayuda de nadie.

6.2.2 Recursos para la producción: la capacidad productiva

a) Milpas

La milpa es una superficie de tierra donde se realizan prácticas agrícolas. Para la ganadería en el río Sonora, estas milpas ofrecen un espacio para la producción de forrajes a utilizar durante las temporadas de secas, cuando no existe vegetación de calidad o vegetación suficiente en el agostadero. La principal característica de las milpas es que dependen del agua

de riego o rodada, que proviene de los ríos o arroyos cercanos. Existen también las tierras de temporal, que también pueden ofrecer espacios para la agricultura, pero sólo si hay lluvias o precipitaciones adecuadas para su funcionamiento.

En la zona de estudio, el 88 por ciento de los productores contaba con una milpa, 5.4 por ciento no la tenía y el 6.5 por ciento tenía una superficie de temporal o rentaban una milpa a otros productores (véase *Tabla 54*). Asimismo, el 64.1 por ciento de los productores sembró, en estas tierras, sólo forrajes; el 26.1 por ciento sembró forrajes y productos para consumo humano; y el 4.3 por ciento restante utilizó la milpa para la siembra exclusiva de productos para el consumo humano.

Tabla 54. Tipo de vegetación sembrada en la milpa del productor ganadero

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sólo forrajes	59	64.1	67.8	67.8
Consumo humano	4	4.3	4.6	72.4
Forrajes y para consumo humano	24	26.1	27.6	100.0
Total	87	94.6	100.0	
No aplica	5	5.4		
Total	92	100.0		

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Un aspecto interesante, es que los municipios de Arizpe y Bacoachi, ubicados en la parte más alta de la cuenca registraron una prevalencia de cultivos forrajeros y para consumo humano; mientras que, en aquellos municipios a menor altura los productores se dedicaban a sembrar sólo forrajes (véase *Tabla 55*). Probablemente esto puede explicarse por las condiciones climáticas y la altura sobre el nivel del mar, que proporcionan mejores

condiciones para un cultivo más variado; pues en estas áreas las lluvias son mayores, de acuerdo con Vega-Granillo et al. (2011) y CONAFOR (2010).

Tabla 55. Tipo de vegetación que se siembra en la milpa, según municipio

Municipio	Sólo forrajes	Consumo humano	Forrajes y para consumo humano	No siembra
Banámichi	11	0	1	0
Huépac	4	0	2	0
Aconchi	5	1	2	0
San Felipe de Jesús	5	0	0	0
Baviácora	18	0	2	0
Arizpe	5	1	10	0
Bacoachi	11	2	7	0

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

La superficie de las milpas fue en promedio de 6.4 hectáreas, pero el tamaño varió desde 0.5 hasta 30 hectáreas (véase Tabla 56). Sin embargo, el 62.4 por ciento de los productores tuvieron cuando mucho cinco hectáreas de superficie en sus milpas; 25.9 por ciento desde seis a diez hectáreas; y un 11.8 por ciento desde once y más hectáreas. Es decir, tal como muestra la tabla 56, diez productores tuvieron milpas que superaron las 11 hectáreas; y vale la pena resaltar a dos productores que poseen hasta 30 hectáreas. De esta forma, la desviación típica (6.1 hectáreas) según el tamaño de la milpa, indicó una sustancial diferencia con respecto al tamaño promedio de las milpas en lo general; señalando una gran capacidad productiva para un reducido número de productores.

Para analizar cuan semejantes son los productores según su nivel de capacidad productiva y el tamaño de la milpa, se recurre a medidas de tendencia central, como son el promedio y la moda, éste último es el dato más observado en la muestra de productores. En el primer nivel, el promedio es de 3.1 hectáreas; pero la moda fue de tres hectáreas. En el

grupo de seis a diez hectáreas, el tamaño medio fue 7.8 hectáreas y la moda de siete. En el último nivel, el tamaño promedio de la milpa fue de 20.7 hectáreas, mientras que la moda se ubicó en treinta (véase Tabla 56). Esto indica que aún dentro de cada nivel de capacidad, según el tamaño de la milpa, habría ciertas diferencias entre los dos primeros niveles; mas no así en el tercer nivel donde estas ya son muy evidentes.

La desviación estándar revela que tan diferente es el tamaño de las milpas entre los productores, de forma que un número cercano a cero revela menores diferencias o que ésta se aproximan al valor promedio. Este fue el caso para los productores que tienen hasta cinco hectáreas y 10 hectáreas (véase Tabla 56). Sin embargo, donde existió una gran diferencia fue en los productores que poseen más de 11 hectáreas. Finalmente, también se observó que, en el primer nivel, hubo 53 productores; mientras que en el segundo y tercer nivel fueron 22 y 10 productores, respectivamente (véase Tabla 56). Lo que significa que existen pocos productores que reúnen una gran capacidad productiva, dado el tamaño de sus milpas.

Tabla 56. Productores por nivel de capacidad productiva según tamaño de milpa

Niveles de tamaño de la milpa (hectáreas)	Recuento	% del N de la columna (validos)*	Superficie de la milpa según productor (hectáreas)				Desviación típica
			Media	Moda	Máximo	Mínimo	
Hasta 5 has.	53	62.4	3.1	3.0	5.0	0.5	1.2
De 6 a 10 has.	22	25.9	7.8	7.0	10.0	6.0	1.3
De 11 y más has.	10	11.8	20.7	30.0	30.0	13.0	6.1
Total	85	100.0	6.4	3.0	30.0	0.5	6.1

*De los que mencionaron poseer o utilizar una milpa.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

En relación con la capacidad productiva según el régimen de propiedad, se propone un análisis de medias con la finalidad de distinguir que tan diferente es la superficie de la milpa del régimen ejidal frente al privado. En este caso la hipótesis nula (H_0) indica que no

existe una diferencia significativa entre el tamaño de las milpas de cada régimen; mientras que la hipótesis alternativa (H_1) sí indicaría dicha diferencia. En este sentido los resultados demuestran, bajo un intervalo de confianza del 95 por ciento, y un nivel de significancia α del 0.05, que no existe una diferencia entre uno y otro régimen, pues la significancia asociada al estadístico t , fue mayor al nivel de significancia ($p > 0.05$) (véase Tabla 57). Esto indica que, de forma general, son poco significativas las diferencias entre las extensiones de la superficie entre productores privados y ejidatarios; es decir, al menos en términos de la superficie de su milpa, poseen capacidades productivas similares entre cada grupo; es decir, el hecho de ser productor privado, no se traduce en una mayor o menor superficie en comparación con los ejidatarios.

Tabla 57. Prueba de muestras independientes

Superficie de la milpa según productor (ha.)	Prueba de <i>Levene</i> para la igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias						
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior
Se han asumido varianzas iguales	1.561	.215	-.77	88	.439	-1.0913	1.4045	-3.88	1.6998
No se han asumido varianzas iguales			-.73	43.	.468	-1.0913	1.4912	-4.09	1.9153

Nota: los cálculos fueron realizados con SPSS v.19 de IBM.
Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

De lo anterior, según el tamaño de las milpas, que en los primeros dos niveles de tamaño (capacidad los productores), tanto ejidatarios como privados están en una situación similar, y en donde los ganaderos privados están ligeramente por encima de los ejidatarios;

no obstante, las diferencias en el tercer nivel son más notables en productores según el tamaño de la milpa. Asimismo, no existe una diferencia significativa entre los propietarios privados y los ejidales; lo que indica que el tamaño de las milpas puede ser tan mayor o menor independientemente del régimen de propiedad.

b) Sementales y vientres

Del total de productores, 86 tuvieron vientres para la crianza de ganado en pie. En promedio, la cantidad de vientres por productor fue de 50, pero la moda fue de 30 vientres. Además, si se considera el máximo y mínimo de vientres, éste fue de dos y hasta 350 vientres, respectivamente; asimismo, la desviación estándar revela diferencias importantes en la cantidad de vientres que poseen los productores, siendo ésta de 61 vientres (véase Tabla 58).

Tabla 58. Nivel de capacidad productiva según número de vientres

Nivel de capacidad productiva	(Descriptivos)								% DV
	N	Md	Mda	Máx	Mín	DE	% PG	NV	
Hasta 25 vientres	36	16	20	25	2	7	41.9	575	13.4
De 26 a 50 vientres	23	33	30	50	26	6	26.7	763	17.9
De 51 a 75 vientres	13	63	60	75	55	7	15.1	816	19.1
De 76 a 100 vientres	8	89	90	100	80	8	9.3	715	16.7
De 100 y más vientres	6	232	350	350	110	100	7	1 390	32.6
Total	86	50	30	350	2	61	100	4 259	100

N: número de ganaderos; Md: media; Mda: moda; Máx: máxima; Mín: mínimo; DE: desviación estándar; NV: número de vientres por nivel; %DV: porcentaje de vientres por nivel; %PG: porcentaje de productores ganaderos.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Al agrupar los datos por número de vientres por productor, se tiene una aproximación a la capacidad productiva de los ganaderos, la cual se identifica como el nivel de capacidad

productiva según vientres. Esto revela que a medida que el nivel de capacidad sube, la cantidad de productores en dicho nivel se reduce. De esta manera, seis productores se ubican en el último nivel de capacidad productiva; y con ello, estos seis productores reúnen casi una tercera parte de los vientres reportado por los productores. Esto contrasta con el primer nivel, donde 36 productores acumularon el 13.4 de los vientres totales; mientras que, en ninguno de los otros niveles, se llega siquiera a superar el veinte por ciento (véase Tabla 58).

Analizando la capacidad productiva en función del número de sementales, el 89.9 por ciento de los productores contaban con menos de diez sementales (véase Tabla 59). Al igual que sucede con los vientres, existe una gran capacidad productiva según el número de sementales, pero concentrada entre unos cuantos ganaderos. De esta forma, tan sólo dos productores sumaron 150 sementales; frente a 71 productores que en conjunto sumaron 190 sementales y que en promedio tenían alrededor de tres toros (véase Tabla 59).

Tabla 59. Nivel de capacidad productiva según número de sementales

	Descriptivos						% del N de la columna
	N	Media	Moda	Máx.	Mediana	DE	
Hasta diez sementales	71	3	1	9	2	2	89.9%
De 11 a 20 sementales	5	15	12	20	12	5	6.3%
De 21 a 50 sementales	1	50	50	50	50	.	1.3%
De 51 y más sementales	2	75	70	80	75	7	2.5%
Total	79	6	1	80	2	13	100.0%

N: número de productores; Máx: máxima; DE: desviación estándar.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

Para observar alguna diferencia entre el tipo de productor y el número de vientres y de sementales se aplicó la prueba no paramétrica de U de *Mann Whitman*. Esta prueba, al igual que la t de *Student*, asume un valor probabilístico (p) asociado menor al 0.05, para

confirmar la hipótesis de diferencia de medias entre dos grupos de muestras comparadas. En este caso, se encontraron diferencias entre las medias de los grupos de ejidatarios y de productores privados (véase Tabla 60). Esto significa, que considerando el número de hectáreas por milpa y su relación con el régimen de productor, no existe una diferencia que contribuya a concluir que el tamaño de la milpa hace una distinción especial entre cada régimen de producción. En cambio, en el caso del número de vientres y de sementales, el ser ejidatario o privado si puede representar una diferencia en cuanto a la capacidad productiva (véase Tabla 60).

Tabla 60. Estadísticos de contraste

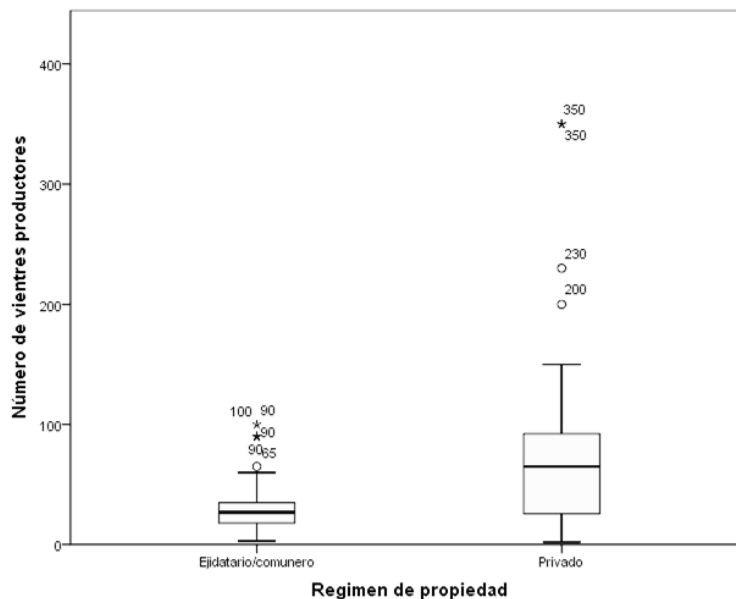
		Número de vientres productores	Número de sementales	Superficie de la milpa según productor (hectárea)
Diferencias más extremas	Absoluta	.506	.450	.265
	Positiva	.506	.450	.265
	Negativa	-.036	.000	-.132
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.200	1.914	1.150
Sig. asintót. (bilateral)		.000	.001	.142

Nota: la variable de agrupación es el régimen de propiedad. Los cálculos fueron realizados con SPSS v.19 de IBM.

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

El Gráfico 7 corrobora lo anterior identificando que, efectivamente, el número de vientres y sementales es muy distinto según el régimen de propiedad. Para los productores privados, hay un promedio más alto del número de vientres al igual que se observan máximos que superan de forma notable a los máximos de los productores ejidales; sin embargo, nótese que los productores privados son más heterogéneos. Por otro lado, los productores ejidales registran, cuando mucho, un máximo de 100 vientres; si bien poseen, en promedio, un menor número de vientres; son, en cambio, un grupo más homogéneo.

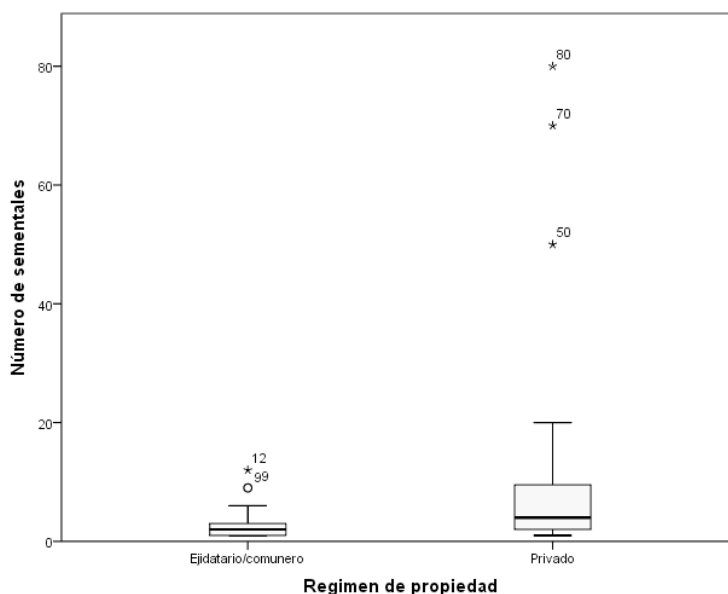
Gráfico 7. Número de vientres según régimen de propiedad



Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

En relación con el número de sementales se tiene una situación similar, donde productores privados poseen máximos mayores a los productores ejidales. Aunque en promedio, tanto el grupo ejidal como privado registraron una la misma cantidad de sementales, se debe observar que hay productores que poseen hasta 80 sementales, mientras que los productores ejidales cuando mucho poseen 12 cabezas (véase Gráfico 8). Asimismo, el grupo de productores privados es más heterogéneo, con relación al número de sementales, que el grupo de ejidatarios. Por tanto, se puede observar que existen productores que poseen una alta capacidad productiva, considerando el número de vientres y sementales, y que son casi siempre los productores privados los que están mejor posicionados.

Gráfico 8. Número de sementales según el régimen de propiedad



Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

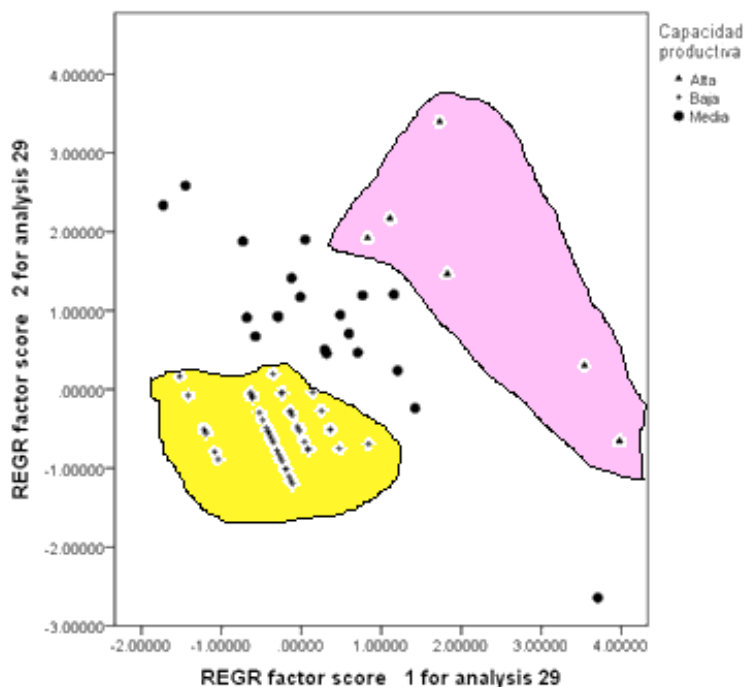
c) Clasificación de los productores según su capacidad de producción

Para clasificar a los productores de acuerdo con su capacidad productiva, según el número de vientres y el número de sementales, se procedió a realizar un análisis de conglomerados jerárquicos y componentes principales. Fueron descartados cuatro casos que, por su alto nivel de capacidad productiva incidían de forma poco conveniente en la conformación de las clasificaciones. Asimismo, resultaron seis casos de productores que no se sometieron al análisis de componentes principales, ya que se reportó cero en las variables vientres y sementales. Finalmente, hubo ganaderos que no tenían sementales, pero si vientres, por lo que en esos casos se incluyó el dato “-1” dentro de la variable sementales, con la finalidad de contabilizar la capacidad productiva por medio del número de vientres.

De esta manera se obtuvieron tres grupos de acuerdo con la capacidad productiva resumida a través de la técnica de componentes principales y el análisis de conglomerados

jerárquicos. Los grupos identificados se clasificaron de la siguiente forma: capacidad productiva baja, media y alta. El Gráfico 9, muestra el diagrama de dispersión donde se observa la distribución de cada uno de estos grupos.

Gráfico 9. Agrupación de los productores según capacidad productiva



Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019). Análisis de conglomerados jerárquicos y componentes principales ejecutado con SPSS v.19 de IBM.

El análisis de medias, para contrastar las diferencias de medias de cada grupo en la clasificación, además de dar cuenta de que se trata de grupos diferentes en cuanto a su capacidad, señala el valor medio de la capacidad productiva en cada grupo. Obsérvese, en la Tabla 61, que el valor medio de cada grupo efectivamente si es diferente y mayor a su grupo antecesor.

Tabla 61. Análisis de Medias sobre la capacidad de producción

Clasificación de la capacidad de producción (<i>Ward Method</i>)	Número de vientres productores	Número de sementales
Bajo	22.22	1.63
Medio	65.00	4.24
Alto	103.33	9.83
Total	39.11	3.01

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019). Los cálculos fueron realizados con SPSS v.19 de IBM.

Para concluir esta sección se resumen los hallazgos como siguen:

- 1) Los productores ganaderos en los segmentos más altos de la cuenca alternan el cultivo de forrajes con otros cultivos para el consumo humano; este fue el caso observado para Arizpe y Bacoachi; en cambio, hacia las áreas a menor altura, y donde las precipitaciones son menores (Vega et al, 2011), los ganaderos prefieren cultivar únicamente forrajes.
- 2) El tamaño de las milpas puede variar desde 0.5 hasta 30 hectáreas; sin embargo, la mayoría de los productores se poseen no más de 5 hectáreas; y a medida que el tamaño de éstas crece, el número de ganaderos por tamaño se reduce, lo que significa que hay una cierta concentración de milpas de gran tamaño entre un número reducido de ganaderos. Además, la influencia del tamaño de la milpa no está relacionada con el régimen de propiedad.
- 3) Ha medida que el número de vientres crece, el número de propietarios se reduce; y al igual pasa con los toros sementales. En estos dos casos, existe una influencia del régimen de propiedad sobre el número de vientres, donde los ganaderos privados resultan en una posición de ventaja con respecto a los ejidatarios.

- 4) Al sumar las variables vientes y sementales y clasificarlas por medio del análisis de conglomerados jerárquicos y componentes principales se encontraron tres grupos de capacidad productiva: capacidad baja, capacidad media y capacidad alta. Al agregar los casos extremos en la clasificación, se obtiene la Tabla 62.

Tabla 62. Clasificación de productores según capacidad productiva

Régimen de propiedad	Capacidad productiva				
	Alta		Baja	Media	Nula
	Alta	Altísima	Baja	Media	Nula
	Recuento				
Ejidatario/comunero	2	0	47	9	6
Privado	4	4	8	12	0

Fuente: elaboración propia con base a datos de Castro (2019).

6.3. Categorías de productor

A manera de conclusión de este capítulo, se puede mencionar que se hizo una exposición descriptiva de las características familiares, de la organización del trabajo y de las unidades productivas de los ganaderos encuestados. Con ellas se establecieron algunas peculiaridades que permitieran discriminar entre los distintos tipos de contextos y capacidades productivas de los ganaderos, con la finalidad de agrupar a los diferentes actores en torno a categorías para el análisis. De esta manera, dentro de los tópicos considerados por la Encuesta de opinión y valoración subjetiva de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora (Castro, 2019), se encontrarían las siguientes categorías y clasificaciones:

- 1) Contexto familiar y de la vivienda del productor
 - a) Productor con algunas limitaciones dada la carencia drenaje y probables espacios con hacinamiento en la vivienda;

- 2) Organización del trabajo
 - a) Productores que trabajan exclusivamente solos o sin ayuda alguna de familiar o empleado;
 - b) Productores que trabajan con ayuda exclusiva de familiares, pero que no contratan personal o empleados;
 - c) Productores que trabajan solos, pero se auxilian de contratación de personal;
 - d) Productores que trabajan con familiares y además contratan personal;
- 3) Capacidad productiva
 - a) De acuerdo con el tamaño de las milpas se tienen productores en tres estratos diferentes: quienes tienen hasta 5 hectáreas (53 productores), de 6 a 10 hectáreas (22 productores), y más de 11 hectáreas (10 productores). Donde el 64.1 por ciento sembró únicamente forrajes, el 27.6 por ciento sembró forrajes y para consumo humano, y el 4.6 por ciento sólo productos para consumo humano.
 - b) La capacidad de producción de acuerdo con la cantidad de vientres y sementales que los ganaderos poseen reveló, a través del análisis de componentes principales y análisis de conglomerados jerárquicos, tres tipos de capacidad productiva: baja, media y alta.

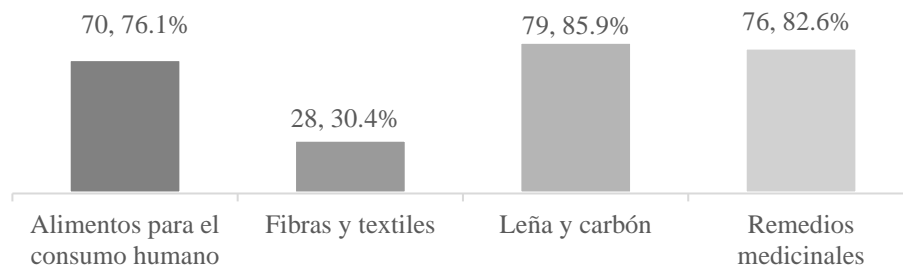
CAPÍTULO 7. IMPORTANCIA Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

7.1. Servicios ecosistémicos atribuidos a la vegetación del agostadero

Este apartado se responde la primera de preguntas de investigación: ¿Cuáles son los servicios ecosistémicos de aprovisionamiento atribuidos a la vegetación de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora, según sus principales usuarios, los ganaderos? y, con ello, cumple con el primer objetivo de investigación: Identificar los servicios y componentes ecosistémicos más conocidos por parte de los ganaderos en el río Sonora. De esta manera, se cuestionó sobre la presencia de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento (*i.e.* comestible, textil, energético —leña y carbón—, medicinal) obtenidos a partir de la cobertura vegetal presente en los agostaderos; así como la disposición de fuentes de agua; y sobre la presencia de aquellos referidos a aspectos culturales, educativos, religiosos y recreativos.

El Gráfico 10 muestra al número de ganaderos que reconoció servicios ecosistémicos de aprovisionamiento de la cobertura vegetal. Derivado de la encuesta aplicada a productores ganaderos en la cuenca media del río Sonora, resultó que 79 ganaderos mencionaron la existencia de servicios energéticos obtenidos a partir de la leña o el carbón, lo cual representa el 85.6 por ciento de los productores encuestados; 76 ganaderos mencionaron la existencia de servicios medicinales, 70 la presencia de alimentos silvestres, y 28 el suministro de textiles y fibras.

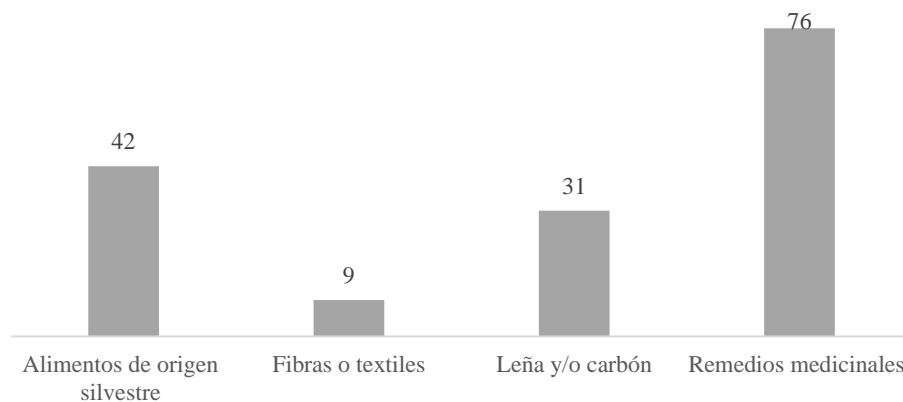
Gráfico 10. Ganaderos que reconocen servicios ecosistémicos de aprovisionamiento a partir de la cobertura vegetal de los agostaderos



Fuente: elaboración propia con datos de Castro (2019).

A pesar de esto, el número de especies vegetales identificadas por cada tipo de servicio ecosistémico es diferente. El Gráfico 11 muestra que, para remedios medicinales, hubo 76 especies; para los alimentos de origen silvestre se identificaron 42, en el caso de la leña y el carbón se identificaron 31 y en el de fibras y textiles 9 especies. Nuevamente, la sumatoria no corresponde a las 133 especies identificadas en total, ya que una misma especie vegetal puede ofrecer diferente tipo de servicios de suministro.

Gráfico 11. Especies vegetales identificadas según tipo de servicio ecosistémico de suministro



Fuente: elaboración propia con datos de Castro (2019).

De entre todos los componentes con uso comestible, el principal fue el chiltepín; de entre los textiles y fibras resultó la palmilla que sobresalió levemente al maguey; de la leña y/o carbón fue el mezquite; y de entre los medicinales el torote seguido muy de cerca por el gordolobo (véase Tabla 63) (en el ANEXO 3 se puede encontrar una lista de todos los componentes ecosistémicos mencionados por los ganaderos).

Tabla 63. Principales componentes ecosistémicos de la cobertura vegetal mencionados por los ganaderos

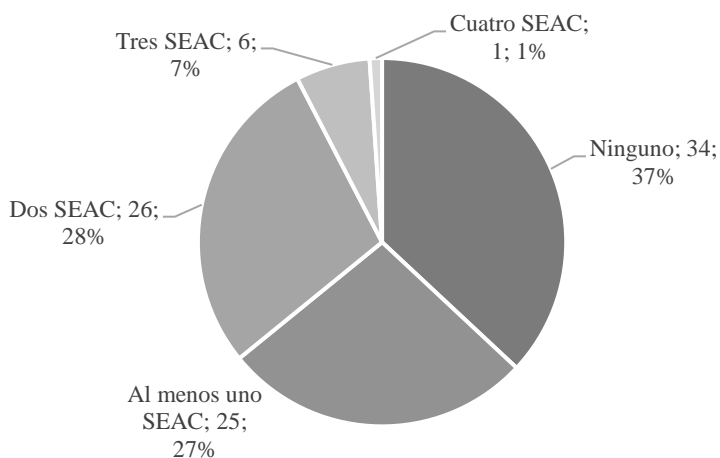
<i>Servicios de aprovisionamiento</i>	Número de menciones por ganadero
<i>Alimentos</i>	
Chiltepín	54
Maguey	28
Pitahaya	25
<i>Textiles y fibras</i>	
Palmilla	12
Maguey	11
Sotol	3
<i>Leña y/o carbón</i>	
Mezquite	78
Encino	39
Chino	35
<i>Medicinal</i>	
Torote	22
Gordolobo	21
Hierba del pasmo	19

Fuente: elaboración propia con datos de Castro (2019).

Los servicios culturales fueron otros servicios por los cuales también se preguntó a los productores ganaderos de la región. Por una parte, resultó que alrededor de 37 por ciento de las personas mencionaron que en sus agostaderos no se realizaba servicio cultural alguno; pero hubo un 56 por ciento que mencionó que conocía entre uno y dos servicios. De estos

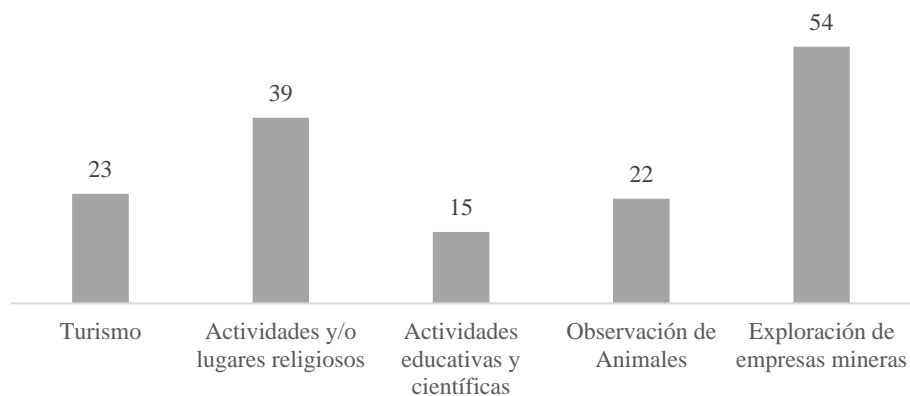
servicios, las actividades religiosas tuvieron el mayor número de menciones, seguido de actividades turísticas (véase Gráfico 12 y Gráfico 13).

Gráfico 12. Número de servicios ecosistémicos de aprovisionamiento cultural (SEAC) según ganaderos encuestados



Fuente: elaboración propia con datos de Castro (2019)

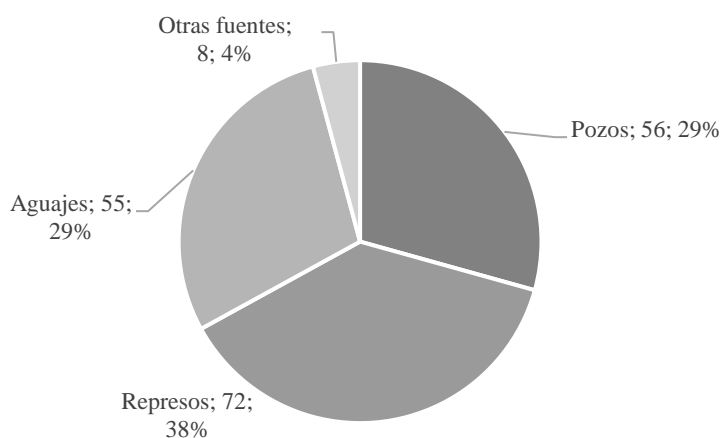
Gráfico 13. Servicios ecosistémicos de aprovisionamiento cultural y exploración de empresas mineras en los agostaderos (número de menciones)



Fuente: elaboración propia con datos de Castro (2019).

Por su parte, el servicio de fuentes de agua fresca también fue reportado por los ganaderos. Se preguntó por diferentes tipos de fuente y resultó que su mayoría se constituyeron por repesos, según reportaron 72 de los 92 ganaderos encuestados (ver Gráfico 14).

Gráfico 14. Fuentes de agua mencionadas por los ganaderos



Fuente: elaboración propia con datos de Castro (2019).

Así, en respuesta la primera pregunta de investigación, se identifican a los servicios relacionados con la obtención de leña y carbón, concretamente el carbón y el mezquite, el encino y el chino. También se mencionaron los servicios medicinales, compuestos principalmente por el torote, gordolobo y la hierba del pasmo. Esto significa que los recursos vegetales del agostadero, no sólo se limitan a especies forrajeras, sino a otras especies con beneficio energético o medicinal; o incluso múltiples tipos de beneficios. En la sección 7.2 se analizará qué tanto se prefiere un uso diferente al del forraje.

En el caso del aprovisionamiento de agua, los repesos fueron la principal fuente de agua asociada al agostadero. Asimismo, los servicios culturales fueron menos percibidos con

respecto a otros servicios ecosistémicos; no obstante, resaltan las actividades religiosas en los agostaderos, según las menciones hechos por los productores ganaderos. Al respecto resulta importante conocer qué tanto los ganaderos prefieren los componentes relacionados con valores de no uso o de legado en el agostadero.

7.2. Valoración subjetiva: Preferencia e importancia de los servicios ecosistémicos

En este apartado se responde a la segunda pregunta planteada por esta investigación, a saber ¿Cuál es el esquema de preferencias que tienen los ganaderos entre los diferentes componentes ecosistémicos del agostadero? con ello se alcanza el segundo objetivo. El esquema de preferencias parte de la idea de que existen servicios ecosistémicos que pueden ser prestados por un mismo componente ecosistémico, como lo sería la vegetación, y que por ello pudieran entrar en conflicto; por tanto, dicha preferencia depende de la experiencia individual del ganadero, es decir, de su experiencia subjetiva.

La Tabla 64 muestra los vectores de las preferencias para el total de matrices pareadas integradas en la Encuesta de opinión y valoración subjetiva de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora (Castro, 2019) y aplicadas a los 92 productores ganaderos encuestados. Como resultado de este ejercicio, solo seis matrices fueron consistentes de origen y otras fueron ajustadas mediante el índice de consistencia geométrico y la plantilla de Goepel (2018). De esta forma, se obtuvieron 16 matrices, con una consistencia dentro de lo necesario o muy cerca de serlo.

Asimismo, se observó que, en los tres grupos, la vegetación forrajera, la vegetación no forrajera y los insectos y animales salvajes; ocuparon el primer, segundo y quinto lugar

en la jerarquía de preferencias, respectivamente; mientras que los animales para la cacería y los paisajes obtuvieron el tercer y cuarto lugar en el total de matrices; y el tercer y cuarto lugar tanto en las matrices consistentes como en las ajustadas. Esto significa que las posiciones de las preferencias prácticamente se conservan en tres de los cinco componentes analizados a través de los diferentes grupos de matrices.

Tabla 64. Vectores de pesos de preferencias subjetivas brutas y normalizadas

Componentes	Vector de pesos preferencia subjetivas brutas	Preferencia Normali- zada (%)	Posición de preferenci a	Mi n	Ma x
Total de matrices					
Vegetación forrajera	45	51	1	11	67
Vegetación no forrajera	16	19	2	3	53
Presencia de animales para la cacería	12	14	3	2	55
Insectos y animales salvajes	5	5	5	0	55
Paisajes	9	11	4	1	53
Total	87	100		0.1	67
Sólo matrices consistentes					
Vegetación forrajera	38	42	1	20	67
Vegetación no forrajera	20	23	2	8	38
Presencia de animales para la cacería	10	11	4	4	20
Insectos y animales salvajes	7	8	5	3	20
Paisajes	14	16	3	9	30
Total	89	100		3	67
Matrices ajustadas					
Vegetación forrajera	42	47	1	20	67
Vegetación no forrajera	15	17	2	4	38
Presencia de animales para la cacería	11	12	4	4	20
Insectos y animales salvajes	7	8	5	3	20
Paisajes	14	15	3	7	30
Total	88	100		3	67

Fuente: elaboración propia en base a datos de Castro (2019), cálculos a partir de la plantilla de Goepel (2018).

Por ello, a partir de este momento, la descripción de los datos de la Tabla 64 sobre las preferencias de componentes del agostadero, se realizarán considerando al grupo de matrices ajustadas. Sin embargo, se advierte que las posibles divergencias deberían provenir de quienes valoran un poco más o menos la presencia de insectos y animales salvajes y del paisaje en los agostaderos.

De esta forma, resulta que el componente con mayor preferencia con respecto a otros fue la vegetación forrajera, al representar el 47 por ciento de la preferencia normalizada; seguido posteriormente de la vegetación no forrajera, con un 17 por ciento; y posteriormente en tercer lugar están los paisajes bonitos con el 15 por ciento (véase Tabla 64). La presencia de animales para la cacería y los insectos y animales salvajes obtuvieron 12 y ocho por ciento de la preferencia normalizada. Es decir, por tanto, que la vegetación forrajera posee la mayor parte de las preferencias con respecto a los otros componentes ecosistémicos.

Asimismo, con relación a las dimensiones del valor económico total (VET), resulta que los valores de uso, que corresponde a la vegetación forrajera y a los animales para la cacería, sumarían el 59 por ciento; el valor de opción, que corresponde a la vegetación no forrajera al 17 por ciento; y el valor de no uso/legado o existencia, representado por paisajes bonitos y la existencia de insectos y animales salvajes sumarían el 23 por ciento en la preferencia normalizada (véase Tabla 64). Entonces, es posible responde a la tercera pregunta de investigación de la siguiente manera: el componente ecosistémico más importante y preferido para los ganaderos es la vegetación para uso ganadero y el valor de uso es la dimensión ecosistémica más sobresaliente; sin embargo, el valor de no uso representó la segunda de las preferencias en términos del VET.

Sin embargo, el que se asocie una preferencia del agostadero y su vegetación por su valor de uso debe ser tomado con precaución, ya que según los resultados del Gráfico 15,

aun cuando más de la mitad de los productores tomó como verdadera la frase “un agostadero sin ganado no es útil, hubo un 27.2 y un 3.3 por ciento falso y muy falso, frente a un 9.8 por ciento que mencionó que no era ni cierto ni falso, sumando así un 40.3 por ciento. Ello puede contrastarse con las dimensiones del VET, donde se obtuvo un 23 por ciento con valores de no uso/legado/existencia.

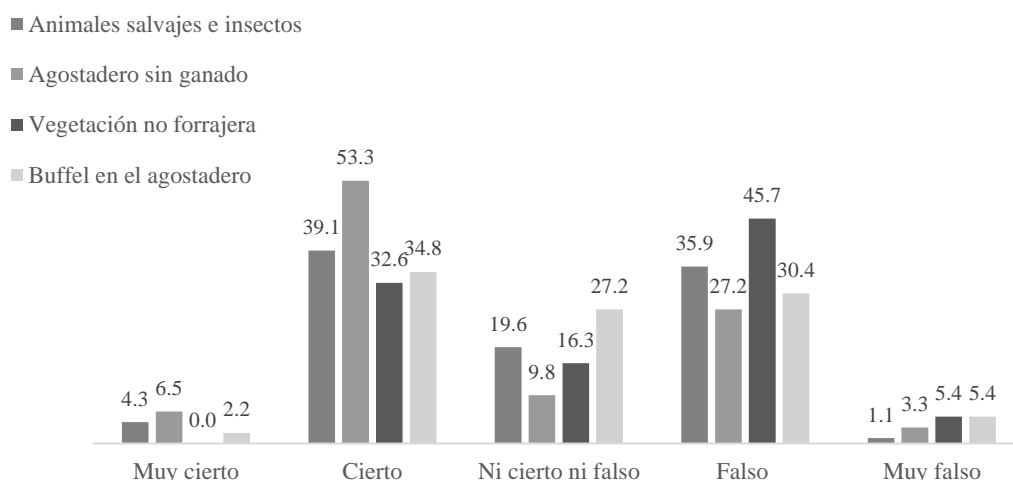
A pesar de que la vegetación no forrajera representó una baja preferencia con respecto a la vegetación forrajera, esto no significa necesariamente una actitud negativa frente a otros usos de la vegetación. En el Gráfico 15 se pudo observar que un 45.7 y 5.4 por ciento de los ganaderos opinó que no estaba de acuerdo con la frase “un agostadero con vegetación no forrajera o no comestible para el ganado es un mal agostadero”, frente a un 32.6 por ciento que dijo que era cierto.

Esta situación es interesante porque la región del río Sonora es rica en productos silvícolas como el chiltepín, que permite el empleo para varias personas de las localidades y representa un ingreso adicional para los ganaderos, ya sean ejidatarios/comuneros o privados. Asimismo, la mayoría de los productores manifestaron que existía vegetación con usos distintos al forraje, pues de acuerdo con el Gráfico 9, el 76.1 por ciento mencionó usos comestibles para el consumo humano, el 85.9 por ciento dijo que se puede utilizar como fuentes de leña/carbón, el 82.6 por ciento mencionó el uso medicinal y el 30.4 por ciento el uso como fibra textil. En consecuencia, este uso no forrajero probablemente estaría dado principalmente por su uso medicinal, la encuesta de opinión a ganaderos permitió identificar, al menos, 76 plantas con este uso; destacando el torote, el gordolobo y la hierba del pasmo (véase Gráfico 10 y Tabla 63).

Por otra parte, en la quinta posición de las preferencias estuvo la presencia de animales salvajes e insectos (véase Tabla 64). Pero al igual que pasa con la vegetación para

otros usos, los resultados del Gráfico 15 sugieren que no se puede atribuir una tendencia totalmente favorable a su exclusión de los espacios del agostadero, ya que un 36 por ciento mencionó como falsa la frase “los insectos y animales salvajes son negativos para el agostadero”; frente a un 40 por ciento que la dio por cierta; no obstante, resalta que casi un 20 por ciento estaba indecisa ante esta aseveración.

Gráfico 15. Opinión de los ganaderos sobre el valor de existencia de la biodiversidad (porcentaje de productores)



Fuente: elaboración propia en base a datos de Castro (2019).

En relación con los paisajes, considerados como un servicio ecosistémico cultural dada su belleza escénica y a que éstos constituyen un valor de no uso o de existencia, éstos obtuvieron el 15 por ciento, por lo que logró el tercer lugar en el orden de preferencias (véase Tabla 64). Al respecto, los resultados mostrados en el Gráfico 12 señalan que hay un 63 por ciento de ganaderos que detectaron hasta dos servicios ecosistémicos; pero también, que había un 37 por ciento que no reportó ningún servicio relacionado a este tipo de servicios. Asimismo, resultó que el principal servicio cultural atribuido se relacionó con los religiosos

(véase Gráfico 13). Por ello, debería pensarse que, aunque no se ve como un servicio altamente preferido, no deja de ser un espacio para el desarrollo espiritual de los ganaderos.

La presencia de animales para la cacería obtuvo el 12 por ciento y el cuarto lugar en el orden de preferencias (véase Tabla 64). Esta cuestión se planteó al observar la presencia de animales salvajes que pueden ser usufructo de la cacería y, por tanto, sería un recurso con un valor de uso en los agostaderos. Sin embargo, la cacería no es una práctica general y cuando tiene fines económicos está limitada a los ranchos que poseen los requisitos para llevarla a cabo y para permitir la existencia de animales con valor para la caza.

Por otra parte, quizás una explicación de que la preferencia de la cacería ocupe este lugar sea el desconocimiento sobre los beneficios económicos que se pueden generar con el aprovechamiento de la vida salvaje para la cacería. De acuerdo con Alcalá-Galván et al. (2018, citando a CONAFOR 2000 y Castellanos et al., 2005), el aprovechamiento a través del otorgamiento de cintillos para la cacería generó cuarenta millones de dólares.

7.3. El valor económico de la vegetación en los agostaderos

Diversos autores hablan sobre la tendencia a proporcionar forraje cultivados al ganado en temporada de sequía y en regiones de climas secos a áridos (Gutiérrez, et al., 2012; Bravo et al., 2010; López et al., 2010; Urrutia, 2003; Balvanera et al., 2009). Con base a lo anterior, es necesario conocer la relación de sustitución entre forrajes cultivados y vegetación disponible del agostadero, que posteriormente conducirá a conocer la magnitud económica de dicha relación. De esta forma, en la sección 7.3.1, se presenta un análisis de los precios forrajeros y la disponibilidad de vegetación a través del índice de vegetación normalizada (NDVI) para observar dicha relación y responder a la tercera pregunta: ¿Cuál es la relación

entre los precios de los forrajes cultivados y la disponibilidad de vegetación en los agostaderos? En la sección 7.3.2, se muestra la magnitud calculada de dicha relación.

7.3.1. Panorama estatal de la relación entre precios forrajeros rurales y vegetación disponible

Los datos presentados en la Tabla 65 señalan que, salvo el año 2014, existe una correlación bivariada significativa entre el índice normalizado de vegetación (NDVI) y el precio medio de los forrajes (PMRUPIB) a nivel municipal; es decir, se observa que el precio de los forrajes es más alto donde el índice de vegetación es en más bajo. Esto significa una relación esperada de acuerdo con la teoría económica entre precios forrajeros y vegetación disponible, pues donde existe más vegetación disponible, la demanda de forrajes tendería a ser menor y con ella sus precios. De lo contrario, una relación no esperada sería aquella donde hay precios altos con altos niveles de vegetación.

Sin embargo, este comportamiento cambió en el tiempo: pues en 2006 casi un 71 por ciento de los municipios registraron el comportamiento esperado, mientras que en 2019 sólo se observó a un poco menos del 60 por ciento (véase Tabla 66). Entonces, el número de municipios con PMRUPIB bajo y alto NDVI va hacia la baja; lo que puede resultar contradictorio a lo dicho por diversos autores en relación con el uso de forrajes y vegetación forrajera en zonas secas o en temporadas de sequía (Gutiérrez et al., 2012; Bravo et al., 2010; López et al., 2010; Urrutia, 2003; Balvanera et al., 2009).

Tabla 65. Correlación bivariada entre NDVI promedio municipal y el PMRU municipal
(1 de 2 tablas)

Año	Moran I ($P < 0.005$)*	Diagrama
2006	-0.4309 (0.0010)	
2008	-0.376 (0.0010)	
2010	-0.430 (0.0010)	
2012	-0.197 (0.0020)	

*999 Permutaciones

Fuente: elaboración propia con datos de SIACON y USGS. Cálculos de la autocorrelación en GeoDa

Tabla 65. Correlación bivariada entre NDVI promedio municipal y el PMRU Municipal (2 de 2 tablas)

Año	Moran I (P<0.005)*	Diagrama
2014	-0.095 (0.056)	
2016	-0.313 (0.0010)	
2018	-0.179 (0.0030)	
2019	-0.266 (0.0010)	

*999 Permutaciones

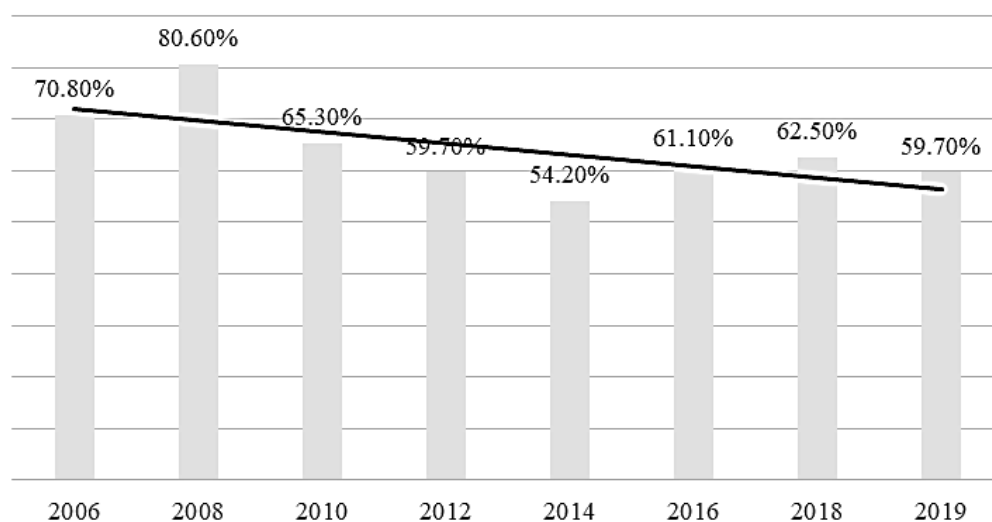
Fuente: elaboración propia con datos de SIACON y USGS. Cálculos de la autocorrelación en GeoDa.

Tabla 66. Municipios por tipo de comportamiento entre vegetación disponible (NDVI) y el precio medio rural (PMRUPIB) Sonora 2006-201

Año	No esperado		Esperado		Total	
	N	%	N	%	N	%
2006	21	29.2%	51	70.8%	72	100.0%
2008	14	19.4%	58	80.6%	72	100.0%
2010	25	34.7%	47	65.3%	72	100.0%
2012	29	40.3%	43	59.7%	72	100.0%
2014	33	45.8%	39	54.2%	72	100.0%
2016	28	38.9%	44	61.1%	72	100.0%
2018	27	37.5%	45	62.5%	72	100.0%
2019	29	40.3%	43	59.7%	72	100.0%

Fuente: elaboración propia con datos de SIACON y USGS.

Gráfico 16. Porcentaje de municipios con comportamiento esperado Sonora 2006-2019



Fuente: elaboración propia con datos de SIACON y USGS.

Al observar la media de los precios según el nivel de NDVI, resulta que en promedio el precio medio rural es más bajo para las regiones que poseen un alto NDVI; aunque en 2018 y 2019, dicha diferencia entre las medias se va acortando (véase la Tabla 67). En la Tabla 68 se muestra la *t* de *student* para muestras independientes, salvó en los años 2006 y 2008, desde

el año 2010 a 2019, se percibe una diferencia de medias estadísticamente significativa en el precio de los forrajes PMRUPIB según el nivel de vegetación disponible NDVI y, por lo tanto, la media del precio de forrajes fue más alta para los municipios con en niveles bajos de vegetación disponible.

Tabla 67. Análisis de media anual entre precio medio rural en forrajes (PMRUPIB) y el nivel de vegetación disponible (NDVI)

Periodo	Nivel NDVI	N	Media	Desviación típ.	Error típico. de la media
2006	Bajo NDVI	32	1272.0789	565.49166	99.96575
	Alto NDVI	40	973.1571	358.88292	56.74437
2008	Bajo NDVI	34	1072.6338	457.14474	78.39968
	Alto NDVI	38	823.1464	534.58782	86.72160
2010	Bajo NDVI	32	1127.2314	585.82527	103.56025
	Alto NDVI	40	972.1062	452.86663	71.60450
2012	Bajo NDVI	35	1104.6724	658.62341	111.32768
	Alto NDVI	37	966.6806	551.96840	90.74305
2014	Bajo NDVI	34	1134.6958	687.10808	117.83806
	Alto NDVI	38	1125.3975	644.24641	104.51057
2016	Bajo NDVI	33	1010.0467	607.54364	105.75977
	Alto NDVI	39	859.7410	576.93764	92.38396
2018	Bajo NDVI	33	924.9737	571.21167	99.43519
	Alto NDVI	39	914.1770	530.44946	84.93989
2019	Bajo NDVI	34	948.2939	547.19726	93.84356
	Alto NDVI	38	915.8181	547.23166	88.77270

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON y USGS, calculados con SPSS v. 19.

Tabla 68. Análisis de medias con muestras independientes entre Precios medios forrajeros y vegetación disponible

Periodo	Prueba de <i>Levene</i> para la igualdad de varianzas		Prueba <i>t</i> para la igualdad de medias							
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
2006	a*	4.149	.045	2.729	70	.008	298.9	109.6	80.4	517.4
	b**			2.600	50.064	.012	298.9	114.9	68.0	529.8
2008	a	.427	.515	2.115	70	.038	249.5	117.9	14.3	484.7
	b			2.134	69.868	.036	249.5	116.9	16.3	482.7
2010	a	3.994	.050	1.268	70	.209	155.1	122.4	-89.0	399.2
	b			1.232	57.314	.223	155.1	125.9	-97.0	407.2
2012	a	.502	.481	.966	70	.338	138.0	142.9	-147.1	423.0
	b			.961	66.474	.340	138.0	143.6	-148.7	424.7
2014	a	.464	.498	.059	70	.953	9.3	156.9	-303.7	322.3
	b			.059	67.876	.953	9.3	157.5	-305.0	323.6
2016	a	.944	.335	1.075	70	.286	150.3	139.8	-128.5	429.2
	b			1.070	66.742	.288	150.3	140.4	-130.0	430.6
2018	a	.522	.473	.083	70	.934	10.8	130.0	-248.4	270.0
	b			.083	66.101	.934	10.8	130.8	-250.3	271.9
2019	a	.450	.505	.251	70	.802	32.5	129.2	-225.2	290.1
	b			.251	69.120	.802	32.5	129.2	-225.2	290.2

a* Se han asumido varianzas iguales.

b** No se han asumido varianzas iguales.

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON y USGS, cálculos en SPSS v. 19.

Asimismo, el consumo de insumos como la electricidad para el riego agrícola y el rendimiento tonelada/hectárea de forrajes cultivados fue menor y mayor, respectivamente en las zonas con alto NDVI; y viceversa. Ello debe plantear la posibilidad de que los factores ecosistémicos puedan favorecer un menor consumo de electricidad y un rendimiento por hectárea más elevado (ver Tabla 69).

Tabla 69. Consumo de electricidad y rendimiento agrícola del cultivo de forrajes por nivel de disponibilidad vegetal

Nivel en el NDVI*		Consumo de Electricidad (Kw/h) ^a	Rendimiento agrícola en forrajes (Ton/ha.) ^b
		Media	Media
NDVI	Bajo NDVI	9116.403640	16.669925
	Alto NDVI	2331.170725	18.661715

* El nivel de NDVI, se obtuvo a través de la media del NDVI, para cada año.

Fuente: elaboración propia con datos de: a/los Anuarios Estadísticos para Sonora 2013, 2015 y 2017 de INEGI; y de b/ Sistema de Información Agroalimentaria y Consulta (SIACON, SADER).

7.3.2. Panorama en la zona de estudio

La Tabla 70 muestra los siete de municipios de la zona de estudio, según el nivel de vegetación disponible (NDVI) por año. Ello permite observar que no siempre todos los municipios tuvieron altos niveles de NDVI. Por ejemplo, en el año 2006, 2008 y 2010, se contabilizó a siete, seis y siete municipios en alto NDVI, respectivamente; pero sólo a cinco en 2012, 2016 y 2019, y sólo a dos y tres en 2014 y 2018, respectivamente. Sin embargo, resulta muy interesante observar que el precio medio de los forrajes en aquellos municipios con alto NDVI, sigue siendo bajo con respecto a los municipios que tuvieron bajo NDVI; por ejemplo, para los municipios con bajo NDVI en 2018, la media de PMRUPIB fue de 594.5; mientras que para el caso con alto NDVI, este fue de 551.5 pesos por tonelada / hectárea.

Tabla 70. Número de municipios de la cuenca media del río Sonora y Precio Medio Rural de forrajes (PMRUPIB) según el nivel de NDVI

Año	Bajo NDVI		Alto NDVI	
	Municipios	PMRUPIB (Promedio)	Municipios	PMRUPIB (Promedio)
2006	0	.	7	902.98
2008	1	1024.12	6	641.41
2010	0	.	7	824.46
2012	2	803.57	5	571.89
2014	5	735.11	2	605.33
2016	2	647.33	5	552.21
2018	4	594.49	3	551.55
2019	2	626.92	5	596.78

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON y USGS.

Además, resulta que el patrón de consumo de electricidad agrícola y disponibilidad de vegetación y rendimiento también observan el mismo comportamiento al interior de los municipios en la zona estudio. Se observa que, según los datos de la Tabla 71, el consumo de electricidad fue menor en los municipios con alto NDVI, mientras que los rendimientos fueron altos.

Tabla 71. Comparación de medias entre el consumo de electricidad para el riego agrícola y el rendimiento agrícola en forrajes

		Consumo de Electricidad (Kw/h) ^a	Rendimiento agrícola en forrajes (Ton/ha.) ^b
Otros Municipios	Bajo Ndvi	28,908.77	15.6
	Alto Ndvi	9,035.86	15.5
Municipios de la Cuenca Media del río Sonora	Bajo Ndvi	638.07	26.4
	Alto Ndvi	541.5	33.07

*El nivel de NDVI, se obtuvo a través de la media del NDVI, para cada año.

Fuente: elaboración propia con datos de: a/los Anuarios Estadísticos para Sonora 2013, 2015 y 2017 de INEGI; y de b/ Sistema de Información Agroalimentaria y Consulta (SIACON, SADER).

Por tanto, se responde a la tercera pregunta de investigación de la siguiente forma: En una tendencia general, los precios forrajeros tienen una relación inversa con la vegetación disponible, ya que donde la vegetación fue baja con respecto a la media del NDVI en el estado, los precios de los forrajes fueron más altos; y viceversa, donde la vegetación fue alta los precios fueron en general bajos.

7.4. El valor económico de la vegetación disponible en los agostaderos y el valor económico parcial

7.4.1. El valor económico por el uso directo de la vegetación disponible en los agostaderos de la cuenca media del río Sonora

Una vez que se probó la existencia de una relación inversa entre forrajes cultivados y la vegetación del agostadero, se procedió a medir la magnitud de ese cambio y dar respuesta a la cuarta pregunta de investigación “¿Cuál es el valor económico de uso directo de la vegetación disponible para el uso ganadero? Esta pregunta resulta pertinente a raíz de que el principal uso de la vegetación en los agostaderos está relacionado con la ganadería; además, es oportuno conocer el valor económico asociado a un insumo utilizado para la crianza de la ganadería enfocada hacia la exportación en pie. Además, por otra parte, son los ganaderos los responsables del uso de la vegetación y administración de forma directa y para ellos representa la principal importancia como servicio ecosistémico frente a otros servicios; y finalmente, porque una buena parte del uso del suelo primario está destinado al sostén de la ganadería. Asimismo, el aprovechamiento de la vegetación representa una relación de intercambio entre los forrajes del agostadero, según se observó en el apartado anterior.

Los resultados del análisis de regresión muestran que el coeficiente del parámetro PMRUIB fue de positivo y su magnitud fue de 0.7024 por ciento, y significativo al 0.0001 (véase Tabla 72, modelo 2). Lo anterior permite señalar dos aspectos: a) el grado de intercambio entre los bienes es alto, pero no es totalmente elástico puesto que no supera el valor de 1.0; b) el signo positivo de PMRUIB fue el esperado, al observarse que efectivamente el precio de los forrajes manifiesta una relación de sustitución con la disponibilidad de vegetación en los agostaderos, de forma que donde los precios tienden a ser más altos la vegetación disponible es menor, pero donde los precios forrajeros son más bajos, la vegetación disponible es más alta.

Tabla 72. Modelo de errores estándar corregidos para panel

	Completa	Modelo 1	Modelo 2
PMRUIB	-0.025623	-0.2582	0.7024290
<i>t</i>	-4.18	-3.73	234.7
<i>p</i>	(.000)	(.000)	(.000)
PRMDPIEPIB	0.007351		
<i>t</i>	0.434605		
<i>p</i>	(.664)		
Constante	4.96575	4.99129	
<i>t</i>	67.81	107.73	
<i>p</i>	(.000)	(.000)	
N	558	560	560
r ²	0.047	0.046	0.995
Chi ²	15.5207	13.8982	55094.1
P>Chi ²	0.0001	0.0002	0.0000

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON y USGS, mediante el software para análisis estadístico Stata v.12.

De otra manera, al sumar todas las demandas por forrajes, los municipios con precios más bajos pueden sustituir el consumo de forrajes cultivados por vegetación disponible; y en cambio, los municipios con menor vegetación disponible tienden a sustituir menos, de ahí

que el precio sea más alto. Recuérdese que la relación sustitución es positiva, porque al aumentar el precio del forraje, se deja de consumir una cantidad determinada de forrajes cultivados; y se favorece un aumento en el consumo de vegetación disponible. Este fenómeno se explica geoméricamente por el Gráfico 17.

El resultado reveló que, por cada uno por ciento en que aumenta el precio de los forrajes, la cantidad de vegetación disponible en los agostaderos tiende a aumentar en 0.70 por ciento. De otra manera, el resultado señala que por cada uno por ciento en que aumenta el precio en los municipios con menor NDVI, la cantidad de vegetación disponible en promedio bajó en 0.70 por ciento; mientras que en los municipios donde hay menor precio y un alto NDVI, la vegetación disponible aumentó en 0.70 por ciento.

Para conocer el margen del incremento en el precio de los forrajes, que finalmente es un coste evitado se aplica la siguiente modificación a la ecuación:

$$NDVI = 0.70PMRUPIB \quad \text{Ecuación 8}$$

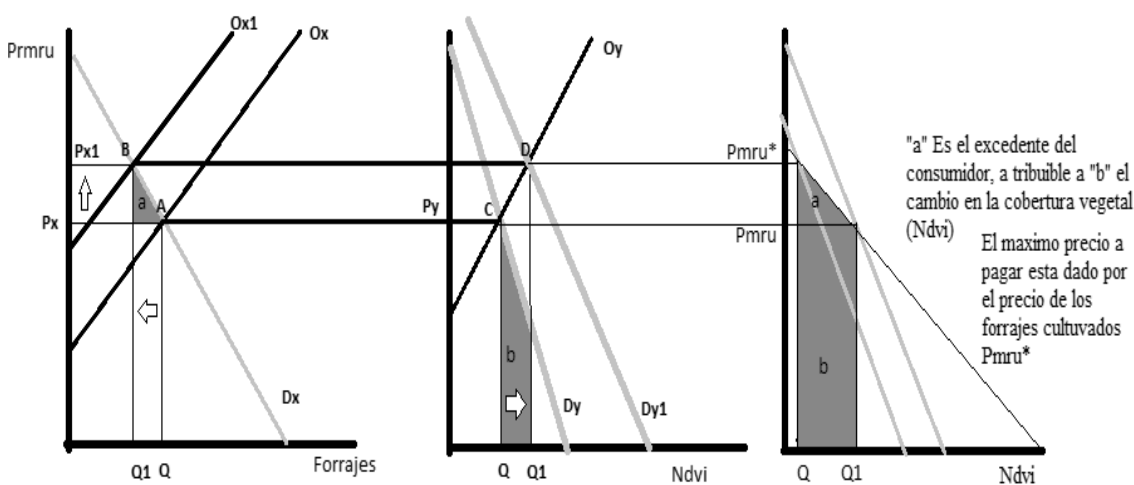
$$\frac{Ln(NDVI)}{0.70} = \ln(PMRUPIB) \quad \text{Ecuación 9}$$

Posteriormente se obtiene el cambio que registra el precio con respecto al precio medio forrajero, donde se asume que el precio medio de los forrajes es un pago fijo que hay que realizar aún sin la existencia de vegetación en el agostadero; por lo que cualquier punto en el NDVI, representa una cantidad, un monto del precio medio forrajero que hay que descontar del precio medio rural (PMRU). Esto, arroja un beneficio, ya que se ha evitado o ahorrado una parte de ese monto por el pago de forrajes. De esta manera, se puede decir que hay un coste evitado Ce igual a:

$$\pi = abs(PMRU - e^{PMRUPIB}) = Ce \quad \text{Ecuación 10}$$

Entonces, cada NDVI representa un beneficio o coste evitado con respecto al precio medio rural de los forrajes (PMRUIB) y, por ello, la sumatoria de estos es un beneficio económico que constituye un valor de uso directo de la vegetación. El análisis del Gráfico 17 ofrece elementos para entender lo que sucede con el beneficio económico y el excedente del consumidor al crecer la vegetación disponible en el agostadero.

Gráfico 17. Excedente del consumidor por el descuento al precio medio en forrajes



Fuente: elaboración propia.

La Tabla 73 muestra los resultados de la valoración del beneficio económico atribuible a la disposición de la vegetación en los agostaderos de los municipios de la cuenca media del río Sonora. El beneficio total estimado fue de 595 millones 918 pesos (a precios de 2013). Asimismo, el valor medio del beneficio fue de 237.58 pesos; y esto significa que cada unidad de NDVI (en pixeles) está ahorrando en promedio esa cantidad en pesos, con respecto al promedio del precio medio rural (PMRUIB) de los forrajes en la zona de estudio (719.6 pesos). En términos de su contribución al beneficio económico total, los municipios de Banámichi, Baviácora y Arizpe ocuparon los primeros lugares. En una posición media se

encontró a Huépac y Aconchi y, en una posición que se puede considerar baja, estuvieron Bacoachi y San Felipe de Jesús.

Tabla 73. Beneficios económicos de la vegetación disponible en los agostaderos

	Valor medio de la vegetación disponible (NDVI)	Media anual del valor precio medio rural forrajero (2006-2019)*	Beneficio económico			
			Total	Medio (BND) ^a	Min	Max.
Banámichi	121.06	624.25	155,860,217	325.53	4.72	771.65
Baviácora	123.81	709.79	112,967,478	251.28	3.74	675.4
Arizpe	118.46	874.76	108,165,293	59.7	4.94	848.24
Aconchi	124.58	603.59	76,667,899	366.38	1.92	843.9
Huépac	122.36	653.66	71,862,147	288.2	0.3	719.92
Bacoachi	116.75	933.67	39,166,274	55.19	0.14	902.93
San Felipe de Jesús	123.65	637.72	30,311,610	316.76	3.27	699.34
Promedio	121.50	719.60	85,000,131	237.58	2.72	780.20
Total			595,000,918			

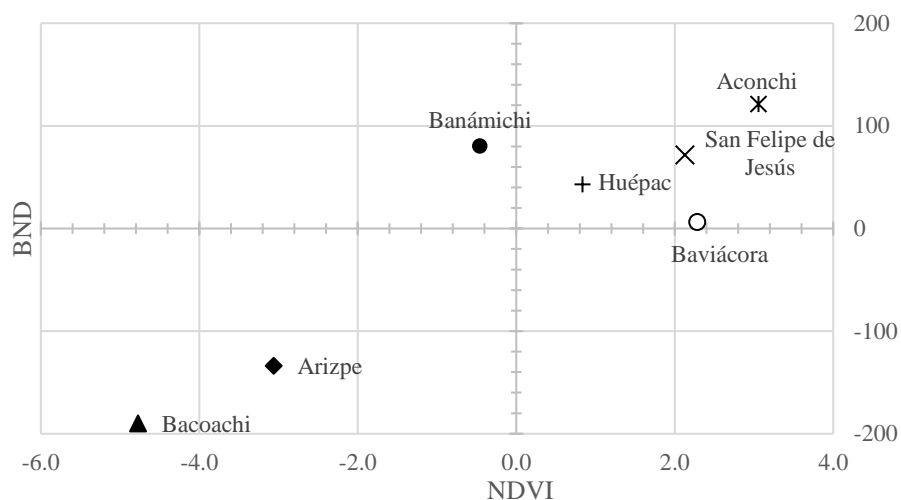
a/ Es el Beneficio económico medio de cada unidad de NDVI con respecto al precio medio rural de los forrajes a nivel municipal.

Fuente: elaboración propia con datos del SIACON y USGS.

Ahora bien, hay casos donde la contribución al beneficio se explica por la vegetación disponible y por el margen de precios forrajes con respecto al precio forrajero promedio. El Gráfico 18 muestra las posiciones de cada municipio con respecto al valor promedio de vegetación disponible (NDVI) y el margen de precio forrajero municipal (BND). De esta forma para Aconchi, San Felipe de Jesús y Huépac, tanto la vegetación disponible como el margen del precio explican su beneficio económico por vegetación porque en ambos indicadores se está por arriba del promedio. En cambio, para Banámichi el margen de precios es el factor clave; mientras que para Baviácora lo es mayormente la vegetación disponible.

Finalmente, para Arizpe y Bacoachi, el margen del precio es muy reducido, indicado que otros factores explicarían su beneficio.

Gráfico 18. Posición sobre las medias de la vegetación disponible (NDVI) y el Beneficio económico de la vegetación disponible (BND)



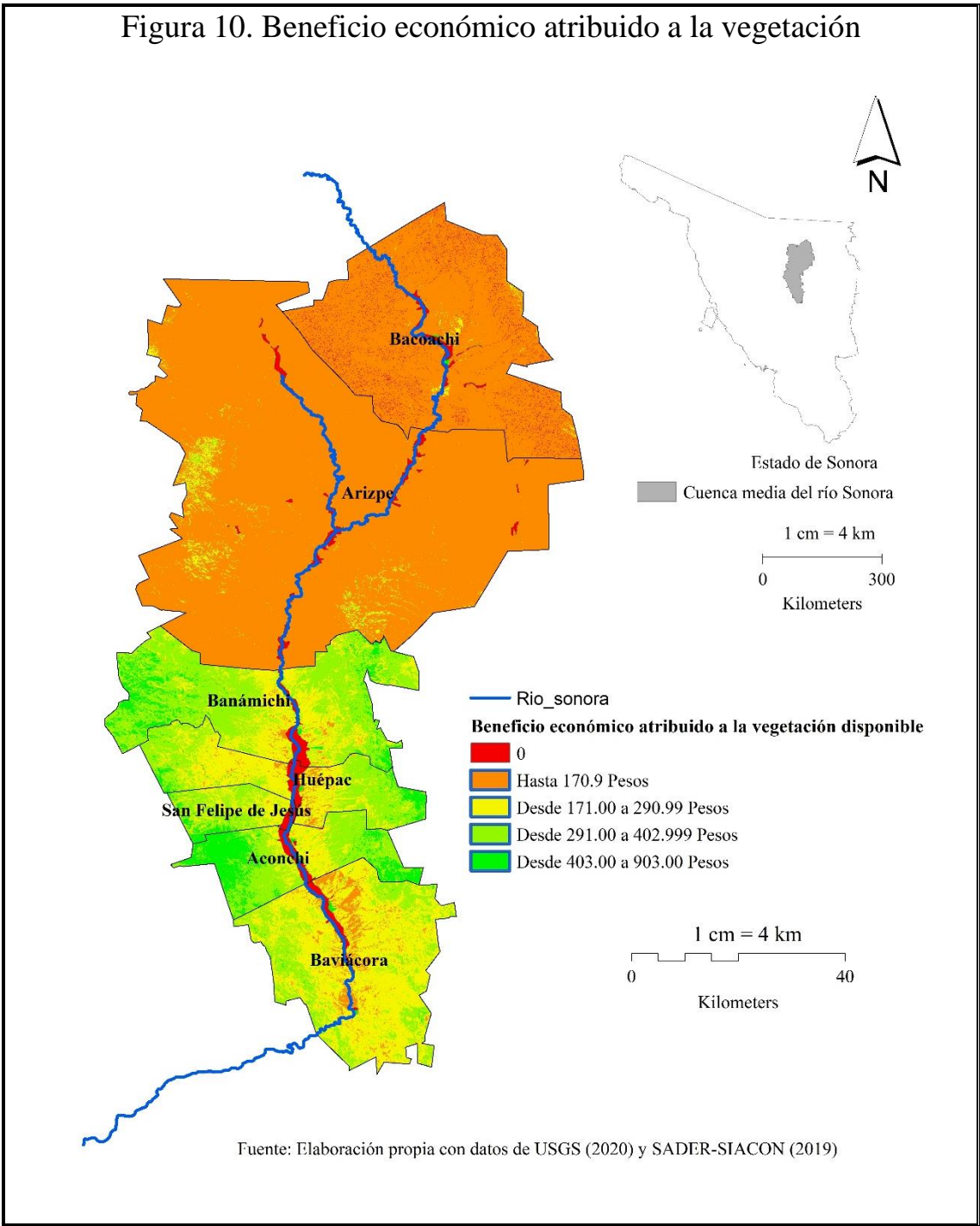
Fuente: elaboración propia con datos del SIACON y USGS.

Asimismo, la Figura 10 muestra la distribución del beneficio económico en el territorio atribuido a la vegetación. Puede observarse que la distribución de los menores niveles de beneficio económico atribuido a la vegetación se concentró en los municipios de Arizpe y Bacoachi (véase Figura 10), allí donde el margen de precios forrajeros fue el menor, al igual que el índice de vegetación normalizado observado en el área (véase Tabla 73). En cambio, la distribución de mayores niveles de beneficio se encontró hacia las zonas caracterizadas en color verde en los municipios de Banámichi, Huépac, San Felipe de Jesús y Aconchi.

Por lo tanto, la cuarta pregunta de investigación se responde entonces de la siguiente manera: dada la relación de sustitución entre precios de forrajes y disponibilidad de la

vegetación, los municipios de la cuenca media del río Sonora pueden permitirse un precio por forrajes menor al promedio del estado de Sonora y menor al observado en aquellas zonas donde la vegetación es escasa. Dicho beneficio fue de un monto de 595 millones 918 pesos y representa el valor de uso directo atribuible a la vegetación disponible para alimentar al ganado en los agostaderos de la cuenca media del río Sonora. Asimismo, dicho monto constituirá el valor pivote necesario para obtener, a partir de las preferencias de los ganaderos, el valor económico total de los agostaderos del río Sonora.

Figura 10. Beneficio económico atribuido a la vegetación



7.4.2. El valor económico parcial de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora

En esta sección, se muestra la aplicación del método de Análisis de Procesos Jerárquicos con el cálculo de valoración del uso directo de la vegetación que sustenta a la ganadería en los agostaderos del río Sonora. Con ello se responde a la pregunta general de investigación planteada, se alcanza el objetivo de la investigación y se menciona lo consecuente en relación con la hipótesis general de trabajo.

Es importante aclarar que la valoración subjetiva y la valoración económica a partir de los beneficios económicos de la vegetación disponible como forraje, son conjuntadas para construir un valor económico parcial del agostadero, utilizando la metodología de Aznar-Bellver y Estruch-Guitart (2015). Ello permite obtener una valoración económica que a su vez incluye las valoraciones subjetivas a través de una expresión monetaria.

Los resultados de la Tabla 75 señalan que el valor de uso, que representó el 65 por ciento de las preferencias, sumó 595 millones 090 505 pesos; mientras que el valor de opción, que representó el 12 por ciento, llegó a sumar un millón 475 002 pesos. Finalmente, el valor de no uso sumó 2 millones 827 088 pesos y representó una preferencia de 23 por ciento. Al considerar el valor de la presencia de animales para la caza, se observa una valoración estimada de un poco más de 2 millones 89 000 pesos. El valor de la existencia de insectos y animales salvajes fue de 983 mil pesos y los paisajes tuvieron un total de un millón 843 mil 753 pesos.

Tabla 74. Valor económico total por dimensión del Valor Económico Total (VET) y componente ecosistémico en la cuenca media del río Sonora 2012-2018

Concepto	Valoración subjética (Normalizada)	Pesos (Precios constantes base 2013)
Valor de uso	65	592,090,505
<i>Vegetación forrajera</i>	48	590,000,918
<i>Presencia de animales para la cacería</i>	17	2,089,587
Valor de opción	12	1,475,002
<i>Vegetación no forrajera</i>	12	1,475,002
Valor de no uso/legado/existencia	23	2,827,088
<i>Insectos y animales salvajes</i>	8	983,335
<i>Paisajes</i>	15	1,843,753
Total	100	596,392,595

Fuente: elaboración propia en base a datos de Castro (2019). Los cálculos fueron obtenidos a partir de la plantilla de Goepel (2018).

Por otra parte, la vegetación para el uso ganadero representó la más alta de las preferencias; por lo que se puede asumir que es el principal componente ecosistémico presente en los agostaderos, según los resultados obtenidos mediante el análisis de procesos jerárquicos. Asimismo, el método de análisis de regresión con datos de panel, a partir de datos de corte transversal de 70 municipios para ocho años y con información sobre los precios forrajeros del Sistema de Información Agroalimentaria para Consulta, y el índice de vegetación normalizado, obtenido de imágenes *Landsat 7* del USGS permitió corroborar la relación de sustitución con una alta significancia estadística; con el cual se probó dicha relación y se corroboró la magnitud de dicha sustitución.

Entonces, se obtuvo a partir de las preferencias de los ganaderos y del cálculo del valor de uso directo, una estimación del valor económico de los agostaderos a partir de la vegetación y su relación con los precios. De esta forma, no habría elementos para desestimar a la vegetación como el principal componente ecosistémico de los agostaderos que

efectivamente contribuye a generar un beneficio económico, al mantener precios forrajeros bajos, y con ello un valor de uso directo para conocer el valor económico parcial de los agostaderos. Es decir, no se puede rechazar la hipótesis de investigación a partir de la información analizada mediante los métodos anteriormente aplicados.

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

Cuando el seis de agosto de 2014 sucedió el derrame de un represo de lixivados mineros en el municipio Cananea Sonora, propiedad de la empresa minera Grupo México, dejó de manifiesto la urgente necesidad de entender los impactos que la minería había ocasionado a la zona del río Sonora. Este trabajo también partió de esa preocupación, pero dio un giro hacia comprender el aprovechamiento de la vegetación para el uso ganadero de los agostaderos.

En el análisis documental se observó que las condiciones físicas, climáticas y topográficas favorecieron desde la llegada de las primeras incursiones jesuitas el desarrollo de las actividades ganaderas, se introdujeron razas que se fueron adaptando a las condiciones climáticas de la región, que proveían a los principales centros de actividad localizados en Cananea, Hermosillo, incluso en los Estados Unidos de América. Asimismo, dichas condiciones limitaban la actividad agrícola hacia la ganadería; pero ello permitió la integración de la economía del río Sonora (Chávez, 1987).

El avance de los caminos y las comunicaciones, rompieron esta integración al permitir la llegada de productos más económicos (Chávez, 1987). La dinámica del crecimiento económico y demográfico también propiciaron el traslado de la población hacia el entorno urbano, lo cual contribuyó, entre otras causas, al envejecimiento de las comunidades en el río (Castro-Luque, 2015). La introducción de nuevas especies bovinas, más atractivas para el mercado exterior, propició un cambio en la lógica orientada hacia la exportación del ganado (Chávez, 1987); por lo que la dinámica de las comunidades se sujetó al comercio exterior y con ello a la demanda de insumos para el mantenimiento de tal ganadería.

Asimismo, las características secas y desérticas han orillado hacia el uso de esquilmos agrícolas, forrajes y suplementos agrícolas en el norte del país (Balvanera et al., 2009); así como la necesidad de enfrentar las condiciones de sequía recurrentes; por lo que la alimentación del ganado mediante la ganadería extensiva representó la oportunidad de reducir costos para la actividad ganadera. De esta forma, se observó que existían servicios ecosistémicos en la zona que partían del aprovechamiento de la vegetación presente en los agostaderos, dedicados a la ganadería, por lo que la vegetación era un componente ecosistémico clave.

La importancia de la vegetación en el agostadero va más allá de dotar de alimento al ganado o de aportar otros bienes para el consumo alimenticio y material para las personas, como se ha visto en el aprovechamiento silvícola del chiltepín (Araiza et al., 2011). También se ha asociado su utilidad a otro tipo de usos como fuente de energía y calor, a través de la leña, o el uso medicinal del mezquite, presente en el área, por citar un ejemplo (López, 2001); o como parte de otros componentes ecosistémicos en un aprovechamiento turístico (Salido et al., 2010).

Sin embargo, dicho recurso, como otros en la zona de estudio, están sometidos a la presión antropogénica que degenera en problemas como el sobrepastoreo, la depredación por malas prácticas y con ello, a su vez, la erosión del suelo (López et al., 2010; CONAFOR 2010; Ibarra et al., 2005; López et al., 2001); que aunado al crecimiento la actividad minera en los últimos años, genera una preocupación sobre la continuidad en el flujo de servicios ecosistémicos.

Esta preocupación conllevó a la valiosa tarea de transparentar la importancia de los servicios ecosistémicos atribuidos a la cobertura vegetal, como componente ecosistémico clave, bajo el cual gira la ganadería y otras actividades económicas de la zona. Dicha

importancia puede ser representada a partir del beneficio económico que ésta puede generar, por lo que se planteó el objetivo de encontrar una estrategia que permitiera conocer el valor económico de dicha vegetación. La pregunta de investigación surge entonces de cuestionar sobre dicha estrategia y sobre la conveniencia de utilizar la vegetación como componente económico clave ante la evidencia de su importancia en la región para la ganadería, la silvicultura e, incluso, para el turismo (como elemento del paisaje). De esta forma, la hipótesis de investigación fue una respuesta cuantificada a los hallazgos de los estudiosos de los servicios ecosistémicos y sobre la ganadería en las regiones desérticas.

La primera pregunta de investigación surge de la necesidad por conocer los otros usos de la cobertura vegetal, presente en los agostaderos; pero también de señalar la existencia de otros servicios ecosistémicos de aprovisionamiento, según la opinión de los ganaderos. De esta forma, se preguntó sobre otros usos de la vegetación y sobre la existencia de actividades culturales en la zona, así como las fuentes de agua disponibles. Resultó que el mayor uso asociado, antes que el silvícola, fue la obtención de leña a partir del mezquite y el encino. Asimismo, se evidenció el uso alimenticio y medicinal de dicha vegetación, por lo que se confirmó positivamente la primera hipótesis de investigación. Sin embargo, continua pendiente, como tema de investigación, el conocer que tan recurrentes son estos usos dentro de la vida diaria, al menos para las familias de los ganaderos.

La segunda pregunta de investigación partió de reconocer que, en ocasiones, el uso de ciertos recursos se contraponen frente a otros usos. De esta manera, era necesario identificar las preferencias en torno al uso de los componentes ecosistémicos, así como el valor o la utilidad concedida a los mismos, es decir, conocer la valoración subjetiva. Con base a la evidencia documental que señala la importancia de la vegetación en la zona, la hipótesis número dos asumió que la vegetación para uso ganadero era el uso preferente, frente a otros

tipos de componentes que pueden significar otro tipo de aprovechamientos como el silvícola o el forestal; o incluso, componentes que requieren un reducido aprovechamiento como la belleza estética del paisaje o la preservación del hábitat.

Los resultados mostraron que el uso de la vegetación para la ganadería era el más preferido con respecto a otros componentes para otros usos o no usos. Otros trabajos han revelado resultados semejantes en relación al uso de los recursos de pastizales por parte de ganaderos o granjeros en otras partes del mundo; donde se prefirió el aprovechamiento de tales recursos por encima de la aplicación de políticas conservación, si ello supone una restricción en los ingresos económicos; o bien, cuando se perciben como una oportunidad de ingreso, entonces la actitud hacia la conservación era positiva (Sliwinski et al., 2018; Wilcox et al., 2012; Bartowski y Bartke, 2018).

Sin embargo, tal respuesta no significó necesariamente una actitud negativa frente a la existencia de componentes que requieren de no utilizarse, como la biodiversidad o el paisaje, ya que los resultados en el Gráfico 13 del capítulo siete, sugirieron una opinión no definida de forma general en torno al uso y la existencia de componentes ligados a valores de no uso. Por ejemplo, cuando se preguntó sobre la existencia de la biodiversidad, no hubo consensos negativos plenos o claros que definieran una tendencia, ya sea negativa o positiva. En ese sentido, es importante resaltar la investigación dirigida hacia observar la percepción de las actitudes entorno a la biodiversidad, y resaltar las sinergias alrededor de ellas.

La tercera pregunta de investigación partió de las declaraciones de Balvanera et al. (2009) sobre el mayor uso de complementos alimenticios y forrajeros en la ganadería en zonas del norte frente, a su menor uso en las zonas tropicales de México, ya que cuentan con una mayor disponibilidad. Así como a las declaraciones sobre el uso de forrajes cultivados en San Luis Potosí, también con climas secos, y al uso de dichos complementos en temporada

de sequías (Gutiérrez et al., 2012; Bravo et al., 2010; López et al., 2010; Urrutia, 2003); además, de las apreciaciones sobre la necesidad y conveniencia de rehabilitar y adaptar pastos resistentes a los climas extremos en Sonora (Ibarra et al., 2005). De esta forma, la tercera hipótesis de investigación consistió en señalar una relación negativa entre precios del forraje y la vegetación disponible.

Así, mediante un análisis exploratorio bivariado entre el índice normalizado de vegetación y el precio medio rural de los forrajes, fue posible establecer una relación espacial entre vegetación y precios forrajeros. Los resultados mostraron una relación inversa entre las medias de los precios forrajeros según el nivel de vegetación: alto si superaban la media del índice de vegetación promedio estatal o bajo si se ubicaban por debajo de dicha media. Resultó que había un precio medio rural más bajo allí donde la vegetación fue más alta, y lo contrario sucedía donde había una vegetación más baja. Con ello se probó dicha relación y se ofrecieron elementos cuantitativos para corroborar lo dicho por los autores. En este sentido, esta investigación ofrece elementos concretos y cuantificables para validar esta afirmación.

Es necesario comentar que también se observó una relación importante entre el uso de electricidad para riego agrícola y el nivel de vegetación municipal, pues resulta que igual que con el precio, en aquellos lugares donde hubo un consumo kw/h superior a la media estatal, la disponibilidad de vegetación fue más elevada. Ello sugiere que, probablemente, existe una contribución del ecosistema para reducir un costo de producción agrícola relacionado con el consumo de electricidad; lo cual debe estudiarse con más detalle en futuras investigaciones.

La cuarta pregunta investigación abordó la cuestión del beneficio económico atribuible a la vegetación disponible para la ganadería, en función de su valor de uso directo.

Esta cuestión emergió a raíz de que, efectivamente, se han realizado valoraciones de los pastizales considerando la distribución del valor económico generado por la ganadería sobre la oferta de servicios ecosistémicos, relacionados con la vegetación, tal y como se ha planteado en otros trabajos (Remme et al., 2015; Haro-Martínez, 2011) y ha sido una de las estrategias más recurrentes para el mapeo del valor de los servicios ecosistémicos en general (Shägner et al., 2013). Así, la estrategia de valoración mediante un bien sustituto que represente en valor del costo evitado, puede ser una buena estimación del beneficio económico porque entonces revela la disponibilidad a pagar por el forraje, es decir, la diferencia entre el máximo precio a pagar y por el que se está pagando (Pindyck y Rubinfeld 2009) y así determinar el beneficio económico.

Ciertamente los resultados de la pregunta tres de esta investigación ofrecieron elementos sobre la relación entre vegetación disponible y el uso de forrajes, así como la diferencia entre los precios que se pagan en zonas de mayor o menor vegetación. Restaba sólo calcular la magnitud de esa cuantía que indica el cambio en la disponibilidad a pagar, esa diferencia entre precios, por cada unidad en que crece la vegetación; dato que se obtuvo a través de estimar la elasticidad cruzada de la demanda.

La ventaja de este cálculo es que va más allá de ponderar el valor de los servicios ecosistémicos sobre la oferta de dichos servicios, lo que normalmente se hace según Shägner et al. (2013); pues ofrece elementos para determinar dicha disponibilidad en función de la relación de sustitución analizada mediante regresión lineal de datos de panel. De esta forma, resultó que dicho cálculo estimó más de 590 millones de pesos como beneficio ecosistémico. Con ello, se alcanzó el último de los objetivos planteados por esta investigación y se obtuvieron elementos para no rechazar la cuarta hipótesis de trabajo.

Asimismo, si se compara el beneficio económico atribuible a los agostaderos con respecto al valor de la producción forrajera del estado de Sonora en el año 2019, de alrededor de 1 432 millones 583 237.88 pesos, resulta que tan sólo la vegetación de la cuenca media del río Sonora, equivaldría al 41.2 por ciento del valor de la producción forrajera. Es decir, tan sólo la vegetación de la zona de estudio genera beneficios económicos que representan un poco menos de la mitad del valor de la producción total de forrajes para Sonora. Lo anterior indica que, de calcularse el beneficio económico de la vegetación disponible en el estado, seguramente superaría al valor producción forrajera estatal.

Asimismo, es importante destacar que el área concesionada al interior de la zona de estudio suma un total de 235 293 hectáreas; esto es el 34 por ciento de los 691 447.4 hectáreas que componen la cuenca media del río Sonora. En dicha superficie, ante una eventual expansión de las actividades mineras en dicha zona, se dejaría de obtener un beneficio económico de alrededor de 180 millones de pesos (a precios de 2013). Por lo tanto, la valoración de la vegetación del agostadero puede servir como una base en las negociaciones en la implementación de zonas de exploración o explotación minera, al considerar que dicha valoración refleja un costo de oportunidad, que otros valores no pudieran reflejar.

Finalmente, se aplicó parte de la metodología Amuvan de Aznar y Estruch (2015), que calcula el valor económico total de los ecosistemas basado en que las actividades económicas generan un ingreso económico aprovechando las condiciones ecosistémicas donde éstas se establecen. Además, a diferencia de los métodos tradicionales, este método integra la valoración las preferencias subjetivas a través del Proceso Analítico Jerárquico. Así, para obtener el Valor Económico Total (VET), las series de datos se deflactaron con base al índice de precios implícito del PIB base 2013, ya que los autores referidos utilizan la tasa de descuento social.

Esta metodología parte del supuesto de que el valor económico generado por una actividad es una parte del valor económico total que generan los ecosistemas. Para conocer las otras partes se utilizó el Proceso Analítico Jerárquico: valor de opción, de no uso. La metodología plantea el análisis de dichas preferencias por parte de expertos con conocimiento sobre el activo ambiental a valorar, a los cuales se les aplica una encuesta para que ponderen sus preferencias, de donde surge una serie de indicadores que permiten conocer dichas preferencias.

En este trabajo, las preferencias se obtuvieron a partir de 92 matrices pareadas donde se preguntó la preferencia de una opción frente a otras. Los resultados arrojados permitieron responder a la segunda de la pregunta de investigación, y partir de estos datos, conocer la prevalencia que tendría el valor económico para cada una de las dimensiones del valor económico total. De esta manera, resultó que el mayor valor económico después del atribuible al componente ecosistémico de los forrajes fue para la cacería; con dos millones de pesos. Pero al observar el valor de no uso compuesto por los insectos y animales salvajes y los paisajes bonitos, obtuvo un valor de poco menos tres millones de pesos.

Al respecto, estos resultados deben complementarse con otro tipo de insumos que ayuden a enriquecer el valor de uso de los agostaderos, e incluir a otros actores involucrados en la administración y aprovechamiento de los mismos; ya que en este trabajo se partió de reconocer solamente la preferencia subjetiva de los ganaderos, asumiendo que ellos son los principales concededores del agostadero por su actividad, naturalmente.

Igualmente, hay que mencionar una serie de dificultades que fueron sorteadas para realizar la valoración, como fue el hecho de las dificultades asociadas a conocer los costos e ingreso para cada una de las unidades productoras de ganado. Al respecto, obtener los datos de los productores fue una tarea difícil, ya que los ganaderos, en su mayoría gente de 50 años

y con educación básica, no poseían la costumbre de realizar un libro diario sobre sus ingresos y gastos; aunque sí señalaban la gama de insumos que llegaban a comprar para sostener al ganado. No obstante, fue este mismo hecho, el de procurar tal información, que sirvió de gran utilidad para comprender el importante papel que juega la milpa y el cultivo de forrajes para sostener al ganado en la temporada seca del año.

Se debe mencionar lo frecuente que resulta la incorporación de la valoración contingente en los trabajos de valoración económica ambiental. Sin embargo, en este caso, a pesar del interés que esto podría haber generado, las limitaciones y sesgos de esta metodología podrían poner en entredicho la validez de la valoración calculada (Azqueta, 2007); aunque se han ideado estrategias para confrontarlas. En este caso, la situación del derrame y la presencia de la minería en la región propiciaron inconformidad por el resarcimiento económico que en su momento fue otorgado a los ganaderos; y por ello no se consideró conveniente aplicar esta técnica. Ante todo, se planteó la investigación en el sentido de valorar los servicios ecosistémicos del agostadero que representarían un eventual costo de oportunidad, ante un cambio de uso de suelos orientado hacia la minería.

Para finalizar esta sección de conclusiones, se propone una línea de análisis multidisciplinario que atienda la importancia y la incidencia de los ecosistemas en la economía, en la tónica que sugiere la Economía Ecológica. Lo anterior debido a que, en este trabajo, reveló la importancia que los componentes ecosistémicos tienen para la economía y las comunidades, resultado visto a partir de los usos atribuidos a la vegetación, así como el servicio cultural religioso que tienen los agostaderos y el beneficio económico de contar con vegetación en los agostaderos.

En este sentido, el uso de del índice de vegetación normalizado (NDVI), como una aproximación a la disponibilidad de la vegetación en el terreno, pasa por alto que no toda la

vegetación cuenta con la calidad necesaria para alimentar al ganado, la cual se puede conocer a partir del Coeficiente de Agostadero y la Capacidad de Carga Animal del terreno, indicadores que antes realizaba la COTECOCA. Sin embargo, dados los resultados en aproximaciones en Coahuila y el Sur de Texas, (Villa et al., 2014; Díaz et al., 2003); se empleó como aproximación el índice normalizado de vegetación.

Por ello, es necesario incluir, en el desarrollo de estas valoraciones, a especialistas que posean el conocimiento técnico sobre la salud y calidad de la vegetación, aspecto que se realiza no sólo con el auxilio del NDVI, sino también con la toma de muestra de la oferta de plantas en el agostadero, para su análisis en laboratorio. En este sentido, una valoración debería incluir esos usos tradicionales como el medicinal, y estimar de esa forma el valor económico de plantas con dicho potencial.

Por lo tanto, este trabajo requirió de ahondar con mayor profundidad dos aspectos, al incluir otros componentes de los que se pueden generar valores de uso para alimentar a su vez el valor pivotal requerido en la metodología Amuvan, claro que en este caso fue una adecuación de tal metodología de valoración. Pero también, de incorporar a otros grupos cuya percepción sobre los servicios ecosistémicos puede ser muy diferente a la de los ganaderos. De esta forma, dos líneas de investigación sugeridas serían las siguientes:

1. Una línea de investigación que busque o identifique aquellos bienes y servicios tranzados por el mercado que tienden a complementar o sustituir bienes y servicios ecosistémicos, cuando es posible hacerlo; ya que en este trabajo se hizo una aproximación al beneficio económico de la vegetación del agostadero a partir del precio de los forrajes cultivados, asumiendo que en aquellas áreas donde no hay vegetación disponible en los agostaderos, la demanda por forrajes incentiva una alta disponibilidad a pagar, manifiesto en precios altos.

2. La percepción y actitud ante el uso y existencia de diferentes servicios ecosistémicos debe ser profundizada como una línea de investigación para ayudar a soportar la toma de decisiones, ya que como diversos autores señalan, las perspectivas subjetivas y la valoración social tiene una incidencia sobre el que hacer y aprovechamiento de los ecosistemas, que puede llegar hasta el conflicto.

El reto está en construir valoraciones que reflejen diferentes aspectos de la realidad a partir de criterios económicos, sociales y ecológicos, que visibilicen a través de indicadores fáciles de entender para la sociedad la importancia de los servicios ecosistémicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alcalá-Galván, C. H., Barraza-Guardado, R. H., Ayala-Álvarez F., y Rueda-Puente, E. (2018). Uso sustentable de agostaderos y el sistema vaca-cría en el Noroeste de México. *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 433-447. <https://dx.doi.org/10.15517/ma.v29i2.29185>
- Alfranca Burriel, O. (2012). Evolución del pensamiento económico sobre los recursos económicos naturales. *Nuevas Corrientes del Pensamiento Económico*, (865), 79-90. Recuperado de <http://www.revistasice.com/index.php/ICE/article/view/1495/1495>
- Almeida-Leñero, L., Nava, M., Ramos, A., Espinosa, M., Ordoñez, Ma. de J., y Jujnovsky J. (2007). Servicios ecosistémicos en la cuenca del Río Magdalena, Distrito Federal, México. *Gaceta Ecológica* (84-85), 53-64. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/gacetas/523/ecosistemicos.pdf>
- Angella, G., Frías, C., y Salgado, R. (2016). Conceptos básicos de las relaciones agua-suelo-planta. *INTA EEASE*, 93. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_conceptos_basicos_de_las_relaciones_agua_suelo_planta.pdf
- Araiza-Lizarde, N., Araiza-Lizarde, E., y Martínez-Martínez, J.G. (2011). Evaluación de la germinación y crecimiento de la plántula de Chiltepín (*Capsicum annum* L. variedad *glabriusculum*) en invernadero. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 13(2), 170-175. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/776/77621587016.pdf>
- Arnold-Cathalifaud, M., y Osorio, F. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. *Revista Electrónica de Epistemología de Ciencias Sociales*, (3), 3-13 Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10100306>

- Ayala-Ortíz., D. A., y Abarca-Guzmán, F. (2014). Disposición a pagar por la restauración ambiental del río Lerma en la zona metropolitana de la Piedad, Michoacán. *Economía, Sociedad y Territorio*, 14(46), 769-798. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-84212014000300008&lng=es&nrm=iso
- Aznar-Bellver, J., y Estruch Guitart, A. V. (2015). Valor económico total (VET). En Autor *Valoración de los activos ambientales. Teoría y casos*. (23-29). Universitat politècnica de València. 2da. Edición. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/66822/PDF-Aznar%3BEstruch%20-%20VALORACI%C3%93N%20DE%20ACTIVOS%20AMBIENTALES.pdf?sequence=1>
- Aznar-Bellver, J., y Estruch Guitart, V. (2007). Valoración de activos ambientales mediante métodos multicriterio. Aplicación a la valoración del Parque Nacional del Alto Tajo. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 7(13), 107-126. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2346999>
- Azqueta-Oyarzun, D., Alviar-Ramírez, M, Domínguez Villalobos, L., y O’Ryan Raúl. (2007). *Introducción a la economía ambiental* (2da. Ed.). España: Ed. Mc Graw Hill.
- Balvanera, P., Cotler, H., Aburto-Oropeza, M., Aguilar Contreras, A., Aguilera-Peña, M., Aluja, M., Andrade Cetto, A., Arroyo Quiroz, I., Ashworth, L., Astier, M., Ávila, P., Bitrán-Bitrán, D., Camargo, T., Campo, J., Cárdenas González, B., Casas, A., Díaz-Fleischer, F., Etchevers, J.D., Ghillardi, A., González-Padilla, E., Guevara, A., Lazos, E., López Sagástegui, C., López Sagástegui, R., Martínez, J, Masera, O., Mazari, M., Nadal, A., Pérez-Salicrup, D., Pérez-Gil, R., Quesada, M., Ramos-Elorduy, J., Robles González, A., Rodríguez, H., Rull, J., Suzán, G., Vergara, C. H.,

- Xolalpa, Molina S., Zambrano, L., y Zarco, A. (2009). Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos. En Dirzó R. González R., March I. J. *Capital Natural de México* (pp. 185-245). Comisión Nacional para la Biodiversidad.
- Bañuelos N., Salido P.L., y Gardea A. (2008). Etnobotánica del chiltepín. Pequeño gran señor en la cultura de los sonorenses. *Estudios Sociales*, 16(32), 7-29. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v16n32/v16n32a6.pdf>
- Bartkowski, B., y Bartke, S. (2018). Leverage points for governing agricultural soils: a review of empirical studies of european farmers' decision making. *Sustainability*, 10(9), 3179. <https://doi.org/10.3390/su10093179>
- Bellamy F. J. (2000). *La ecología de Marx. Materialismo y naturaleza*. España: Editorial Cultural/El viejo topo.
- Bermejo Gómez de Segura, R. (2014). El concepto de desarrollo sostenible. En Autor *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis* (13-24). Recuperado de <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0686956.pdf>
- Bracamonte Sierra, A., Lara Enríquez, B. E., y Borbón Almada, M. I. (1997). El desarrollo de la industria minera sonorense: el retorno a la producción de metales preciosos. *Región y Sociedad*, 7(13), 39-75. <https://doi.org/10.22198/rys.1997.13-14.a1136>
- Bravo-Peña, L. C., Castellanos-Villegas, A. E., y Shoko-Doode, M. O.S. (2010). Sequía agropecuaria y vulnerabilidad en el centro oriente de Sonora. Un caso de estudio enfocado a la actividad ganadera de producción y exportación de becerros. *Estudios Sociales*, 18(35), 210-241. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572010000100006&lng=es&tlng=es_

- Briceño, J., Iniguez-Gallardo, V., y Ravera, F. (2016). Factores que influyen en la percepción de servicios de los ecosistemas de los bosques secos del sur del Ecuador. *Ecosistemas*, 25(2), 45-58. doi:10.7818/re.2014.25-2.00
- Burgui-Burgui, M. (2008). Medio ambiente y calidad de vida. *Cuadernos de Bioética*, 19(2), 293-317. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/28312586_Medio_ambiente_y_calidad_de_vida
- Bustillo-García, L., y Martínez Dávila, J. P. (2008). Los enfoques del desarrollo sustentable. *Interciencia*, 33(5), 389-395. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=339/33933512>
- Camacho-Rea, I. (2003). *Análisis costo-beneficio ambiental de la incineración de residuos sólidos municipales en la ciudad de México* (Tesis de maestría). México. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cámara Minera de México. (2017). *Informe anual 2017*. <https://camimex.org.mx/index.php/secciones1/publicaciones/informe-anual/informe-anual-2017/>
- Cantú-Martínez, P. C. (2012). El axioma del desarrollo sustentable. *Revista de Ciencias Sociales*, 3(137), 83-91. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/153/15325492007.pdf>
- Cárdenas Torres, A. N. (2006). *Valoración económica de la actividad recreativa con tiburón ballena y su relación con la calidad del hábitat en Bahía de los Ángeles, Baja California* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Baja California. Recuperado de <http://catalogocimarron.uabc.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=141594>

- Castillo-Gómez, R.A., Gallo—Reynoso, G.P., Egado-Villarreal, J., y Caire, W. (2010). Mamíferos. En Molina-Frener F.E. y Van Devender T. *Diversidad biológica de Sonora* (pp. 421-436). México. Universidad Nacional Autónoma de México y Comisión Nacional para el Uso y Conservación de la Biodiversidad. Recuperado de http://web.ecologia.unam.mx/laboratorios/fmolina/images/stories/publicaciones/LibrosCapitulosLibro/diversidad_biologica_de_sonora_final.pdf
- Castro Luque, A. L. (2015). *Travesías azarosas. Relato demográfico del siglo XX sonoreense*. Sonora: El Colegio de Sonora.
- Castro Molina, O. A. (2019). *Encuesta de opinión y valoración subjetiva de los agostaderos de la cuenca media del río Sonora*. (Base de datos). Anexo al proyecto “Valoración del impacto en el desarrollo económico de los desastres ambientales: El derrame de sulfato de cobre de la minería a gran escala en el Río Sonora” (referencia: 257821). Conacyt y El Colegio de Sonora.
- Chan K.M.A., Satterfiel, T., y Goldstein, J. (2012). Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecological Economics*, 74, 8-18. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.11.011>
- Chang Mau, Y. (2005). La economía ambiental. En Foladori G., Pierri N. *¿Sustentabilidad? Desacuerdos sobre el desarrollo sustentable* (pp.175-188). México: Miguel Ángel Porrúa y Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Chaves Ortiz, J. T. (1987). *Ganaderos, vegas y forrajes: Modernización y cambio en el río Sonora* (Tesis de maestría). El Colegio de Sonora-CONACYT, Hermosillo.
- Chávez Duron, J. A., y Morales Guiza, V. (2003). *Manejo del agua para ranchos ganaderos en Zonas Áridas de Baja California*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas

y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Noroeste, Campo Experimental
Costa de Ensenada. México

Chiesura A., de Groot R. (2002). Critical natural capital: a socio-cultural perspective. *Ecological Economics*, 44(2-3), 219-231. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00275-6](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00275-6)

Comisión Nacional de Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020). *Edafología*. [Conjunto de datos vectoriales. Escala 1:000 000, Serie I 2001 INIFAP-INEGI]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional de Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020a). *Vegetación y uso de suelo*. [Uso de suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VI (continuo nacional)]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional de Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2020b). *Regiones hidrológicas y cuencas*. [Red hidrográfica, subcuencas hidrográficas de México]. Recuperado de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>

Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2013). *Programa detallado de acciones de gestión integral para la restauración*. Recuperado de https://www.ciad.mx/archivos/Programa_Detallado_Acciones_Rio_Sonora.pdf

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2010). *Estudio regional forestal UMAFOR 2607*. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/9/3554Estudio%20Regional%20Forestal%202607.pdf>

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2014). *Inventario estatal forestal y de suelos. Sonora 2014*. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.

- Consejo Estatal de Población del Estado de Sonora (COESPO). (2020). Indicadores. (Diagnósticos municipales. Indicadores demográficos y socioeconómicos de los municipios). Recuperado de <http://www.coespo.sonora.gob.mx/indicadores/diagnosticos-municipales.html>
- Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL). (2018). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. Tercera edición. México.
- Consejo Nacional para la Evaluación de la Política de la Política de Desarrollo Social. (CONEVAL). (2018). *Medición de la pobreza (Pobreza a nivel municipio 2010 y 2015)*. Recuperado de <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/Pobreza-municipal.aspx>
- Cordoves-Sánchez, M.A., y Vallejos-Romero A. (2019). Mapeo del valor social en el marco de los servicios ecosistémicos. *Bibliotecológica*. 33(79), 177-204. Recuperado de <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2019.79.58008>
- Coronado García, M. A., Córdova Yáñez, A., García-Porchas, M., Santiago-Hernández, V.G. y Vásquez Navarro, R.A. (2013). Estrategias de mercado para productos elaborados a base de chiltepín en la sierra de Sonora. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 32, 359-370. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14125584017>
- Cossio-Madrado, E. (2006). *Estrategias de agronegocios para desarrollar la cadena productiva del chiltepín en la región del Río Sonora* (Tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Recuperado de https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/472/1/Cassio-Madrado%20E_MDR_2006.pdf

- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., van der Ploeg, S., Anderson, S. J., Kubiszewski, I., Farber, S. R., y Turner, K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/262489570_Changes_in_the_global_value_of_ecosystem_services
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., y Norgaard, R. (1997). *An introduction to ecological economics*. Estados Unidos de América: St. Lucia Press.
- Costanza, R., y Daly, E. H. (1992). Natural capital and sustainable development. *Conservation Biology*. 6(1), 37-46. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/2385849?seq=1>
- Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, k., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., y van den Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(15), 253-260. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/40197297_The_value_of_the_world's_ecosystem_services_and_natural_capital_Nature
- Costanza, Robert. (2008). Ecosystem services: Multiple classification systems are needed. *Biological Conservation*, (141), 350-352 <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.12.020>
- Daily, G., C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P. R., Folke, C., Jansson, A., Jansson, B., Kautsky, N., Levin, S., Lubchenco, J., Mäler, K., Simpson, D., Starrett, D., Tilman, D., y Walker, B. (2000). The value of nature and the nature of value. *Science*, 289(5478), 395-396 doi: 10.1126 / science.289.5478.395

- Daily, G.C., Alexander, S., Ehrlick, P.E., Goulder, L. Lubchenco, J., Matson, P., Mooney, H.A., Postel, S., Schneider, Sh., y Tilman, D. (1997). Ecosystem services: benefits supplied to human societies by natural ecosystems. *Issues in Ecology*, (2) 1-16. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/200032845_Ecosystem_Services_Benefits_Supplied_to_Human_Societies_by_Natural_Ecosystems/stats
- Daly, H. E., y Farley, J. (2004). Efficient Allocation. En Autores *Ecological economics principles and application* (pp. 405-424). Estados Unidos de América: Island Press.
- de Groot, R. S., Wilson, M. A., y M.J. Boumans R. (2002). A typology for the classification, description and valuation of ecosystem function, goods and services. *Ecological Economics*, 41(3), 393-408. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(02\)00089-7](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(02)00089-7)
- Denogean, B. F. G., Moreno, M. S, Ayala, A. F, Ibarra, F. F.A., Martin, R. M. H., y Retes, L. R. (2013). La ganadería bovina para carne en Sonora, México en la actualidad. Trabajo presentado en el *XXVI Congreso Internacional en Administración de Empresas Agropecuarias. Hermosillo Sonora*. Recuperado de <http://www.dagus.uson.mx/publicaciones/congresos/XXVI%20CONGRESO%20INTERNACIONAL%20EN%20ADMINISTRACION/LA%20GANADER%20C3%8DA%20BOVINA.pdf>
- Denogean-Ballesteros, F. G., Moreno-Medina, S., Ibarra Flores, F.A., Martín Rivera, M.H., Retes-López, R., Martínez-Durán A. B., Aguilar Valdés, A., y Moreno-Alvarez, C.Y. (2012). La precipitación pluvial y la producción bovina en Sonora. *Revista mexicana de Agronegocios*, 31, 146-153. doi: 10.22004 / ag.econ.131663

- Díaz Caravantes, R. E., y Camou Healy, E. (2005). El agua de Sonora: tan cerca y tan lejos. Estudios de caso del ejido Molino De Camou. *Región y Sociedad*, 17(34), 127-164. Recuperado de <https://ageconsearch.umn.edu/record/131663/>
- Díaz-Solís, H., Kothmann, M.M., Hamilton, W.T., y Grant W.E. (2003). A simple ecological sustainability simulator (SESS) for stocking rate management on semi-arid grazinglands. *Agricultural Systems*, 76(12), 655-680. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(01\)00115-9](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(01)00115-9)
- Enríquez Andrade., R.R. (2008) Capital ecológico. En Autor, *Introducción al análisis económico de los recursos naturales y del ambiente* (pp. 73-92). México: Universidad Autónoma de Baja California. Recuperado de <http://fcm.ens.uabc.mx/~enriquez/complementos/cursos/LibroMedioambiente.pdf>
- Falconí Benítez, F., y Brubano, R. (2004). Instrumentos económicos para la gestión ambiental: decisiones mococriteriales versus decisiones multicriteriales. *Red iberoamericana de Economía Ecológica* 1(2004), 11-20. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/38277>
- Field, B.C., y Field, M.K. (2003). Costes y beneficios, oferta y demanda. En Autores *Economía ambiental* (3ra. Ed.) (pp. 49-69). España Mc Graw Hill.
- Finney Miles, M. (2014). Information and the demand for clean air. *Contemporary Economic Policy*. 32(4), 719-728. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/260606798_Information_and_the_demand_for_clean_air

- Fisher, B., Turner K., y Morling, P. (2009). Defining and classifying ecosystem services for decision making. *Ecological Economics*, 68(3), 643-653. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.014>.
- Fitch Osuna, J.M., Soto Canales, K., y Garza Mendiola, R. (2013). Valuación de la calidad urbano-ambiental. Una modelación hedónica: San Nicolás de los Garza, México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, (2), 383-428. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0186-72102013000200383&script=sci_arttext
- Foladori G., y Tommasino, H., (2000). El enfoque técnico y el enfoque social de la sustentabilidad. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, (98), 67-75. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4813415>
- García Gómez, J., y Beas Becerra, J. M. (2017). Valoración económica del ecosistema del Arroyo Alamar en la ciudad de Tijuana. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27(1), 71-84. Recuperado de <http://www.redibec.org/revista/revibec/>
- García-Gómez, J., y Chávez Nungaray, E. (2017). Valoración económica para la protección socioambiental de la vaquita marina una especie endémica. *Región y Sociedad*, 29(70), 5-29. Recuperado de <https://doi.org/10.22198/rys.2017.70.a818>.
- Garibay, C., Boni, A., Pánico, F., y Urquijo, P. (2014). Corporación minera, colusión gubernamental y desposesión campesina. El caso de Goldcorp Inc. En Mazapil Zacatecas. *Desacatos*, (44), 113-142. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13930746009>
- Goepel, K. D. (2013). Implementing the Analytic Hierarchy Process as a Standard Method for Multi- Criteria Decision Making In Corporate Enterprises – A New AHP Excel

Template with Multiple Inputs, *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process 2013*, p 1 -10

Gómez, B. E., de Groot, R., Lomas, P.L., y Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. *Ecological Economics*, (69), 1209-1218.

Gudynas, E. (2011). Desarrollo y sustentabilidad ambiental: diversidad de posturas, tensiones persistentes. En A, Matarán Ruiz y F. López Castellanos (Eds.) *La tierra no es muda: diálogos entre el desarrollo sostenible y el postdesarrollo*. Universidad de Granada. Recuperado de <http://www.gudynas.com/publicaciones/GudynasUsosIdeasSustentabilidadGranada11.pdf>

Guerra, M., y Zaldumbide D. (2010). La agonía del Puyango: agua, minería y contaminación. *Letras Verdes*. (7), 35-37. Recuperado de <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/885/848>

Gutiérrez Garza, E. (2007). De las teorías del desarrollo al desarrollo sustentable. Historia de la construcción de un enfoque multidisciplinario. *Trayectorias*, 9(25), 45-60. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60715120006>

Gutiérrez, L. R., Rodríguez, T. D., Martínez, T. G., Aguirre, C. C., y Sánchez, G. R. A. (2012). *Bancos de proteína para rumiantes en el semiárido mexicano*. [Versión electrónica] Recuperado de <http://www.zacatecas.inifap.gob.mx/publicaciones/bancpro.pdf>

Haro Martínez, A.A. (2011). La valoración sustentable de los servicios ambientales a nivel de cuenca (Tesis de doctorado). Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo, A.C. Recuperado de <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1006/331>

- Haro-Martínez, A. A., y Taddei-Bringas, I. C. (2014). Sustentabilidad y economía: la controversia de la valoración ambiental. *Economía, Sociedad y Territorio*, 14(46), 743-76. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/est/v14n46/v14n46a7.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., y Baptista-Lucio, P. (2010). Muestro en la investigación cualitativa. En autores *Metodología de la investigación* (5ta. Ed.) (pp. 392-404). Perú: McGraw-Hill.
- Herrera Catalán, P., y Millones Destéfano, O. (2012). Aproximando el costo de la contaminación minera sobre los recursos hídricos: metodologías paramétricas y no paramétricas. *Economía*, 35(70), 9-59. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/3839/3814>
- Herrerías, A. (1997). Fisiocracia. En Ibídem *Fundamentos para la historia del pensamiento económico* (4ta. Ed.) (pp. 89-101) México: Limusa.
- Higgs, H. (1944). *Los fisiócratas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ibarra Barreras, M. F. y Moreno Vázquez, J. L. (2017). La justicia ambiental en el Río Sonora. *Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 10(10), 135-155. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5535/553559586012/553559586012.pdf>
- Ibarra Flores, F., Moreno Medina, S., Martín Rivera, M., Denogean Ballesteros, F., y Gerlach Barrera, L.E. (2005). La siembra de zacate buffel como una alternativa para incrementar la rentabilidad de los ranchos ganaderos de la sierra de Sonora. *Técnica Pecuaria en México*, 43(2), 173-183. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/613/61343204.pdf>
- Iglesias, E. (1980). El desafío energético. *Revista de la CEPAL*, (10), 7-20. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40625>

- Ilija-Ojeda, M., Mayer, A., y Solomon, B. (2007). Economic valuation of environmental services by water flows in the Yaqui River Delta. *Ecological Economics*, 65(1), 155-166. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.06.006>
- Instituto Nacional de Ecología (INE). (1994). *Manejo y rehabilitación de agostaderos de las zonas áridas y semiáridas de México* (Región Norte).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2005). *II Conteo de población y vivienda 2005*. (Tabulados). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2005/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010). *Censo de población y vivienda 2010*. (Tabulados). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010a). *Marco geoestadístico. (Marco geoestadístico 2010. Versión 5.0.A* (Censo de población y vivienda 2010)). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=702825292805>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). *Encuestas en hogares. Encuesta intercensal 2015* (Tabulados). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2000). *Síntesis de información geográfica del estado de Sonora. (Fisiografía)*. Recuperado de internet: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825223328/702825223328_3.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2015). *Encuesta en hogares. Encuesta intercensal 2015. (Microdatos)*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/intercensal/2015/#Microdatos>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2017). *Anuario estadístico del estado de Sonora (Aspectos geográficos)*. Recuperado de internet http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/anuarios_2017/702825094904.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (Sin fecha). *Guía para la interpretación de cartografía Edafología*. Recuperado de internet: <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/INTERNET/EdafII.pdf>
- Khan James, R. (2005). Why estudy enviromental and resource economics? En Autor *The economic approach to enviromental & natural resources* (Pp.3-13). Estados Unidos de América: Tomson South Western.
- Labandeira, X., León, C.J., y Vázquez, Ma. X. (2007). *Economía ambiental*. México: Pearson educación, S.A., Prentice Hall.
- Lara-Enríquez B.E., y Rodríguez-Gámez, L.I. (abril, 2015). Neoextractivismo y minería en Sonora, México. Problemas y riesgos para el desarrollo local. Trabajo presentado en el *III Foro Iberoamericano de Estudios del Desarrollo*. Montevideo Uruguay.
- Lara-Enríquez, B.E., Velásquez-Contreras, L., y Rodríguez-Gámez, L.I. (2007). Especialización económica en Sonora. Características y retos al inicio del nuevo milenio. *Región y Sociedad*, 19(esp), 27-49. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252007000400003
- Larque-Saavedra, B. S., Valdivia-Alcalá, F., Islas-Gutiérrez, F., y Romo-Lozano, J.L. (2004). Valoración económica de los servicios ambientales del bosque del municipio de Ixtapaluca, Estado de México. *Revista Internacional de la Contaminación Ambiental*, 20,(4), 193-202. UNAM. México. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37020406>

- Lewis, A. (1985). ¿Es deseable el desarrollo económico? En Ramírez H. G. *Lecturas sobre desarrollo económico* (pp. 149-154). México, Escuela Nacional de Economía, Universidad Nacional Autónoma de México.
- López Reyes, M. (2001). Degradación de suelos en Sonora: el problema de la erosión en los suelos de uso ganadero. *Región y Sociedad*, 13(22), 73-97 México.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-39252001000200003
- López Reyes, M., Solís Garza, G., Murrieta Saldívar, J., y López Estudillo, R. (2009). Percepción de los ganaderos respecto a la sequía. Viabilidad de un manejo de los agostaderos que prevenga sus efectos negativos. *Estudios Sociales*, 17(spe), 221-241. México. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572009000300010&lng=es&tlng=es.
- López-Santiago, M. A., Valdivia Alcalá, R., Romo Lozano, J.L., Sandoval Villa, M. y Larque-Saavedra, B. S. (2010). Valoración económica de una mina de arena. *Terra Latinoamericana*. 28(3), 255-263. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792010000300008
- Lugo-Gil, C.Y., y Lara-Enríquez, B.E. (2020). El conflicto socioambiental en el Río Sonora. Análisis de la acción colectiva de las organizaciones de la sociedad civil de 2014 a 2018. *Estudios Sociales*, 30(55), 2-29 Recuperado de <https://www.ciad.mx/estudiosociales/index.php/es/article/view/949/567>

- Macías Macías, A. (2008). Costos ambientales en zonas de coyuntura agrícola. La horticultura en Sayula (México). *Agroalimentaria*, 13(26), 103-118. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-03542008000100008&script=sci_abstract
- Malthus, T. (1846). *Ensayo sobre el principio de la población*. Madrid España. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=8TdB7Y3XYiAC&pg=PR7&hl=es&source=gbs_toc_r&cad=4#v=onepage&q&f=false
- Martínez Allier, J., y Roca Jusmet, J. (2016). Problemas de valoración y criterios de decisión. En Autor *Economía ecológica y política ambiental* (3ra Ed., 2da. reimpresión) (pp. 231-328). México: Fondo de Cultura Económica.
- Martínez Allier, J. (2011). Economía ecológica. En Autor *El ecologismo de los pobres, conflictos ambientales y lenguajes de valoración* (pp. 40-67). Barcelona España: Editorial Icaria Editorial S.A.
- Martínez-Harms, M. J., y Balvanera, P. (2012). Methods for mapping ecosystem service supply: a review. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services and Management*, 8(1-2), 17-25. doi: 10.1080 / 21513732.2012.663792
- Martín-Ortega, J., y Berbel Vecino, J. (2007). Método multicriterio para apoyo a la planificación hídrica. *Observatorio medioambiental*, 10, 57-77. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/27593505_Metodo_multicriterio_para_apoyo_a_la_planificacion_hidrica
- McNally, C. G., Gold, A.J., Pollnac, R.B. y Kiwango, H.R. (2016). Percepciones de las partes interesadas sobre los servicios ecosistémicos del río y estuario Wami. *Ecology and Society*, 21(3), 34. doi: 10.5751/ES-08611-210334

- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystem and human well-being. A framework for assessment. United Nations Environment Programme. Estados Unidos de América. Ed. Island Press.
- Munda G. (2004). Método y procesos multicriterio para la evaluación social de las políticas públicas. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 1, 34-45. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/38279/38153>
- MundoMinero Geomedia (Productor). (2011). Mina Santa Elena. (Video en internet) Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=PZMwQd63pgQ>
- Naredo, J. M. (1987). *La economía en evolución. Historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*. España: Editorial Siglo XXI de España S.A. España.
- Naredo, J. M. (2002). Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 1(2), 1-30. Recuperado de <https://polis.ulagos.cl/index.php/polis/article/view/155/219>
- Naredo, J. M. (2002). Economía y sostenibilidad: la economía ecológica en perspectiva. *Polis, Revista de la Universidad Bolivariana*, 1(2), 1-30. Recuperado de <https://polis.ulagos.cl/index.php/polis/article/view/155/219>
- Naredo, J. M. (2011). Fundamentos de la economía ecológica. En Aguilera F. y Alcánta V. (comp.). *De la economía ambiental a la economía ecológica*. Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid y Fundación para la Investigación y el Desarrollo Ambiental. España. Recuperado de https://www.fuhem.es/media/ecosocial/File/Actualidad/2011/LibroEA_EE.pdf
- Odum, E. P., y Barret G. W. (2006). *Fundamentos de ecología* (5ta. Ed.). México: Ed. Thomson.

- Pallanez Murrieta, M. (2002). *Valoración económica de los servicios ambientales sustentados por la presa Abelardo Luján Rodríguez: Los casos del agua y la fauna (1990-2000)* (Tesis de maestría). El Colegio de Sonora, Hermosillo Sonora México.
- Pearce, D. W. (1985). Economía del bienestar. En Autor. *Economía ambiental*. 11-47. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pérez, V. G., Sanjurjo Rivera, E., Galicia, L., Hernández, D J. C., Hernández, T. V., y Márquez L. M. A. (2016). Economic valuation of ecosystem services in Mexico: current status and trends. *Ecosystem Services*, 21-A, 6-19. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.07.003>
- Pérez-Blanco, C.D. (2012). La dinámica del subdesarrollo y su relación con el deterioro ambiental. *Economía, Sociedad y Territorio*, 12(38), 81-105. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/est/v12n38/v12n38a4.pdf>
- Pierri, N. (2005). Historia del concepto de desarrollo sustentable. En Foladori G. h Pierri N (Coord.) *Controversias sobre sustentabilidad. La coevolución sociedad-naturaleza*. (127-146) Miguel Ángel Porrúa y Universidad de Zacatecas. México.
- Pindyck, R.S., y Rubinfeld D.L. (2009). *Microeconomía* (7ma. Ed.). Madrid: Pearson Prentice-Hall.
- Pineda-Pablos, N, Moreno-Vázquez, J. L., Salazar-Adams, A., Y Lutz-Ley, A. (2014). Derechos de agua y gestión por cuencas en México. El caso del río Sonora. *Espiral*, 21(61), 191-225. Recuperada de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-05652014000300007

- Pineda Pablos, N., Browning-Aiken, A., y Wilder, M. (2007). Equilibrio de bajo nivel y manejo urbano del agua en Cananea, Sonora. *Frontera Norte*, 19(37), 143-172. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/fn/v19n37/v19n37a6.pdf>
- Pinto, A. (1980). Comentarios sobre el artículo “la intensión entre los estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina”. Comentario de Anibal Pinto. *Revista de la Cepal*, (12), 55-72. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40625>
- Pratz-Casanova, L., Aznar-Bellvener J., y Estruch-Guitart V. (2015). Valoración y priorización del paisaje de la albufera de valencia. En Aznar-Bellvener J. y Estruch Guitart V. *Valoración de Activos Ambientales* (pp. 203—216). España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Presbich, R. (1980). Biosfera y desarrollo. *Revista de la CEPAL*. (12), 73-88. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/11910>
- Puebla Gutiérrez, M A. (2013). *Intermediación en el mercado del chiltepín de la región del Río Sonora* (Tesis de maestría). Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Hermosillo Sonora. Recuperado de <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/410/1/PUEBLA-GUTIERREZ-MA13.pdf>
- Ramírez Treviño, A., Sánchez Núñez, J.M., y García Camacho, A. (2004). El desarrollo sustentable: interpretación y análisis. *Revista del Centro de Investigación, Universidad La Salle*, 6(21), 55-59. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/342/34202107.pdf>
- Rivera-Castañeda, P. (2002). *Valoración económica del servicio ambiental recreación en Bahía de los Ángeles, Baja California* (Tesis de maestría). El Colegio de la Frontera Norte-CICESE. Recuperado de <https://www.colef.mx/posgrado/tesis/2000518/>

- Ricardo, D. (2003). *Principios de economía política y tributación*. Edit. Pirámide. España.
- Robles-Berumen, R., y Foladori, G. (2019). Una revisión histórica de la automatización de la minería en México. *Revista Problemas del Desarrollo*, 197(50), 157-180. Recuperado de <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.197.64750>
- Rodríguez Gámez, L.I., y Lara Enríquez, B.E. (2017). Reconfiguración económica sectorial y geográfica en los albores del siglo XXI: repensando el desarrollo y la planeación regional en Sonora. En G. Grijalva-Monteverde (235oord..) *Sonora. Problemas de ayer y hoy, desafíos y soluciones*, (pp: 23-58). El Colegio de Sonora.
- Roll, E. (1978). *Historia de las doctrinas económicas*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Romero, C. (1996). *Análisis de las decisiones multicriterio*. Madrid: Isdefe.
- Rostow, W. W. (1985). Las cinco etapas del desarrollo. En Ramírez H. G. *Lecturas sobre desarrollo económica*, (149-154). México Escuela Nacional de Economía. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sagie, H., Morris, A., Rofé, Y., Orenstein, D.E., y Groner, E. (2013). Cross-cultural perceptions of ecosystem services: A social inquiry on both sides of the Israeli-Jordanian border of the Southern Arava Valley Desert. *Journal of Arid Environments*, (97), 1-11. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/239601076_Cross-cultural_perceptions_of_ecosystem_service_A_social_inquiry_on_both_sides_of_the_Israeli-Jordanian_border_of_the_Southern_Arava_Valley_Desert
- Salido Araiza, P. L., Bañuelos Flores, N., Romero Escalante, D.M., Romo Paz, E.L., Ochoa Manrique, A. I., Rodica Caracuda, A., y Olivares Cervantes, J. (2010). El patrimonio natural y cultural como base para estrategias de turismo sustentable en la Sonora Rural. *Estudios Sociales*, 17(spe), 80-103. Recuperado de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572009000300004&lng=es&tlng=es.

Say, B. (Sin fecha). De los consumos públicos. En Autor *Tratado de economía política o exposición sencilla del modo con que se forman, se distribuyen y se consumen las riquezas. Tomo II*. Recuperado de https://books.google.com.mx/books?id=MDOauKwc8j8C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

Schumpeter, J. A. (1982). *Historia del análisis económico*. España: Editorial Oikos-Tau.

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2019). *Normatividad técnica para la generación de estadística básica agropecuaria*. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/516766/Normatividad_estadistica_2019.pdf

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER). (2020). *Sistema de Información Agropecuario de Consulta (SIACON)*. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/index.php/s/AQROGZKKqEek6wh>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura (SAGARHPA). (2020). *OIAPES: Información agropecuaria, pesquera y acuícola del estado de Sonora*. (Ganadería). Recuperado de <http://oiapes.sagarhpa.sonora.gob.mx/inicio-20200324.htm>

Secretaría de Economía (2019). *Cartografía de concesiones mineras*. Recuperado de: [<https://datos.gob.mx/>](https://datos.gob.mx/). Alternativamente puede consultarse la liga <https://portalags1.economia.gob.mx/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=1f22ba130b0e40d888bfc3b7fb5d3b1b>

- Servicio Geológico Mexicano. (2016). *Panorama minero del estado de Sonora*. Secretaría de Economía. Recuperado de <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/SONORA.pdf>
- Shägner, J. P., Brander, L., Maes, J., y Hartje, V. (2013). Mapping ecosystem services' value: Current practice and future prospects. *Ecosystem Services*, 4, 33-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2013.02.003>
- Silvert Crest Metals Inc. (2019). *Las Chispas*. (Propiedades). Recuperado de <https://www.silvercrestmetals.com/properties/las-chispas/>
- Sistema de Información Agroalimentario de Consulta. (2020) *Producción agrícola y pecuaria anual por municipio*. Recuperado de <https://nube.siap.gob.mx/index.php/s/AQROGZKKqEek6wh>
- Sliwinski, M. S., Burbach, M.E., Powell, L. A., y Schacht, W.H. (2018). Ranchers, perceptions of vegetation heterogeneity in the northern great plains. *Great Plains Research*, 28(2), 185-197. <https://doi.org/10.1353/gpr.2018.0029>
- Smith, A. (1958). *Investigación sobre la Naturaleza y Causa de la Riqueza de las Naciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Smith, T. M., Smith R. L. (2006). *Ecología* (6ta. Edición). México: Pearson.
- Stiglitz, J. E. (2001). Los bienes públicos y los bienes privados suministrados por el Estado. En Autor *La economía del sector público* (pp.149-179). España: Antoni Bosch editor.
- Sunkel, O. (1980). La interacción entre los estilos de desarrollo y el medio ambiente en América Latina. *Revista de la Cepal*, 12, 17-52. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/40625>
- Tapia Landeros, A. (2013). De la ganadería a la cinegética. Transformación de roles e identidades en el desierto de Sonora. *Culturales*, 1(1), 107-142 Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=694/69429860005>

- Torregroza-Fuentes, E., Llamas-Chávez, J., Borja-Barrera, F. (2014). Diferencias entre actores sociales en el conocimiento y la percepción de la vegetación de la cuenca de la Ciénega de la Virgen. *Ecología Aplicada*, 13(2), 97-108. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34132815004>
- United States Geology Service. (2020). *Earth Explorer*. Recuperado de <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- Urrutia Morales, J., y Beltrán López. S. (2003). *Manejo del ganado época de sequía en el altiplano y zona media de San Luis Potosí*. [Folleto] Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Recuperado de <http://www.campopotosino.gob.mx/index.php/biblioteca-digital/category/18-forrajes-pastizales?download=109:manejo-del-ganado-en-poca-de-sequa-en-el-altiplano-y-zona-media-de-san-luis-potos>
- Vega-Granillo, E. L., y Sámano-Tirado A.P. (2013). Usos y ocurrencias de los principales metales que se producen en Sonora. *Epistemus* 7(14), 83-89 Recuperado de <https://biblat.unam.mx/hevila/EpistemusCienciatecnologiaysalud/2013/no14/13.pdf>
- Vega-Granillo, E. L., Cirett-Galán, S., de la Parra-Velasco, M. L., y Zavala-Juárez, J. R. (2011). Hidrogeología de Sonora, México. En. Calmus T. (Ed.), *Panorama de la geología de Sonora, México* (pp. 267-298). Instituto de Geología, Boletín 118. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de <http://www.geologia.unam.mx:8080/igl/index.php/difusion-y-divulgacion/publicaciones/boletin-del-instituto-de-geologia/579-boletin-118>
- Villa Herrera, A., Paz-Pellat, F., Pérez Hernández, M.J., Rojas Montes, C., Rodríguez Arvizu, M., Ortiz Acosta, S., Domínguez, C., y Díaz-Solís, H. (2014). Estimación de la capacidad de carga animal en agostaderos usando un índice de vegetación de

- pendientes normalizadas. *Agrociencia*, 48(6), 599-614. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v48n6/v48n6a3.pdf>
- Villamagua-Vergara, G. C. (2017). Percepción social de los servicios ecosistémicos en la microcuenca El Padmi, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27, 102-114. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/Revibec/article/view/335096/425790>
- Villarruel, L., Troyo, E., Gutiérrez, O., Nieto, A., Esqueda, M., Ffolliot, P., Murillo B., Solís, G. (2014). Valoración hidro-ambiental y evaluación de coeficientes de agostadero mediante indicadores termo pluviométricos. *Revista Mexicana de Ciencias PECU*, 5(2), 143-156. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v5n2/v5n2a2.pdf>
- Wallace, K. J. (2007). Classification of ecosystem services: problems and solutions. *Biological Conservation*, 139, 235-246. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2007.07.015>
- Wilcox, A. S., Giuliano, W., y Monroe, M. C. (2012). Predicting cattle rancher wildlife management activities: an application of the theory of planned behavior. *Human Dimensions of Wildlife*, 17(3), 159-173. <https://doi.org/10.1080/10871209.2012.639043>
- Zhu, H., Guan, Z., y Wei, X. (2016). Factors Influencing Farmers' Willingness to Participate in Wetland Restoration: Evidence from China. *Sustainability*, 8(12). <https://doi.org/10.3390/su8121325>

ANEXO 1

<i>Funciones, procesos y componentes, bienes y servicios ecosistémicos según De Groot et al (2002)</i>		
Funciones	Procesos y componentes ecosistémicos	Bienes y servicios (ejemplos)
<i>Funciones de regulación</i>		
Regulación de gases	El rol de los ecosistemas en los ciclos bioquímicos (<i>e.g.</i> el balance CO ₂ /O ₂)	Protección contra los rayos UV por la capa ozono Mantenimiento de la calidad del aire
Regulación del clima	Influencia de la superficie de la tierra y procesos biológicos sobre el clima	Mantenimiento de un clima favorable (temperatura, precipitación, etc.) para el hábitat humano, la salud y el cultivo
Prevención de desastres	Influencia de las estructuras ecosistémicas para atemperar desastres	Protección contra tormentas (barrera de coral) Prevención de inundaciones (bosques)
Regulación del agua	El rol de la superficie terrestre en la regulación del escurrimiento y la descarga de los ríos	Irrigación y drenaje natural
Oferta de agua	Filtración, retención y almacenamiento de agua fresca	Suministro de agua para el consumo (directo, la irrigación y usos industriales)
Retención de suelos	El papel de las raíces vegetales y la biota del suelo para la retención de suelos	Mantenimiento de la tierra arable; Prevención de daños por la erosión/salitración
Formación de suelos	Desgaste de la roca, acumulación de materia orgánica	Mantenimiento de la productividad en la tierra arable
Regulación de nutrientes	El papel de la de la biota en la acumulación y el reciclaje	Mantenimiento de la productividad natural de suelo, mantenimiento de la salud del suelo y la productividad del ecosistema
Tratamiento de residuos	El papel de la vegetación y la biota en la remoción o la descomposición de compuestos y nutrientes xénicos	Control de la contaminación/desintoxicación Filtración de partículas de arena Reducción de la contaminación sonora
Polinización	El papel de la biota en el movimiento de los gametos florales	Polinización de especies de plantas silvestres; Polinización de cultivos;
Control biológico	Control de la contaminación a través relaciones de la dinámica trófica (cadena alimenticia)	Control de plagas y enfermedades; Reducción de herbívoros que dañan cultivos
<i>Funciones de hábitat Proveeduría del hábitat para plantas silvestres y especies animales</i>		
Función de refugio	Adecuados espacios para la vida de plantas silvestres y animales	Mantenimiento de especies comercialmente explotadas

Función de nodrizaje	Hábitat adecuado para la reproducción	
Funciones de producción <i>Proveeduría de recursos naturales</i>		
Alimentos	Conversión de energía solar en plantas y animales comestibles	Caza, recolección de peces, juego, frutas, etc. Small-scale subsistence farming & Aquaculture.
Materiales crudos	Conversión de energía solar en biomasa para la construcción de biomasa y otros usos	Construcción y mantenimiento; Combustibles y energía; Forraje y fertilizantes;
Recursos genéticos	Material genético y evolución en plantas silvestres y animales	Mejoramiento de cultivos resistentes a patógenos y enfermedades; n Otras aplicaciones (cuidados de la salud)
Recursos medicinales	Variedad en sustancias bioquímicas en y otros usos medicinales de la biota natural	Drogas y farmacéuticos; Modelos químicos y herramientas; Organismos de prueba y ensayo;
Recursos ornamentales	Variedad de la biota en los ecosistemas naturales con uso ornamental (potencial)	Recursos para moda, artesanía, joyería, mascotas, para culto, decoración y recuerdos
Función de información <i>Proveeduría de oportunidades para el desarrollo cognitivo</i>		
Información estética	Características atractivas del paisaje	Disfrute de escenarios (camino escénicos, habitacionales, etc);
Recreación	Paisajes con uso (potencial) recreacional	Travesías a través de ecosistemas naturales para el ecoturismo, deportes de campo, etc.
Información artística y cultural	Características naturales con valor artístico y cultural	Uso de la naturaleza con motivos en libros, películas, pintura, folclor, símbolos nacionales, arquitectura, publicidad, etc.
Información espiritual e histórica	Variedad en características naturales con valor espiritual e histórico	Uso de la naturaleza para propósitos religiosos
Educación y ciencia	Variedad en la naturaleza con valores científicos y educativos	Uso de los sistemas naturales para la excursión, para la investigación científica.
Fuente: elaborado con información de De Groot et al. (2002).		

ANEXO 2

El objetivo de esta encuesta es conocer las características de los productores ganaderos y los terrenos de agostadero, así como la percepción e importancia que se le otorgan a los recursos naturales. La información de esta encuesta apoyara la tesis doctoral “Valoración multicriterio de servicios ecosistémicos de los agostaderos del Río Sonora”. Para ello, se presenta ante usted el siguiente cuestionario, en el cual se le pide que conteste de forma sincera. Le aclaramos, que bajo ninguna circunstancia la información contenida aquí sobre sus datos personales será revelada, y que de ser necesario precisar un dato conforme a su identidad, el entrevistador deberá solicitar su aprobación por medio de la carta institucional de consentimiento de El Colegio de Sonora.

Finalmente, se le pide que lea atentamente cada reactivo y que de tener alguna duda lo haga saber al entrevistador o aplicador del cuestionario.

Agradeciendo de antemano su colaboración, atentamente:

Oscar Antonio Castro Molina

Tesista doctorante de El Colegio de Sonora

Sección I. Datos personales	
Nombre:	1.1 Edad: 1.1.1 Sexo:
1.4. Usted nació en este municipio: Si () No () SÓLO SI DIJO NO 1.5. ¿En dónde?: _____,	
1.6. Estado _____ 1.7. País: _____	
1.8 Su estado civil es:	
() Solter@	() Viudo@
() Casad@	() Unión libre
() Divorciad@	
1.9. ¿Usted tiene hijos?: Si () No () 1.10 ¿Cuántos hijos son?: _____	
1.11 ¿Algunos viven con usted?: Si () No () .	
1.12. De los que viven con usted ¿Cuántos son menores de 15 años?: _____ y	
1.13. ¿Cuántos son mayores de 15 años?: _____	
1.14. ¿Quién más vive con usted en casa? () Padre () Madre () Hermanos () Tíos () Amigos	
1.15. ¿Su pareja trabaja?: Si () No ()	
De sus hijos: 1.16. ¿Cuántos van a la escuela?: _____, 1.17. ¿Cuántos de ellos reciben una beca para sus estudios?: _____	
1.18. Usted ¿cuenta con seguro médico?: Si () SOLO SI DIJO SI 1.18.1 Cuál: _____	
No ()	
1.19 ¿Usted es jubilado?: Si () No () ; 1.20. ¿Usted posee una pensión?: Si () No ()	
1.26. Tiene otra aportación económica en su casa:..... () NO () SI ¿Cuál? _____	
Educación 1.27. ¿Cuál fue el último año de estudios que usted completo?	
Primaria () 1.27.1 ¿Qué grado?: _____	
Secundaria () 1.27.1 ¿Qué grado?: _____	
Bachillerato/preparatoria 1.27.1 ¿Qué grado?: _____	
Universidad () 1.27.1 ¿Qué grado?: _____	
Posgrado () 1.27.1 ¿Qué grado?: _____	
Primaria con carrera vocacional () 1.27.1 ¿Qué grado?: _____	
Secundaria con carrera vocacional () 1.27.1 ¿Qué grado?: _____	
Sin educación () SÍ NO TIENE EDUCACIÓN, PÁSAR A LA PREGUNTA 1.28	
1.28. (Sólo sí no fue a la escuela), ¿puede usted leer y escribir un recado? Si () No ()	
Servicios en casa. Ahora le voy a preguntar por los servicios de su casa	
1.29. ¿cuenta con conexión al drenaje? Si (), No () SI DIJO QUE SI, PASEA LA 1.30; SI DIJO NO PASAR A 1.29.1	
Entonces, usted qué tiene: () Fosa séptica () Otro, ¿cuál?: _____	
1.30. Cuenta con electricidad en casa: Si () No ()	
Servicios en casa	

1.31. ¿Su casa tiene conexión a agua entubada? Si () No () **SÍ DIJO NO PASE A LA 1.32; SI DIJO SI PASE A 1.31.1**

1.31.1 ¿Dónde está la conexión al agua potable?

() Al interior de su vivienda () Al exterior de la vivienda pero dentro del terreno

1.32. ¿Cuáles fuentes de agua para beber y preparar alimentos tiene?

() Pozo: () Represo () Laguna, río, arroyo () Compra agua purificada () Otro

¿Cuál? _____

1.33. ¿De dónde obtiene el agua para bañarse? () Conexión al agua potable () Pozo ()

Represo () Laguna,

río, arroyo () Otro,

cuál: _____

1.34. Y Para lavar la ropa o hacer el aseo de la casa, etc. () Conexión al agua potable () Pozo

() Represo ()

Laguna, río, arroyo () Otro,

cuál: _____

1.35. En su casa se cuenta con: Escusado () Letrina () Otro,

¿cuál? _____

Sobre su vivienda, con qué materiales está construida

1.36. El techo de la casa es de: () Cemento/vaciado () Lámina () Otro ¿cuál?

1.37 El piso de la casa es de: () Cemento/firme () Tierra () Madera () Otro

¿cuál?: _____

1.38. Las paredes son de: () Ladrillo/bloque () Adobe () Otro ¿cuál?: _____

1.39. Cuántas habitaciones tiene sólo para dormir en casa: _____

1.40. Tiene un cuarto especialmente para cocinar y/o comer: () Si () No

1.41. Entonces, ¿se tiene estufa en su casa?: () Si () No,

1.42. ¿Qué otro tipo de combustible utiliza para cocinar para cocinar?: () Gas () Leña/carbón () Electricidad () Otro ¿Cuál?

1.43 ¿Usted es...

() Ejidatario

() Comunero

() Productor privado

() Otro, ¿Cuál?

¿Dónde se localizan la unidad productiva o los terrenos donde usted realiza la ganadería de bovinos?

1.45. (**Sólo propietarios privados o presidente ejidal/comunal**). Nombre del rancho o toponímico del lugar.: _____

1.45.1. (**Sólo propietarios privados**) Camino o Carretera a: _____ Km: _____

(**Sólo propietarios privados**)

1.45.2 **(Solo A Privados o presidentes)** ¿Aceptaría una visita a sus terrenos de agostadero con la finalidad de conocer la vegetación y biodiversidad del lugar, así como los procesos realizados para llevar a cabo la ganadería? SI () NO ()

Celular: _____

La sección dos de este cuestionario está a punto de comenzar, por favor, responda sinceramente de acuerdo a su experiencia e impresiones en su quehacer como productor ganadero. Se le recuerda que toda la información aquí contenida no hace referencia a su persona o identidad.	
1.46 ¿Con quién se organiza para realizar el trabajo relacionado con la ganadería?	
() Nadie, lo hago yo solo	
() Sólo con mi familia	¿Cuántos familiares le ayudaron? _____
() Con un grupo o cooperativa	¿con cuántos miembros se organizó? _____
() Se organiza como empresa	¿Con cuántos socios se organizó? _____
() Otra forma de organización: Cuál _____	¿Cuántos ayudantes tuvo? _____
1.47 ¿Contrató personal? SI () NO () 1 ¿Cuántas personas contrató? _____	
1.48. Al 30 de agosto, en este último año, ¿Usted fue contratado para realizar la ganadería en sus propios terrenos de agostadero y recibió a cambio un pago en efectivo?	1.48. Si () No () 1.48.1 Por cuánto tiempo _____ 1.48.2 Cuánto cobró por esta actividad _____

PREGUNTAR A TODOS

Ahora le voy a preguntar por el manejo que se realiza en su unidad productiva

2. Para esta temporada de lluvias, ¿cuántos animales compusieron el tamaño de su hato?:
 1 Vacas_____ 2 Becerras_____ 3 Toros_____ 4 Vaquillas o becerras para reemplazo_____
- 2.1 Actualmente, ¿Cuántas de sus vacas se encuentran cargadas? _____
- 2.2 ¿Desde qué mes del año, el ganado se encuentran pastando en el agostadero? _____
 () Todo el año () Eso depende de la lluvia
- 2.3. ¿En qué mes del año, tiene previsto sacar al ganado del agostadero? _____
 () No, se quedará allí () Eso depende de la vegetación disponible
- 2.3.1 ¿Usted cuenta con una milpa para uso personal o privado? SI () NO () 2.3.2 ¿Cuánto mide? _____
- 2.3.3. ¿Qué tipo de vegetación siembra? () Forrajes () Otra vegetación no forrajera
- 2.6. ¿Conoce el coeficiente de agostadero de sus terrenos? SI () NO () 2.17.14. ¿Cuál es? _____
- 2.7. ¿Conoce la capacidad de carga animal de su terreno? SI () NO () 2.17.16 ¿Cuál es? _____
- 2.8. ¿Realiza actividades para retener agua o la humedad en el suelo? NO () SI ()
 ¿Cuál? _____
- 2.9. De sus ganancias, ¿Toma una parte de su ingreso para dar servicio a los agostaderos naturales? SI ()
 NO () Por qué
 no: _____

2.10. ¿Qué tan necesario le resulta realizar o llevar a cabo un control sobre el tamaño y abundancia de la vegetación del agostadero?	<input type="checkbox"/> Totalmente necesario <input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Ni necesario ni innecesario <input type="checkbox"/> No necesario <input type="checkbox"/> Absolutamente innecesario
2.11 ¿Qué tan cierta es la siguiente frase?: “Un agostadero con vegetación no forrajera es inútil”	<input type="checkbox"/> Totalmente cierta <input type="checkbox"/> Es cierta <input type="checkbox"/> Ni falsa ni cierta <input type="checkbox"/> Es falsa <input type="checkbox"/> Absolutamente falsa
2.12 ¿Qué tan cierta es la siguiente frase? “Una pradera de buffel sería mejor que el agostadero natural”.	<input type="checkbox"/> Totalmente cierta <input type="checkbox"/> Es cierta <input type="checkbox"/> Ni falsa ni cierta <input type="checkbox"/> Es falsa <input type="checkbox"/> Absolutamente falsa
2.13 ¿Qué tan cierta es la siguiente frase?: “Los insectos y animales salvajes son contraproducentes”	<input type="checkbox"/> Totalmente cierta <input type="checkbox"/> Es cierta <input type="checkbox"/> Ni falsa ni cierta <input type="checkbox"/> Es falsa <input type="checkbox"/> Absolutamente falsa
2.14 ¿Qué tan cierta es la siguiente frase?: “Un agostadero sin ganado es un agostadero inútil”	<input type="checkbox"/> Totalmente cierta <input type="checkbox"/> Es cierta <input type="checkbox"/> Ni falsa ni cierta <input type="checkbox"/> Es falsa <input type="checkbox"/> Absolutamente falsa

(SOLO A PROPIETARIOS PRIVADOS O PRESIDENTES EJIDALES O COMUNALES) A su terreno de agostadero, llega gente con fines de:

2.2. () Turismo	Cobra por el acceso Si () No () Cuánto: _____
2.3 () Actividades religiosas	Cobra por el acceso: Si () No () Cuánto: _____

2.4. () Actividades educativas/científicas	Cobra por el acceso: Si () No () Cuánto: _____
2.5. () Observación de animales	Cobra por el acceso: Si () No () Cuánto: _____
2.6. () Exploración de empresas	Cobra por el acceso: Si () No () Cuánto: _____
2.7. () Otras ¿Cuáles:	Cobra por el acceso: Si () No () Cuánto: _____

<p>2.8 (SOLO A PROPIETARIOS PRIVADOS O PRESIDENTES EJIDALES O COMUNALES) ¿Cuál es el valor actual de mercado/ comercial del terreno de agostadero? _____ ¿y el de la milpa?: _____</p>
<p>2.9 (SOLO A PROPIETARIOS PRIVADOS O PRESIDENTES EJIDALES O COMUNALES) Después del derrame del 4 de agosto de 2014, ¿Cómo se movió el precio del terreno de agostadero? <input type="checkbox"/> Disminuyó <input type="checkbox"/> Se quedó igual <input type="checkbox"/> Aumentó</p>
<p>2.10 (SOLO A PROPIETARIOS PRIVADOS O PRESIDENTES EJIDALES O COMUNALES) ¿Cuánto era lo que valía antes del 4 de agosto de 2014?</p>
<p>2.11 (SOLO A PROPIETARIOS PRIVADOS O PRESIDENTES EJIDALES O COMUNALES) Después, ¿en qué precio se cotizó?</p>
<p>2.12 (SOLO A PROPIETARIOS PRIVADOS O PRESIDENTES EJIDALES O COMUNALES) Si usted vendiera sus terrenos de agostadero, ¿cuánto pediría por ellos?</p>
<p>(SOLO A PROPIETARIOS PRIVADOS O PRESIDENTES EJIDALES O COMUNALES) 2.13 Actualmente, ¿Usted renta toda o una parte de sus tierras de agostadero a otro ganadero? Si () No () ¿Cuánto le pagan por la renta? _____ ¿Cuál es la superficie que usted renta?: _____</p>
<p>2.14 Actualmente, ¿Usted renta toda o una parte de sus tierras a otro tipo de actividades económicas? Si () No () 2.13 ¿Cuánto le pagan por la renta? _____ ¿A qué se dedica la empresa que le está rentando? ¿Cuál es la superficie que usted renta?: _____</p>

	2.	¿Alimentos para personas? Si () No () ¿Cómo cuáles?	¿Material para. Fibras y textiles? Si () No () ¿Cómo cuáles?	¿Hay Fuentes Energéticas? Si () No () ¿Cómo cuáles?	¿Para Medicinas o remedios? Si () No () ¿Cómo cuáles?	Otros Si () No () ¿Cómo cuáles?
2.5 En el agostadero ¿considera que hay....	A	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>
	B	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>
		<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>
		<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>
		<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>
		<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>
		<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>	<i>Escriba aquí Nombre</i>

APLICAR CUESTIONARIO PAREADO A PRODUCTORES PRIVADOS O PRESIDENTES EJIDALES O COMUNEROS

<p>Sección III. Importancia y valoración de los recursos naturales del agostadero. FOLIO ENCUESTA: __; __; __; __: __ FECHA: <u>DIA/ MES/ AÑO</u> ADICIONAL SI () NO () Leer al encuestado “Ahora le voy a preguntar por dos opciones, usted debe indicarme cuál elige y qué tan importante o relevante es para darle valor a su acuerdo” Encuestador: Proporcione al encuestado la tabla de grados de importancia</p>		
VEGETACIÓN FORRAJERA (1) O VEGETACIÓN NO FORRAJERA (2)	/	/
VEGETACIÓN FORRAJERA (1) O PRESENCIA DE ANIMALES PARA LA CACERÍA (4)	/	/
VEGETACIÓN FORRAJERA (1) O FUENTES DE AGUA (5)	/	/
VEGETACIÓN FORRAJERA (1) O INSECTOS Y ANIMALES SALVAJES (6)	/	/
VEGETACIÓN FORRAJERA (1) O PAISAJES (7)	/	/
VEGETACIÓN NO FORRAJERA (2) O PRESENCIA DE ANIMALES PARA LA CACERÍA (4)	/	/
VEGETACIÓN NO FORRAJERA (2) O FUENTES DE AGUA (5)	/	/
VEGETACIÓN NO FORRAJERA (2) O INSECTOS Y ANIMALES SALVAJES (6)	/	/
VEGETACIÓN NO FORRAJERA (2) O PAISAJES (7)	/	/
PRESENCIA DE ANIMALES PARA LA CACERÍA (4) O FUENTES DE AGUA (5)	/	/
PRESENCIA DE ANIMALES PARA LA CACERÍA (4) O INSECTOS Y ANIMALES SALVAJES (6)	/	/
PRESENCIA DE ANIMALES PARA LA CACERÍA (4) O PAISAJES (7)	/	/

Muchas gracias por su valiosa colaboración, que pase un excelente día

ANEXO 3

Componentes ecosistémicos de origen vegetal según servicio ecosistémicos de aprovisionamiento

Anexo 3 (1 de 2) Componentes ecosistémicos de origen vegetal según servicio ecosistémicos de aprovisionamiento							
Leña		Medicina		Textil/fibras		Alimento	
	Recuento		Recuento		Recuento		Recuento
Alamo	3	Alamo	1	Lechuguilla	4	Agave	1
Alisos	1	Albacar	2	Maguey	11	Bachata	1
Arbustos	1	Arnica	9	Mezquite	1	Bellota	16
Bellota	17	Bachata	6	Palma	2	Berros	6
Brea	4	Batamote	3	Palmilla	12	Bledo	4
Chino	35	Bebelama	1	Pochote	1	Canelilla	3
Chirahui	8	Brea	2	Sauz	2	Chiltepin	54
Cumaro	7	Camote del monte	1	Sotol	3	Chinita	0
Encino	39	Canelilla	3	Zota	2	Chino	1
Fresno	1	Caña	1	Zovaro	1	Chirahui	1
Garambullo	10	Cascara de encino	1			Chuales	4
Jaguita	1	Chicura	3			Chucata	1
Mauto	4	Chino	1			Coloradita	1
Mezquite	78	Choya	12			Cosahui	1
Nogal	1	Chucata	1			Covena	4
Ocotillo	1	Cola de caballo	3			Cumaro	3
Palo seco	1	Copalquin	6			Durazno	1
Palodulce	2	Cosahui	2			Ejote de matachin	2
Palofierro	4	Damiana	5			Ejote tallochin	1
Regala	1	El inmortal	1			Ejotes	1
Sabino	1	Estafiate	3			Garambullo	7
Sauce	1	García	1			Jícama del monte	1
Sauz	1	Golondrina	1			Lechuguilla	5
Tascal	6	Gomilla	3			Limoncito	1
Tazcalo	1	Gordolobo	21			Maguey	28
Tazcate	1	Hierba colorada	2			Manzanita	1
Tazol	1	Hierba de la vibora	2			Mera silvestre	1
Tepeguaje	1	Hierba del aire	1			Mezquite	3
Tesota	23	Hierba del campo	1			Nogal	1
Varaprieta	1	Hierba del indio	17			Nopal	6
Vinorama	1	Hierba del manzo	3			Oregano	13
		Hierba del pasmo	19			Palmilla	1
		Hierba del venado	4			Palo Blanco	1
		Hierba vichi	1			Papache	1
		Hierba orada	0			Pechita	0
		Hoja de cuna	1			Pitaya	25
		Huereque	1			Platano de zota	1
		Jarilla	1			Quelite	3
		La inmortal	1			Tesota	1
		Mahuaque	2			Tunas	1
		Marrujo	1			Verdolaga	1
		Mercurio	1			Yuen	1
		Mezquite	1				
		Ortiga	1				

Anexo 3 (2 de 2) Componentes ecosistémicos de origen vegetal según servicio ecosistémicos de aprovisionamiento							
Leña		Medicina		Textil/fibras		Alimento	
	Recuento		Recuento		Recuento		Recuento
		Ortiguilla	1				
		Palo dulce	1				
		Palo Blanco	0				
		Palo Fierro	0				
		Pechita	1				
		Pionilla	10				
		Raíz de choya	2				
		Romerillo	2				
		Salvia	15				
		Sangregado	2				
		Tabaco de coyote	1				
		Tamichi	2				
		Tapachico	3				
		Tapachorro	0				
		Tapaderita	1				
		Tarachico	3				
		Temiche	1				
		Tepeguaje	3				
		Tesota	1				
		Timinagua	2				
		Toji	6				
		Topachurin	1				
		Toroprieto	1				
		Torote	22				
		Torote prieto	1				
		Torote rojo	1				
		Uña de gato	2				
		Valeriana	2				
		Varaprieta	1				
		Vinorama	5				

ANEXO 4

Modelo de regresión para obtener la elasticidad cruzada de la demanda

Los cálculos fueron realizados con Stata v.12.

1. Selección de regresión pool con mínimos cuadrados ordinario, contra regresión de efectos aleatorios. El resultado fue que se elige la regresión de efectos aleatorios.

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$\ln N_{dvi}[cvegeo, t] = Xb + u[cvegeo] + e[cvegeo, t]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt(Var)
lnNdvi	.0033268	.0576788
e	.0013801	.0371497
u	.0016652	.0408071

Test: Var(u) = 0

chibar2(01) = 523.95
Prob > chibar2 = 0.0000

2. Modelo de efectos fijos

Se realiza la regresión de efectos fijos y se procede a tomar este modelo y no el de regresión con mínimos cuadrados ordinarios.

Fixed-effects (within) regression	Number of obs	=	558
Group variable: cvegeo	Number of groups	=	70
R-sq: within = 0.0278	Obs per group: min	=	7
between = 0.1215	avg	=	8.0
overall = 0.0342	max	=	8
corr(u_i, Xb) = -0.4421	F(2, 486)	=	6.96
	Prob > F	=	0.0010

lnNdvi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[90% Conf. Interval]	
lnPrmdpPiePIB	.0196093	.0072701	2.70	0.007	.0076282	.0315904
lnPmruPIB	.0226216	.0078438	2.88	0.004	.009695	.0355482
_cons	4.596343	.0612166	75.08	0.000	4.495458	4.697227
sigma_u	.05031701					
sigma_e	.03708119					
rho	.64804725 (fraction of variance due to u_i)					

F test that all u_i=0: F(69, 486) = 11.58 Prob > F = 0.0000

3. Prueba de Hausman para selección de Efectos Fijos Vs. Efectos Aleatorio.

Por la prueba de probabilidad asociada a χ^2 se selecciona el Modelo de Efectos Fijos (Fixed). Por tanto, las pruebas de diagnóstico se realizarán considerando este modelo.

```
. hausman Fixed Random
```

	Coefficients			
	(b) Fixed	(B) Random	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
lnSupsem	-.0031768	-.0044092	.0012324	.0025781
lnPrmdpiePIB	.0171449	.0174458	-.000301	.
lnPmruPIB	.0230383	.0051172	.0179212	.0047828
lnCabez	.0021627	-.0002313	.002394	.0021279
lnPeso	.0055137	-.0025492	.0080629	.0023417

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

```
chi2(5) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
          = 22.21
Prob>chi2 = 0.0005
(V_b-V_B is not positive definite)
```

4. Prueba de efectos temporales

La prueba de efectos temporales descarta que haya alguna incidencia especial en algún momento en el tiempo. La prueba de probabilidad asociada de $p > 0.005$ de $F = 7.89$ (7, 479), indica que el factor del tiempo no es relevante y por tanto no se incluyen como parte del modelo.

```

. xi: xtreg lnNdvi lnPrmdpiePIB lnPmruPIB i.periodo, fe level(90)
i.periodo      _Iperiodo_2006-2019 (naturally coded; _Iperiodo_2006 omitted)

Fixed-effects (within) regression              Number of obs   =       558
Group variable: cvegeo                        Number of groups =        70

R-sq:  within = 0.1283                        Obs per group:  min =         7
        between = 0.0960                      avg =           8.0
        overall = 0.0069                      max =           8

                                                F(9,479)       =       7.83
corr(u_i, Xb) = -0.1935                       Prob > F       =       0.0000

```

lnNdvi	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[90% Conf. Interval]	
lnPrmdpiePIB	-.0167981	.0111169	-1.50	0.133	-.0352051	.0016089
lnPmruPIB	.0141749	.0081964	1.73	0.084	.0006669	.0276829
_Iperiodo_2008	-.0107424	.0063822	-1.68	0.093	-.0212606	-.0002242
_Iperiodo_2010	-.0019292	.0062093	-0.31	0.756	-.0121625	.008304
_Iperiodo_2012	-.0121533	.0061681	-1.97	0.049	-.0223186	-.001988
_Iperiodo_2014	.0306566	.0071186	4.31	0.000	.0189249	.0423883
_Iperiodo_2016	-.0004067	.0070854	-0.06	0.954	-.0120836	.0112703
_Iperiodo_2018	.0187166	.006855	2.73	0.007	.0074193	.0300138
_Iperiodo_2019	.0068943	.0065469	1.05	0.293	-.0038952	.0176839
_cons	4.770099	.0689577	69.17	0.000	4.656454	4.883744
sigma_u	.04838001					
sigma_e	.03536827					
rho	.65170521	(fraction of variance due to u_i)				

```

F test that all u_i=0:      F(69, 479) =      12.35      Prob > F = 0.0000

```

```

. testparm lnNdvi _Iperiodo_2008 _Iper
> Iperiodo_2019

```

- (1) _Iperiodo_2008 = 0
- (2) _Iperiodo_2010 = 0
- (3) _Iperiodo_2012 = 0
- (4) _Iperiodo_2014 = 0
- (5) _Iperiodo_2016 = 0
- (6) _Iperiodo_2018 = 0
- (7) _Iperiodo_2019 = 0

```

F( 7, 479) =      7.89
Prob > F =      0.0000

```

5. Prueba de correlación contemporánea.

Para probar que los errores de una unidad espacial no se correlacionan con los de otra unidad espacial, se realiza la prueba de correlación contemporánea. La prueba es la de Pesaran y estima que, si la probabilidad asociada es inferior al 0.005, se está en presencia de correlación contemporánea. Los resultados son positivos, y por lo tanto se admite que el modelo presenta correlación contemporánea.

```
. xtreg lnNdvi lnPrmdpib lnPmruPIB, fe level(90)

Fixed-effects (within) regression           Number of obs   =       558
Group variable: cvegeo                     Number of groups =        70

R-sq:  within = 0.0278                     Obs per group:  min =         7
        between = 0.1215                    avg =           8.0
        overall = 0.0342                    max =           8

corr(u_i, Xb) = -0.4421                     F(2,486)        =         6.96
                                                Prob > F        =         0.0010
```

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[90% Conf. Interval]	
lnNdvi						
lnPrmdpib	.0196093	.0072701	2.70	0.007	.0076282	.0315904
lnPmruPIB	.0226216	.0078438	2.88	0.004	.009695	.0355482
_cons	4.596343	.0612166	75.08	0.000	4.495458	4.697227
sigma_u	.05031701					
sigma_e	.03708119					
rho	.64804725	(fraction of variance due to u_i)				

```
F test that all u_i=0:      F(69, 486) =      11.58          Prob > F = 0.0000
```

```
. xtcsd, pesaran abs
```

```
Pesaran's test of cross sectional independence =      12.026, Pr = 0.0000
```

```
Average absolute value of the off-diagonal elements =      0.336
```

6. Heteroscedasticidad

La heteroscedasticidad genera que los estimadores no sean eficientes, pues las varianzas de los errores de cada variable independiente no son constantes; violando el requerimiento de la homocedasticidad.

La prueba de Wald prueba la correlación entre los residuos del modelo con respecto a las variables independientes del modelo; y la prueba de probabilidad asociada al χ^2 , en este caso, señala que no se puede rechazar la hipótesis nula de que los parámetros sean distintos de cero; y por lo tanto se admite la presencia de heteroscedasticidad en el modelo.

```
Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model
```

```
H0: sigma(i)^2 = sigma^2 for all i
```

```
chi2 (70) =      1537.24
```

```
Prob>chi2 =      0.0000
```

7. Tratamiento del modelo mediante la técnica PCSE

Los problemas presentes en el modelo fueron: Heteroscedasticidad y correlación contemporánea. Mediante la técnica de errores estándar de panel corregido (PCSE por sus siglas en inglés).

```
. xtpcse lnNdvi lnPmruPIB lnPrmdpiePIB, level(90)

Number of gaps in sample: 418

Linear regression, correlated panels corrected standard errors (PCSEs)

Group variable:  cvegeo                Number of obs   =       558
Time variable:  periodo                Number of groups =        70
Panels:         correlated (unbalanced) Obs per group:  min =         7
Autocorrelation: no autocorrelation                                avg =  7.971429
Sigma computed by casewise selection                                max =         8
Estimated covariances =          2485          R-squared       =    0.0467
Estimated autocorrelations =          0          Wald chi2(2)   =    18.52
Estimated coefficients =          3           Prob > chi2    =    0.0001
```

lnNdvi	Panel-corrected				
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[90% Conf. Interval]
lnPmruPIB	-.0256233	.0061235	-4.18	0.000	-.0356955 - .0155511
lnPrmdpiePIB	.0073506	.0169133	0.43	0.664	-.0204693 .0351705
_cons	4.965746	.073233	67.81	0.000	4.845288 5.086203

8. Se obtuvieron tres soluciones posibles al modelo, donde se fue excluyendo las opciones que menor aporte obtienen con la variable dependiente. El modelo que mejor ajuste obtuvo fue el que sólo contempla la variable LnPmruPIB.

```
. estimate table Con_Constante Sin_lnPrmdPiePIB Sin_Constan
```

Variable	Con_Co~e	Sin_ln~B	Sin_Co~e
lnPmruPIB	-.025623	-.02582	.702429
	-4.18444	-3.72803	234.721
	.000029	.000193	0
lnPrmdpiePIB	.007351		
	.434605		
	.663849		
_cons	4.96575	4.99129	
	67.8075	107.734	
	0	0	
N	558	560	560
r2	.046709	.045865	.994629
chi2	18.5207	13.8982	55094.1
p	.000095	.000193	0

legend: b/t/p

ANEXO 5

Respuesta de INEGI

“Específicamente se relaciona a la información sobre los agroecosistemas que son captados en el trabajo, donde destacan las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, entre otras y en relación a las áreas dedicadas a las actividades pecuarias he visto que se refieren a los pastizales cultivados mi pregunta es ¿En esta categoría también se incluye a la superficie que aprovecha la vegetación nativa (agostaderos)?”

RESPUESTA: No, en México las áreas de agostadero se presentan en casi cualquier comunidad vegetal (excepto quizás en zonas muy áridas) y la presencia de ganado varía según el tipo de vegetación y la temporada del año, por lo que no es una actividad que se pueda delimitar cartográficamente (ganadería extensiva), solo se indica puntualmente si es percibida durante la verificación de campo de la serie correspondiente.

Las áreas de agostadero dentro de algún tipo de vegetación no son consideradas en la información de Uso del Suelo y Vegetación.

“En alguna sección del documento “guía para la interpretación de usos de suelo y tipos de vegetación serie V” definen que el área de aprovechamiento pecuario esta comprendida por las áreas donde se ha introducido pastos nativos de diferentes partes del mundo (...), bajo un programa de productividad y conservación (...) y son clasificados como: pastizales cultivados”

4.1.4.2 Sistema Pastoril

Sistema en el cual se han introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento, pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea oPrivilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará),

RESPUESTA: Esta definición se considera para los potreros del trópico húmedo y seco en dónde se ha eliminado la vegetación natural y se ha sembrado o cultivado gramíneas para uso pecuario.

Sin embargo, existen áreas que aprovechan la vegetación nativa como sucede en algunos pastizales naturales y en otro tipos de vegetación como matorrales por ejemplo. ¿Esas áreas, con aprovechamiento pecuario, pero que no utilizaba pastizales cultivados, fueron señalados de alguna manera?

RESPUESTA: No, la información en primer lugar es obtenida a través de imágenes de satélite cuya resolución limita a ver la cobertura vegetal e interpretar el tipo de vegetación y no en si el uso pecuario que se da en los agostaderos que se comenta. “Si fue así, de qué forma se puede cruzar la información para acceder a ésta”

RESPUESTA: Generar información como la que se desea, es bastante complicado, habría que tener información local relacionada con el uso pecuario en las zonas (SAGARPA pudiera ser la opción) y su temporalidad, y cruzarla con la información de vegetación existente.

Fuentes INEGI:

Uso del Suelo y Vegetación:

Capa de vegetación.

La información que se indica en la capa puntual (Actividades pecuarias Usvs5p), aunque limitada por el número de observaciones que se hacen cuando hay verificación de campo, podría ayudar.

Marco Censal Agropecuario: <http://www.beta.inegi.org.mx/proyectos/agro/amca/> (información estadística)-

Otra opción está en el siguiente vínculo:

<http://rumbo65.rssing.com/browser.php?indx=13289119&last=1&item=5>

El siguiente mapa puede ayudar a aclarar las áreas que comenta:

Otros vínculos a consultar:

http://repositorio.inecc.gob.mx/ae2/ae_333.736153_c655.pdf

Esperamos que le sea de utilidad.