

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Valoración Económica y Capacidad de Carga Ecoturística en la Reforestación de la  
UAAAN, Saltillo, Coahuila

Por:

**ALEJANDRO GÓMEZ GUTIÉRREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

**INGENIERO FORESTAL**

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Valoración Económica y Capacidad de Carga Ecoturística en la Reforestación de la  
UAAAN, Saltillo, Coahuila

Por:

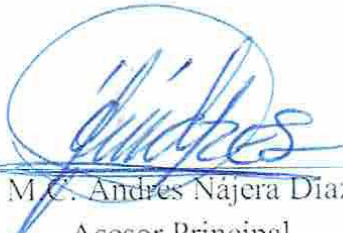
**ALEJANDRO GÓMEZ GUTIÉRREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:


**INGENIERO FORESTAL**

Aprobada por el Comité de Asesoría

  
M.C. Andres Najera Díaz  
Asesor Principal



DEPARTAMENTO FORESTAL

  
Dr. Gregorio Castro Rosales  
Coasesor

  
M.C. Luis Rodríguez Gutiérrez  
Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación  
de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio 2018

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE ANEXOS .....	VII
RESUMEN .....	VIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo general.....	2
1.1.2. Objetivos específicos .....	3
1.2. Hipótesis .....	3
1.3. Importancia del estudio / Justificación .....	3
1.4. Antecedentes.....	4
II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. Servicios ambientales .....	5
2.2. Áreas Naturales Protegidas.....	5
2.2.1. Categorías de áreas naturales protegidas .....	6
2.3. Turismo.....	6
2.3.1. Turismo alternativo.....	6
2.4. Capacidad de carga.....	8
2.4.1. Ventajas del ecoturismo.....	8
2.5. Economía ambiental .....	8
2.5.1. Valor económico total de la naturaleza.....	9
2.5.2. Métodos de valoración de la calidad ambiental.....	10
2.5.3. La disposición a pagar por un bien o producto ambiental .....	12
2.5.4. Método de costo de viaje .....	13
2.6. Encuestas .....	13
2.6.1. Tipo de encuesta .....	13
2.7. Muestreo simple aleatorio .....	14
2.8. Estadística descriptiva y estadística inferencial.....	14
2.9. Distribución muestral de medias .....	15
2.10. Intervalos de confianza.....	15

2.11. Variables aleatorias discretas y distribuciones de probabilidad .....	16
2.11.1. Distribución de probabilidad de Poisson .....	16
2.11.2. Regresión de Poisson .....	18
2.12. Variables aleatorias continuas y distribuciones de probabilidad .....	19
2.12.1. Distribución normal .....	19
2.13. Modelos econométricos .....	21
2.13.1. Elaboración del modelo econométrico .....	22
2.13.2. Bondad de ajuste de los modelos econométricos .....	23
2.13.3. Definición de las variables ficticias .....	23
2.14. Métodos explicativos .....	23
2.14.1. Regresión múltiple .....	24
2.14.2 Modelos de elección discreta .....	25
2.14.3. Regresión múltiple y modelos de elección discreta con variables ficticias .....	29
2.15. Modelos con variable dependiente limitada (modelo Tobit) .....	29
2.16. Mínimos cuadrados ordinarios .....	31
2.17. Bondad de ajustes .....	32
2.18. Impacto ambiental .....	33
2.18.1. Tipo de impactos ambientales .....	33
2.18.2. Medidas para minimizar el impacto ambiental .....	34
III. REVISIÓN DE LITERATURA .....	36
3.1 Trabajos afines internacionales de valoración económica .....	36
3.2. Trabajos afines nacionales de valoración económica .....	41
3.4. Trabajos afines regionales de valoración económica .....	43
3.5. Trabajos afines internacionales de capacidad de carga turística .....	44
3.6. Trabajos afines nacionales de capacidad de carga turística .....	45
3.7. Trabajos afines regionales de capacidad de carga turística .....	45
3.8. Resumen de trabajos afines de valoración económica .....	46
IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	52
4.1. Ubicación geográfica .....	52
4.2. Fisiografía .....	52
4.3 Hidrología .....	52

4.4. Geología.....	52
4.5. Edafología.....	53
4.6. Clima .....	53
4.7. Fauna .....	53
4.8. Vegetación .....	54
V. MATERIALES Y MÉTODOS .....	55
5.1. Descripción de metodología aplicada.....	55
5.1.1. Selección del sitio .....	55
5.1.2. Diseño de la encuesta.....	56
5.1.3. Calculo del tamaño de muestra .....	58
5.1.4. Aplicación de muestra piloto .....	58
5.1.5. Aplicación de encuestas .....	58
5.1.6. Captura de datos.....	59
5.1.7. Calculo de estadística descriptiva .....	59
5.1.8. Estimación econométrica .....	59
5.1.9. Valoración contingente .....	61
5.1.10. Metodología costos de viaje.....	61
5.1.11. Metodología para capacidad de carga ecoturística en el área de estudio.....	62
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	69
6.1. Estadística descriptiva .....	69
6.2. Resultados econométricos .....	80
6.2.1 Valoración contingente .....	80
6.2.2 Costo de viaje.....	83
6.3. Resultados de capacidad de Carga Ecoturística .....	85
6.3.1. Capacidad de carga física (CCF) .....	85
6.3.1.1. Capacidad de carga física para los sitios de uso público .....	87
6.3.1.2. Capacidad de carga física para las pistas de ciclismo.....	87
6.3.2. Capacidad de Carga Real (CCR).....	88
6.3.2.1. Factor de corrección de precipitación .....	88
6.3.2.2. Factor de corrección por luz solar.....	89
6.3.2.3. Factor de corrección fauna silvestre .....	90

6.3.2.4. Factor de corrección de cierres temporales.....	91
6.3.2.5. Factor de corrección por erodabilidad .....	91
6.3.2.6. Factor de corrección por accesibilidad .....	92
6.3.2.7 Capacidad de Carga Real para sitios de uso público .....	94
6.3.2.8. Capacidad de Carga Real para pistas de ciclismo.....	94
6.3.3. Capacidad de manejo.....	95
6.3.4. Capacidad de carga efectiva (CCE).....	95
VII. CONCLUSIONES .....	97
VIII. RECOMENDACIONES .....	99
IX. LITERATURA CITADA .....	100

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Actividades del turismo alternativo.....	7
Cuadro 2. Métodos explicativos.....	24
Cuadro 3. Trabajos afines de valoración económica internacionales .....	46
Cuadro 4. Trabajos afines internacionales, segunda parte .....	47
Cuadro 5. Trabajos afines internacionales, tercera parte .....	48
Cuadro 6. Trabajos afines internacionales, tercera parte .....	49
Cuadro 7. Resumen de trabajos afines nacionales .....	49
Cuadro 8. Trabajos afines nacionales, segunda parte.....	50
Cuadro 9. Trabajos afines de valoración económica nacionales.....	51
Cuadro 10. Variables para los modelos.....	60
Cuadro 11. Rangos de pendiente.....	65
Cuadro 12. Criterios para grado de erosión.....	67
Cuadro 13. Estimación Probit con la Variable dependiente DAP.....	80
Cuadro 14. Estimaciones Tobit con la variable dependiente DAPMON .....	82
Cuadro 15. Estimaciones Poisson con la variable independiente VISITMES .....	84
Cuadro 16. Superficie por área de uso publico .....	85
Cuadro 17. Longitud y tiempos de recorrido por cada pista de ciclismo .....	87
Cuadro 18. Capacidad de carga física de sitios de uso público.....	87
Cuadro 19. Capacidad de carga física para pistas de ciclismo.....	88
Cuadro 20. Precipitación máxima mensual en diez años .....	89
Cuadro 21. Factor de corrección mensual por brillo solar .....	89
Cuadro 22. Periodo crítico de fauna silvestre en el año .....	90
Cuadro 23. Factor de corrección de erodabilidad por sitios de uso público .....	91
Cuadro 24. Factor de corrección erodabilidad por pista de ciclismo .....	92
Cuadro 25. Factor de corrección de accesibilidad por área de uso público .....	93
Cuadro 26. Factor de corrección de accesibilidad por pista de ciclismo .....	94
Cuadro 27. Resumen de factores y capacidad de carga real para sitios de uso público...94	
Cuadro 28. Resumen de factores y capacidad de carga real para pistas de ciclismo .....	95
Cuadro 29. Capacidad de carga efectiva por sitio de uso público.....	96
Cuadro 30. Capacidad de carga efectiva por pista de ciclismo .....	96

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución normal .....	20
Figura 2. Función logística.....	26
Figura 3. Áreas de estudio para estimación de capacidad de carga ecoturística .....	56
Figura 4. Diagrama de flujo de la encuesta aplicada.....	57
Figura 5. Triangulo de textura.....	66
Figura 6. Proporción por género y disposición a pagar promedio.....	69
Figura 7. Porcentaje de procedencia.....	70
Figura 8. Porcentaje de ocupación y su promedio de DAP .....	71
Figura 9. Porcentaje de estado civil y su promedio de DAP .....	71
Figura 10. Porcentaje de las personas con las que vive y su promedio de DAP .....	72
Figura 11. Porcentaje de escolaridad y su promedio de DAP .....	73
Figura 12. Porcentaje de nivel de ingresos y su promedio de DAP .....	74
Figura 13. Porcentaje de frecuencia de visitas y su promedio de DAP.....	74
Figura 14. Porcentaje de motivos de visita.....	75
Figura 15. Porcentaje de medio de transporte y promedio de costos de viaje.....	76
Figura 16. Porcentaje de acompañamiento del visitante y su promedio de DAP.....	77
Figura 17. Porcentaje de grado de satisfacción y su promedio de DAP.....	78
Figura 18. Porcentaje de motivos de los que “SI” están dispuestos a pagar .....	78
Figura 19. Porcentaje de motivos de los que “NO” están dispuestos a pagar .....	79
Figura 20. Longitud de ciclista y distancia entre ciclistas.....	86
Figura 21. Distancia requerida por grupo de ciclistas .....	86
Figura 22. Distancia entre grupos de ciclistas .....	86
Figura 23. Precipitación en diez años.....	89
Figura 24. Plano de provincias y subprovincias.....	114
Figura 25. Plano de Edafología .....	115
Figura 26. Plano de tipos de clima. ....	116
Figura 27. Plano de Uso de Suelo y Vegetación .....	117
Figura 28. Plano de sitios de muestreo de suelo y toma de pendientes .....	118
Figura 29. Zonificación de la Reforestación de la UAAAN .....	119
Figura 30. Georreferenciación de problemáticas encontradas.....	120
Figura 31. Afectaciones al suelo a causa del ciclismo de montaña sin manejo.....	121



Figura 32. Depósito de basura, dentro del área y colindancias con Parajes de Santa Elena .....	122
Figura 33. Desechos automotrices.....	123
Figura 34. Acondicionamiento del área como refugio para drogarse.....	124
Figura 35. Obstáculos para ciclismo de montaña dentro de un cauce natural.....	124
Figura 36. Señalización de algunas pistas .....	124
Figura 37. Registro de visita de organizadores de eventos de ciclismo .....	124
Figura 38. Cambio de uso de suelo para corrales de ganado.....	125

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Erodabilidad en base a pendiente y textura del suelo para sitios de uso público	108
Anexo 2. Accesibilidad por pendiente de sitios públicos.....	109
Anexo 3. Encuesta aplicada a los encargados de la reforestación de la UAAAN .....	110
Anexo 4. Estimaciones de Logit con la variable dependiente: DAP .....	111
Anexo 5. Estimaciones de MCO con la variable dependiente: DAPMON.....	112
Anexo 6. Matriz de correlación con todas las variables obtenidas de la encuesta.....	113

## RESUMEN

La reforestación de la UAAAN se encuentra dentro del área natural protegida “Sierra Zapalinamé” en Saltillo, Coahuila, México, esta área provee de servicios ambientales, a la ciudad de Saltillo, siendo el lugar ideal para actividades de turismo alternativo. Las actividades realizadas ponen en riesgo la cantidad y calidad de los servicios que esta nos brinda, prueba de ello es la cantidad de basura y escombros en la colindancia con la colonia Santa Elena y dentro del área reforestada, además de registro de incendios, extracción de cortadillo, extracción de leña, ganadería y cambio de uso de suelo; es por ello que se realiza el siguiente trabajo con el fin de identificar las problemáticas existentes y que en un futuro sirva como base para tener un control de acceso con la estimación de capacidad de carga ecoturística propuesta por Cifuentes (1992), para su cálculo se delimitaron las áreas donde se concentran las visitas y pistas de ciclismo. Se identificaron seis áreas, las cuales no tienen un nombre definido por lo que solo se enumeraron y cuatro pistas de ciclismo. Para el área 1 se obtuvo un total de 400 personas por día, para el área 2 un total de 2,025 visitas por día, para el área 3 se fueron 119 visitas por día, el área 4 con 2,576, para el área 5 resultó un total de 328 visitas por día y el área 6 con 170 visitas por día; para las pistas de ciclismo se identificaron cuatro principales resultando para la pista 1 un total de 199 ciclistas por día, para la pista 2 fueron 16 ciclistas diarios, la pista 3 con 11 ciclistas por día y la pista 4 con 78 ciclistas por día. Además de la estimación de la capacidad de carga se realizó la valoración económica del uso recreativo, aplicando 387 encuestas a los visitantes. Se usó el método de valoración contingente y costos de viaje, apoyándose con los modelos Probit, Logit, Tobit y MCO. Para costos de viaje se estimó el excedente del consumidor usando el modelo de regresión de Poisson y saber así el valor económico de uso anual. Los resultados para costo de viaje son de \$492,426.50 y con el método de valoración contingente \$501,175,654.17, la disposición a pagar promedio es de \$89.82 y el excedente del consumidor es de 21,084.14 anual. Los modelos que mejor ajustaron son el Probit para la variable dicotómica DAP y Tobit para DAP monetaria.

**Palabras clave:** Valoración contingente, Costos de Viaje, Disposición a Pagar, Capacidad de carga ecoturística

## I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial en cuanto a riqueza de especies y diversidad biológica, México compite con alrededor de una docena de países conocidos como megadiversos, es por esto, que a nivel nacional, se estableció como estrategia una política ambiental que es el establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP) para la conservación de los ecosistemas y los servicios que estos nos brindan, por lo que es considerada la estrategia más importante y consolidada (Sarukhán et al. 2009).

Actualmente México cuenta con 181 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal, ocupando 90,638,621.89 hectáreas (CONANP, 2017). En el estado de Coahuila existen actualmente 13 áreas protegidas con decreto federal, 6 estatales y 1 municipal SEMA (2017). Dentro de los decretos más recientes emitidos por la Secretaría del Medio Ambiente, en el estado de Coahuila, destacan áreas naturales protegidas de carácter voluntario, entre estas se encuentran la reserva natural Cuatro Gorriones la cual fue decretada como reserva natural DOF (2017a), la reserva natural El Palmar DOF (2017b), la reserva natural Guadalupe Victoria DOF (2017c), el bosque urbano se declara también como área natural protegida como Parque Estatal Bosque Urbano, Ejército Mexicano DOF (2017d) y por último, el decreto del área natural protegida como Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé (ZSCESZ) Periódico Oficial (1997), estos decretos con la finalidad de proteger los recursos que proveen de servicios ambientales en la ciudad de Saltillo y alrededores.

La visita a áreas naturales protegidas con motivos de turismo ha ido en aumento, ya que en estas áreas es posible desarrollar actividades de ecoturismo, turismo de naturaleza, de aventura, y recreación; estas actividades amenazan el patrimonio natural y cultural por la infraestructura y los proyectos turísticos no planificados y por visitas no reguladas; es por ello que también ha aumentado el interés de un manejo sustentable dentro de las áreas naturales protegidas.(CONANP y SEMARNAT, 2007)

A pesar de los esfuerzos por mantener las áreas naturales en un buen estado, se ha convertido en tendencia, el cambio de diversidad, cambio de uso de suelo, cambio climático, introducción de especies invasoras y contaminación; es por esta razón que también existe una tendencia opuesta que promueve la reforestación y restauración con proyectos mejor elaborados, promoviendo un aprovechamiento sustentable, pago por servicios ambientales, creación de más áreas naturales protegidas, así como la implementación de proyectos ecoturísticos que benefician al ecosistema,

los propietarios de los recursos, la flora y fauna del lugar y por ultimo a la sociedad. (SEMARNAT, 2014).

Existen también avances a nivel nacional que van encaminados a la valoración de los beneficios de los servicios ambientales nos brindan, dichas valoraciones son con la utilización de instrumentos económicos que sirven como base para considerar un costo para el ingreso a Áreas Naturales Protegidas (Sarukhán *et al.* 2009).

Dentro de la ZSCSZ existen terrenos propiedad de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), que fue destinada a reforestación desde 1960, para recuperar el bosque que alguna vez existió (Oviedo, 1980).

Hoy en día la reforestación es un lugar ideal para que estudiantes de la UAAAN realicen prácticas de campo y que maestros investigadores y alumnos realicen sus proyectos de investigación y tesis; actualmente el área además del uso académico es utilizada para practicar actividades ecoturísticas y turismo de aventura; desafortunadamente no se cuenta con un plan manejo que permita establecer áreas destinadas a estas actividades y darle un manejo que controle las visitas, ya que con evidencias fotográficas y recorridos al área se han logrado identificar puntos críticos tanto de erosión, incendios, depósitos de basura, pastoreo desordenado, extracción de leña y cambio de uso de suelo.

Dicho esto, resulta necesario una zonificación para definir áreas de visita y una estimación del límite de visitantes, usando el método de capacidad de carga turística de Manuel Cifuentes y la valoración económica en base al bienestar que genera el área a todos los visitantes, así como la estimación de un posible cobro acceso; la valoración económica será con dos métodos, valoración contingente y costos de viaje.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo general**

El propósito de este trabajo es calcular el valor económico que le otorgan los visitantes a la zona de reforestación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y la capacidad de carga ecoturística que posee para generar información que ayude a un manejo sustentable de esta área.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

Estimar el valor económico con el método de valoración contingente y costo de viaje en la reforestación de la UAAAN.

Estimar la capacidad de carga ecoturística en la reforestación de la UAAAN con la metodología de Cifuentes (1992).

### **1.2. Hipótesis**

La capacidad de carga ecoturística de la zona de reforestación de la UAAAN, se encuentra sub-aprovechada/sobreexplotada debido a la falta de un plan de manejo integral, que incluya todos los factores ecológicos y socioeconómicos de quienes aprovechan este espacio. Partiendo de la premisa de que los bienes públicos como éste incentivan un aprovechamiento ineficiente de los mismos, se espera que los usuarios tengan una reducida disposición a contribuir a la conservación y mejora del lugar, que aumentaría a medida que se puedan realizar actividades más diversas para que sea más atractivo visitarlo.

### **1.3. Importancia del estudio / Justificación**

La reforestación de la UAAAN que pertenece al Plan de Manejo de la Sierra Zapalinamé, no cuenta con un manejo *in situ* que permita el control de acceso a esta área, vigilancia y mantenimiento, lo cual ha causado que algunos de los visitantes, provoquen el deterioro de la misma, con afectación al paisaje, suelo, vegetación, calidad e infiltración de agua, esto por las actividades no reguladas que realizan como el depósito de basura, y el uso recreativo sin manejo y ordenamiento; es por ello que el presente estudio pretende dar a conocer la capacidad de la reforestación para soportar actividades turísticas, por lo que se realizará una zonificación de las áreas que actualmente son concurridas y calcular las posibles visitas considerando las etapas críticas de los componentes físicos y biológicos, cierres temporales y accesibilidad; también se calculara la valoración económica que le otorgan los visitantes por disfrutar de dicha área, la metodología de la valoración será la de costos de viaje y valoración contingente, esto con la aplicación de encuestas y análisis de las mismas.

La información generada servirá para manifestar la situación actual del área y hacer ver la falta de un plan de manejo, el cual si fuera implementado ayudaría a la mitigación de las

problemáticas antes mencionadas y posible generación de infraestructura amigable con el ambiente.

#### **1.4. Antecedentes**

En Saltillo, Coahuila, la Sierra Zapalinamé fue decretada como área natural protegida de carácter estatal bajo el esquema de Zona Sujeta a Conservación Ecológica (ZSCESZ), este decreto se consolidó el 15 de octubre de 1996 con la entrega del programa de manejo elaborado por la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), el área ocupa 25,768.68 hectáreas, abarcando una parte del territorio de Arteaga Coahuila Periódico Oficial (1997).

Dentro del ANP Sierra Zapalinamé existen terrenos propiedad de la UAAAN, la mayoría de estos terrenos fueron destinados a reforestación en el año 1960, con el objetivo de recubrir la zona con arbolado nativo y exótico para evitar la pérdida de suelo por la ausencia de vegetación arbórea y con la finalidad de recuperar el bosque que alguna vez existió; dicha reforestación se llevó a cabo en siete etapas en el lapso de 1960 y 1977, considerando especies de *Pinus ayacahuite*, *Pinus halepensis*, *Pinus halepensis* var. *Brutia*, *Cupressus arizonica* Grenne, *Agave* sp., *Ligustrum japonicum* y *Melia azederach* lin. Oviedo (1980).

Dentro de la Sierra Zapalinamé se han realizado alrededor de 45 estudios de tesis, de los cuales aproximadamente 15 tesis en la reforestación de la UAAAN, para estudios de los componentes físicos y biológicos dentro del área reforestada, dichas investigaciones se encuentran en la página oficial de la UAAAN.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Servicios ambientales**

La SEMARNAT (2012), los define como los beneficios que obtenemos de los ecosistemas, los cuales se agrupan como servicios de soporte, regulación, provisión y culturales.

Servicios de soporte: estos son la base de los demás servicios, estos no son distinguibles en corto tiempo, ejemplo de estos son los ciclos naturales, la producción primaria y formación de suelo.

Servicios de regulación: estos se obtienen de los procesos que regulan el ecosistema, estos tipos de servicios favorece tanto a los componentes naturales como lo es el suelo, agua, flora y fauna.

Servicios de provisión: los productos que se obtienen derivados de un aprovechamiento, como alimentos y combustibles.

Servicios culturales: los cuales benefician a la humanidad ya sea con fines espirituales, religiosos, educativos o bien para recreación y ecoturismo.

### **2.2. Áreas Naturales Protegidas**

La SEMARNAT (2014), menciona que las áreas naturales protegidas (ANP) son porciones terrestres o marinas del territorio nacional que representan los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido sustancialmente alterado o bien, son áreas que requieren ser preservadas y restauradas ya que proveen una serie de beneficios y servicios ambientales a la sociedad.

Por otro lado la LGEEPA (2012), lo define como las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas.

De acuerdo con Ortega, Pinkus, y Espitia (2015) , México es pionero en cuestión del cuidado del medio ambiente ya que a finales del siglo XIX se ha ocupado en el cuidado de los recursos naturales y los servicios que estos nos brindan, además con la creación de áreas naturales protegidas se ha prohibido el aprovechamiento maderable, asegurando así el desarrollo sustentable de los recursos y las personas que viven dentro de un área natural protegida.

### **2.2.1. Categorías de áreas naturales protegidas**

Existen áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal, municipal, y las que son voluntariamente destinadas, como áreas comunitarias, ejidales y privadas; las categorías de ANP a nivel federal son reservas de la biosfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección a recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna, santuarios, parques y reservas estatales, zonas de conservación ecológica municipales y áreas destinadas voluntariamente a la conservación; los estados pueden decretar ANP siempre y cuando reúnan las características que tienen las que son de competencia federal, que tengan características propias y cuando estas no sean decretadas donde previamente la federación ya lo haya hecho (LGEEPA, 2012).

### **2.3. Turismo**

Amparo (2014), menciona que hay un amplio debate académico sobre qué es exactamente el turismo, por lo que existen infinidad de definiciones; también menciona que por el hecho de que tengan muchas definiciones no quiere decir que estas sean erróneas ya que todas contribuyen a entender la actividad.

Ya que existen infinidad de definiciones la OMT (2010), recopila términos e información sujeta a observaciones y recomendaciones definiendo al turismo como “subconjunto de viaje, donde, viaje es el desplazamiento de una persona a un lugar fuera de su lugar de residencia habitual, desde el momento de su salida hasta su regreso”, donde, el visitante, es una persona que viaja a un destino distinto al de su entorno habitual, por una duración inferior a un año, con cualquier finalidad principal que no sea ser empleado por una entidad residente en el país o lugar visitado.

#### **2.3.1. Turismo alternativo**

Zamorano (2007), lo define como un turismo de calidad que está dentro de los parámetros de un desarrollo humano de calidad, ya que promueve la sustentabilidad ambiental, desarrollo y crecimiento económico y equidad social, que brinda experiencia de calidad en el tiempo libre del turista, ayudando a percibir sensaciones diferentes interactuando con el entorno, los anfitriones y otros turistas.



Por otro lado la SECTUR (2004), lo define como viajes que contagia el compromiso a respetar, disfrutar y participar en la conservación de los recursos naturales y culturales, ya que realizan actividades en contacto directo con la naturaleza y las expresiones culturales.

Esta misma divide el turismo alternativo, en tres grandes segmentos, definiendo y dividiéndolos por el tipo de actividades que se realizan en cada uno.

**Cuadro 1 Actividades del turismo alternativo**

<b>Segmento</b>	<b>Definición</b>	<b>Actividades</b>
Ecoturismo	Los viajes que tienen como fin el realizar actividades de apreciación y conocimiento de la naturaleza a través del contacto con la misma.	Observación de la naturaleza Observación de atractivos naturales Observación de fósiles Observación sideral Safari fotográfico Proyectos de investigación biológica Talleres de educación ambiental Rescate de flora y fauna Senderismo interpretativo Observación geológica Observación de ecosistemas
Turismo de aventura	Los viajes que tienen como fin el realizar actividades recreativas, asociadas a desafíos impuestos por la naturaleza.	Vuelo en globo Vuelo en ala delta Vuelo parapente Paracaidismo Montañismo Escalada Caminata Cañonismo Espeleísmo Rappel Ciclismo de montaña Cabalgata Buceo automático Buceo libre Espeleobuceo Descenso en ríos Kayaquismo Pesca recreativa
Turismo rural	Los viajes que tienen como fin la realizar actividades de convivencia e interpretación	Talleres artesanales Etnoturismo Agroturismo Preparación y uso de medicina tradicional Talleres gastronómicos Fotografía rural Aprendizaje de dialectos Vivencias místicas

Fuente: elaboración propia con información de la SECTUR (2004)

## **2.4. Capacidad de carga**

Pérez (2014) lo define como el número de individuos que puede soportar un ecosistema, entendiendo como tal el conjunto de recursos naturales que existen en un determinado lugar, antes de que este se deteriore, dadas unas determinadas condiciones.

Cifuentes (1992), reconoce tres tipos de capacidad de carga, estos para poder ser obtenidos tienen que calcularse uno después de otro de la siguiente manera.

### **Tipos de capacidad de carga**

Capacidad de carga física (CCF): esta es el límite máximo de visitas que puede hacerse a un sitio con espacio definido, en un tiempo determinado, resultando el número de visitantes por superficie disponible para uso público en el tiempo necesario para realizar el recorrido.

Capacidad de carga real (CCR): es el límite máximo de visitas después de ser sometidos a factores de corrección definidos en función de las características de los sitios destinados a uso público.

Capacidad de carga efectiva (CCE): Es el límite máximo de visitas que se puede permitir dada la capacidad para ordenarlas y manejarlas.

### **2.4.1. Ventajas del ecoturismo**

Este tipo de turismo alternativo no solo debe beneficiar a los encargados del manejo del área, sino que también debe beneficiar a la economía local y nacional, las ventajas que puede generar el ecoturismo es el empleo tanto directo como indirecto, la generación de divisas, ingresos nacionales como lo son el pago por servicios ambientales, estímulo para otro tipo de negocios como la venta de recuerdos, aguas, comida, renta de equipos, , uso de tierras no utilizadas, diversificación de la actividad económica y sobre todo su autofinanciación, ya que se puede cobrar por el ingreso al área, recibir donativos deducibles de impuestos o la misma inversión privada (Pérez, 2014).

## **2.5. Economía ambiental**

La economía es el estudio de cómo y por qué las personas, sean estos consumidores, firmas u organizaciones sin fines de lucro, hacen uso de los recursos valiosos; es por esto que este autor considera la división de economía en microeconomía y macroeconomía, la primera estudia el comportamiento de los individuos o pequeños grupos y la segunda se concentra en el análisis del

desempeño económico de las economías como un todo; dicho lo anterior, el autor señala que la economía ambiental está situada en los dos campos sobre todo en la microeconomía, concentrándose principalmente en cómo y porqué las personas toman decisiones que tienen consecuencias ambientales, además la economía ambiental vela por cambiar políticas e instituciones económicas para equilibrar los impactos ambientales (Field, 1999).

### **2.5.1. Valor económico total de la naturaleza**

Azqueta *et al.* (2007), mencionan que el medio ambiente no tiene un valor único ya que este difiere según el tipo de personas y colectivos, los cuales ya definidos sus derechos de disfrute de la naturaleza, es necesario una condensación de la información obtenida por una serie de categorías que permitan aproximarse a estos distintos componentes del valor de aquello que esta estudiado, y alcanzar así un valor económico total, el cual se obtiene con el valor de uso y valor de no uso.

#### **2.5.1.1. Valores de uso del medio ambiente**

Azqueta *et al.* (2007), mencionan que es el valor más importante ya que las personas utilizan los bienes ambientales para hacer uso de estos y que a su vez se verían afectadas si hubiera un cambio de disminución de calidad, existencia o accesibilidad.

#### **2.5.1.2. Valores de opción**

Martínez y Roca, (2001), lo consideran interesante, ya que está relacionado con los bienes ambientales cuya pérdida comporta irreversibilidad, es cuando los individuos presentan interés por conservar en especial si la pérdida es de un ejemplar con características únicas, derivado no solamente del uso actual del bien y del uso que le piensan dar en el futuro, sino del echo de mantener abierta la posibilidad de utilizarlo en el futuro.

Por otro lado, Azqueta *et al.* (2007), señalan que este valor se caracteriza por que no es un valor que se use directamente, pero que las personas están dispuestas a disfrutarlo en un futuro a corto o largo plazo, por lo que afectaría su bienestar con la pérdida o desaparición de este bien y si este se mantuviera su bienestar seria mayor.

### **2.5.1.3. Valores ambientales de no uso**

Para Martínez y Roca (2001), es el valor que resulta al preocuparse los individuos sin importar el motivo por el que exista un bien ambiental, ya sea un ecosistema o alguna especie en específico, independientemente de que genere una utilidad actual o futura para los humanos.

Denominado también como valor de existencia, pues algunos de sus motivos son que las personas tienen a estos bienes, la benevolencia, simpatía, el motivo de herencia, el valor simbólico y la creencia, y aunque no tengan un uso directo las personas pueden considerarse afectadas, no importa que sea en pérdida de su calidad o por su desaparición (Azqueta *et al.*, 2007).

### **2.5.2. Métodos de valoración de la calidad ambiental**

#### **2.5.2.1. Métodos directos**

Los bienes ambientales en su mayoría carecen de mercado, por lo que la persona que se entrevista no revela explícitamente lo que para esta significa el hecho de tener acceso y disfrute de un área natural; por lo que los métodos directos buscan encontrar la importancia que el usuario le brinda dependiendo la actividad que esta realice, este método trata de descubrir el valor que se le conceden a los recursos ambientales, ya que se simula un mercado donde se puedan adquirir o lanzarse derechos sobre los mismos, haciendo que este método tenga un campo de estudio más amplio que los métodos indirectos (Riera, 1994).

Azqueta *et al.* (2007), mencionan que cuando no hay relación entre los bienes ambientales y los bienes comunes, ya sean de complementariedad o por sustitubilidad se usan estos métodos, estos se aplican a los mismos métodos que los indirectos, los cuales se usan para saber el valor de no uso y el descubrimiento de valores basados en el reconocimiento explícito de un derecho previo sobre el activo natural de valoración. Estos métodos buscan descubrir el valor que las personas le destinarían a los recursos naturales, apoyándose de una simulación de mercado donde se pudiera adquirir o transarse los derechos sobre el mismo

#### **2.5.2.2. Métodos indirectos**

Azqueta *et al.* (2007), señalan que los métodos indirectos están basados en una relación que hay entre los bienes ambientales y los bienes normales, ya sea por sustitubilidad o complementariedad, por lo que estos métodos se apoyan con los bienes en la producción o

consumo; las relaciones que se establecen en las funciones de producción de bienes y servicios de utilidad, bienes y servicios ambientales objeto de valoración y los bienes, servicios o insumos productivos que son adquiridos en un mercado determinado.

Este mismo autor describe las relaciones que existen y donde se pueden aplicar métodos indirectos:

- Relación de complementariedad: esta existe cuando hay una disposición de consumir bienes privados para disfrutar de los servicios ambientales. De los métodos que se pueden utilizar para estimar el valor económico es el de precios hedónicos y de costos de viaje.
- Relaciones de sustitubilidad: esto sucede cuando entran en función de producción los bienes y servicios junto con otros insumos que pueden entrar en el mercado y estos puedan ser reemplazados; para esta relación se utiliza el método de los costos de reposición y los métodos basados en la función de producción.

### **2.5.2.3. Método de valoración contingente**

Este método intenta saber la valoración que las personas asignan al disfrutar de un bien ambiental preguntándoselos directamente, apoyándose con la aplicación de cuestionarios, entrevistas o encuestas, y construyendo un mercado hipotético para el área de estudio (Azqueta et al., 2007)

Por su parte Field (1999), señala que este método se llama así porque hace que las personas estén dispuestas a contribuir si estuvieran en determinadas situaciones contingentes, y si existe un deseo de saber cuánto se está dispuesto a pagar por mantener en las mismas características de calidad de aire, valor de los sitios de recreación relacionados con la visibilidad, la calidad de esparcimiento en las playas, la conservación de la fauna silvestre, la congestión de visitantes en zonas silvestres, las prácticas de caza y pesca, la eliminación de espacios tóxicos, conservación de ríos naturales, esto en un área específica solo hay que preguntárselos.

Este mismo autor señala que esta metodología ha ido evolucionando con el paso del tiempo para tener información razonable y confiable de los beneficios de los bienes públicos, por lo que considera cuatro pasos, que son:

1. Identificación y descripción de la característica de la calidad ambiental que se va a evaluar.

2. Identificación de los entrevistados que serán contactados, que incluye procedimientos de muestreo utilizados para seleccionar a estas personas.
3. Diseño y aplicación de un formulario de encuestas mediante entrevistas personales telefónicas o por correo.
4. Análisis de resultados y agregación de respuestas individuales para calcular los valores del grupo afectado por el cambio ambiental.

Para Riera (1994), el método de la valoración contingente es una técnica que estima el valor de los bienes carentes de mercado, y que intenta simular un mercado realizando encuestas a quienes disfrutan de los productos o servicios, preguntando directamente cual es la cantidad máxima de dinero a pagar si el bien que disfrutan tuvieran que comprarlo como los bienes que si tienen un mercado establecido, por lo que resulta ser una metodología muy socorrida por las organizaciones ambientales, instancias gubernamentales o las asociaciones encargadas de manejar el área. También menciona que la utilización de esta metodología tiene un amplio margen de aplicación y a consecuencia de esto un sinnúmero de diseños para la aplicación de esta.

Para Martínez y Roca (2001), este método es aplicable a cualquier activo ambiental, incorporando la valoración monetaria que la población atribuye a un bien, por lo que les resulta interesante obtener directamente preguntando a los afectados por el valor que le dan a un bien ambiental o a una externalidad negativa, auxiliándose de encuestas a la población afectada, aplicando a una muestra de la población y aplicando las técnicas estadísticas.

De acuerdo con los autores que definen el método de valoración contingente, coinciden que estos se aplican a situaciones donde se carece de mercado, por lo que se auxilia de un mercado hipotético, teniendo como apoyo la aplicación de encuestas donde se les pregunte directamente su disposición a pagar por el cuidado y mantenimiento de las áreas de las cuales disfruta.

### **2.5.3. La disposición a pagar por un bien o producto ambiental**

Riera (1994), señala que existe una polémica durante años, generando debates en los planteamientos de cómo se formula la pregunta de disposición a pagar o la disposición de ser compensado, es decir, preguntar la cantidad máxima de dinero que se está dispuesto a pagar por el consumo de un determinado producto o servicio generando cantidades mayores y la mínima cantidad de dinero a aceptar por dejar de consumir el bien.

La máxima cantidad de dinero que un individuo está dispuesto a pagar por un bien determinado, en comparación con el precio efectivamente pagado en el mercado.

#### **2.5.4. Método de costo de viaje**

Para Martínez y Roca (2001), este se encarga de estimar el valor de uso o parte de algunos bienes ambientales, por lo que se aplica para saber el valor monetario de los espacios naturales con fines recreativos, principalmente los costos de gasolina, transporte público, el costo del viaje, además del tiempo invertido ya que también genera un costo puesto que dejan de generar ingresos durante ese tiempo, y si es que se cobrara el ingreso al sitio se añade a los demás costos.

Azqueta *et al.* (2007), indican que este método es utilizado para valorar sitios recreativos que proporcionan la naturaleza y que es necesario realizar algunos gastos para poder visitar el área de interés, como costos de viaje y desplazamiento, los cuales al ser analizados es posible obtener la función de demanda y saber el cambio en el bienestar de la persona al disminuir la calidad del bien ambiental, además de obtener características socioeconómicas de los visitantes.

#### **2.5.5. Excedente del consumidor**

Pearce (1985), lo define como el excedente que mide la ganancia o pérdida de bienestar por un individuo cuando un evento económico se modifica, como lo es el cambio del precio o un cambio de la cantidad de un producto.

Para Mochon (2010), es la diferencia entre la utilidad total de un bien y su valor total en el mercado, es decir la diferencia entre la capacidad máxima que alguien está dispuesto a pagar por el número de unidades del bien que demanda y la cantidad que realmente se paga por este bien en un mercado determinado.

Labandeira *et al* (2007), menciona que es la diferencia entre el precio que el consumidor estaría dispuesto a pagar antes de desprenderse del bien y el precio que realmente ha de pagar, implicando el excedente del consumidor coincide con el área bajo la curva de demanda y el precio del bien.

### **2.6. Encuestas**

#### **2.6.1. Tipo de encuesta**

Para Riera (1994), existen tres tipos, estas son a nivel personal, telefónica o por correo, las entrevistas personales tienen la ventaja debido a que se pueden resolver dudas en algunas

preguntas y la simulación de mercado que se pretende, en cambio si estas son por teléfono y correo puede ocasionar sesgos; de estas tres resultan más caras la aplicación las encuestas personales seguidas de las telefónicas.

## **2.7. Muestreo simple aleatorio**

Conocido también como muestreo simple al azar, es un método de selección el cual se toman  $n$  unidades de  $N$  muestras y que tienen la misma oportunidad de ser escogidas, enumerando cada unidad de la población y sacando series de números al azar o bien con ayuda de una urna (Cochran, 1971).

Lohr (2000), lo considera como la forma más sencilla de muestreo de probabilidad, dividiéndola en dos formas de extracción de una muestra aleatoria simple, estas son, con reemplazo, donde la misma unidad se puede incluir más de una vez en la muestra, y sin reemplazo, donde todas las unidades de la muestra son distintas.

## **2.8. Estadística descriptiva y estadística inferencial**

### Estadística descriptiva

Para Rodríguez *et al.* (2008), es la rama de la estadística encargada de la aplicación de métodos y técnicas de obtener, organizar, presentar y describir los datos que son tomados de una muestra la cual permitirá inferir o generalizar el total de una población y resumiendo los resultados con la ayuda de tablas y gráficos.

Por otro lado Mendenhall *et al.* (2010), indica que la estadística descriptiva está formada por procedimientos que se emplean para resumir las características importantes de un conjunto de mediciones; este tipo de estadística se ve en numerosas formas, como, gráficos de barras, de pastel y líneas, estas sirven como instrumento de resultados presentados por algún partido político, en periódicos, información meteorológica, en televisión, etc.

Canavos (1998), menciona que es sencilla matemáticamente, pero que son valiosas al tener grandes conjuntos de datos de muestras aleatorias de una población, ya que da evidencia empírica y otras características de la población.

Se muestra con gráficos y diagramas ya que se consideran los más convenientes para presentar los datos para una representación visual de la totalidad o de la mayor parte de la información Hamett y Murphy (1987).



## Estadística inferencial

Rodríguez *et al.* (2008), señala que el objetivo de esta otra rama de la estadística es hacer deducciones en base a muestras de la población y con estas muestras tomar decisiones útiles.

Por otro lado Mendenhall *et al.* (2010), menciona, que si el conjunto de muestras es toda la población, se aplicaría la estadística descriptiva, pero esta podría ser demasiado costosa, muy prolongada y destructiva, por lo que su objetivo principal es hacer inferencias acerca de las características de una población total, a partir de la aplicación a partir de muestras tomadas de esta.

De acuerdo con los autores, la estadística descriptiva es un instrumento que sirve para caracterizar una población, en base a una muestra representativa de esta y que a su vez se apoya con gráficos para explicar los resultados de una manera clara.

### **2.9. Distribución muestral de medias**

Zavala (2011), señala que es un modelo teórico para hacer inferencias de muestras poblacionales y que generalmente tienen diferencias en las características de la población y las características de la muestra, ya que no existen dos cosas iguales, a lo mucho semejantes, por lo que estas diferencias se conocen como error de muestreo.

Este mismo autor considera tres características de la distribución muestral de medias, que son:

1. La distribución muestral se aproximan a una curva normal;
2. La media de una distribución muestral de medias (media de medias) es igual a la verdadera media poblacional, y
3. La desviación estándar de una distribución muestral de medias es menor que la desviación estándar de la población.

### **2.10. Intervalos de confianza**

Los intervalos de confianza se pueden definir en 95%, 99% u otros intervalos auxiliándose con la tabla  $t$ , sirviendo para estimar una media poblacional dentro de los límites de confianza (Spiegel, 2009).

Por otro lado, Zavala (2011), lo define como el proceso de obtener el rango de valores de la media dentro del cual es posible que fluctúe la verdadera media poblacional, generalmente los intervalos de confianza utilizados por los investigadores es de 68%. 95% y 99%.

Para su cálculo se debe obtener la media aritmética de la muestra y la suma de cuadrados de la muestra y desarrollar basándose en los siguientes pasos:

- a) Calcular  $\bar{X}$
- b) Obtener la desviación estándar
- c) Calcular el error estándar
- d) Multiplicar el error estándar
- e) Calcular el intervalo de confianza

## **2.11. Variables aleatorias discretas y distribuciones de probabilidad**

Mendenhall *et al.* (2010), menciona que una variable discreta se considera así, si tiene una clara diferencia entre un valor y el siguiente, si no cumple con esta consideración, no aplica; al ser distinguibles claramente una variable de otra es posible ordenarlas y poder saber cuál es la probabilidad de cada una de estas, obteniendo así una distribución de probabilidad para una variable discreta, los valores que toma  $X$  representan eventos mutuamente excluyentes por lo que al sumar sus probabilidades siempre debe resultar en la unidad, este mismo autor menciona que las distribuciones que se asocian a variables discretas son las distribuciones: Binomial, Poisson, Hipergeométrica y Multinomial.

Para Wackerly *et al.* (2011), una variable aleatoria, se puede usar para identificar eventos numéricos que son de interés en un experimento ya que es una función de valor real definida sobre un espacio muestral donde la variable aleatoria debe ser cero o un espacio entre cero y uno.

Canavos (1998), señala que si  $S$  espacio muestral donde se está definida una función de probabilidad y  $X$  sea una función de valor real definida sobre  $S$ , se dice que  $X$  es una variable aleatoria.

### **2.11.1. Distribución de probabilidad de Poisson**

Para Rodríguez *et al.*(2008), es una medida de distribución de probabilidad empleada a variables aleatorias puesto que mide la frecuencia relativa de un evento en función a una unidad de tiempo, a una de espacio o a una de volumen.

Ejemplos de esta distribución son:

- el número de llegadas de clientes por hora a un banco, un restaurante, o bien, una tienda.
- el número de accidentes por semana en una escuela, empresa o carretera.

- el número de imperfecciones por centímetro cuadrado en los toldos de las carrocerías de automóviles nuevos.
- el número de bacterias por milímetro de agua en un depósito de agua potable de la ciudad.

Esta distribución de la probabilidad de Poisson es el resultado de las siguientes hipótesis:

- los eventos suceden uno a la vez, es decir, la probabilidad de que ocurran dos o más eventos en el mismo instante es cero.
- la probabilidad de ocurrencia del evento de interés es constante para dos intervalos distintos de tiempo, espacio o volumen.
- el número de eventos por tiempo, espacio o volumen permanece constante. Esto significa que, el número esperado de eventos en un lapso de tiempo, espacio o volumen es el mismo en cualquier otro lapso de tiempo, espacio o volumen. Por ejemplo, si a un banco llegan 12 clientes por hora, este mismo comportamiento se observa en cualquier hora laborable.
- la ocurrencia de un evento de interés en un lapso de tiempo, espacio o volumen es independiente de su ocurrencia en algún otro lapso de tiempo, espacio o volumen.

Con base en las hipótesis anteriores, la función de probabilidad de Poisson puede expresarse como:

$$p(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!} \quad \text{o bien:} \quad p(x) = \frac{\lambda^x}{x! e^\lambda}$$

En donde:

$P(x)$  = probabilidad de  $X$  éxitos dado el valor de  $\lambda$

$\lambda$  = número promedio (valor esperado) de ocurrencias por unidad de tiempo, espacio o volumen.

$e = 2.71828$ , base de los logaritmos naturales o neperianos.

X= número de éxitos deseados por unidad de tiempo, espacio o volumen

Los valores (enteros positivos) varían de 0, 1, 2, 3, 4, 5,...∞

Este mismo autor menciona la variable aleatoria de Poisson, la cual es una variable discreta con numerosas aplicaciones prácticas y su distribución de probabilidad, genera un modelo aceptable, ejemplos de su aplicación son los siguientes:

- el número de llamadas por un conmutador durante un tiempo determinado
- el número de bacterias por volumen pequeño de fluido
- el número de llegadas de clientes a mostrador de una caja de pago en un minuto determinado
- el número de descomposturas de una maquina durante un día determinado
- el número de accidentes de tránsito en un cruce dado durante un tiempo determinado

Por otro lado Canavos (1998), menciona que la distribución discreta de probabilidad resulta útil ya que la variable aleatoria representa el número de eventos independientes a una velocidad constante, por lo que el modelo principal empleado es la probabilidad de Poisson ofreciendo una excelente aproximación a la función de probabilidad binomial cuando  $p$  es pequeño y  $n$  es grande.

### 2.11.2. Regresión de Poisson

Nolasco (2016) menciona que la terminología enseguida mostrada supone que las observaciones se rigen por el modelo de Poisson:

$$p(x = k) = \frac{e^{-\mu} \mu^k}{k!} \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots, \infty$$

$$E(x) = \mu$$

$$D(x) = \sqrt{\mu}$$

Si se define una tasa de ocurrencia de un fenómeno  $\lambda \frac{\mu}{L}$  (densidad de una incidencia) donde  $\mu$  es el número de ocurrencias de un evento de estudio y  $L$  es el tiempo total de seguimiento de los sujetos hasta el final del estudio o la ocurrencia del evento, se obtiene la siguiente formula:

$$p(x = k) = \frac{e^{-\lambda L} \lambda L^k}{k!} \quad k = 0, 1, 2, 3, \dots, \infty$$

Para la modelización de una regresión de Poisson es necesario linearizar la ecuación como se muestra en el siguiente ejemplo:

$$\log \lambda_{ij} = \beta_0 + \beta_1 (\text{edad} = i) + \beta_2 (\text{Area} = j) \quad i = 0, 1 \quad j = 0, 1$$

o equivalentemente:

$$\lambda_{ij} = e^{\beta_0 + \beta_1(\text{edad}=i) + \beta_2(\text{Area}=j)} \quad i = 0, 1 \quad j = 0, 1$$

## 2.12. Variables aleatorias continuas y distribuciones de probabilidad

Mendenhall *et al.* (2010), menciona que a diferencia de una variable discreta es que esta toma valores correspondientes a puntos sobre una recta, es decir valores infinitamente numerosos y la suma de sus probabilidades no suman la unidad, ejemplo de estas variables son, estaturas, peso, lapso de vida útil de un producto o un error experimental de laboratorio.

### 2.12.1. Distribución normal

Para Díaz y Fenández (2001), la distribución normal se determina por dos parámetros, la media ( $\mu$ ) y la desviación estándar ( $\sigma$ )

Con lo que la densidad normal se da por la siguiente fórmula:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \left\{ \frac{-1}{2} \left( \frac{x-\mu}{\sigma} \right)^2 \right\}; \quad -\infty < X < \infty$$

la cual determina una curva en forma de campana

Donde  $X$  sigue una distribución normal media de  $\mu$  y  $\sigma^2$  varianza.

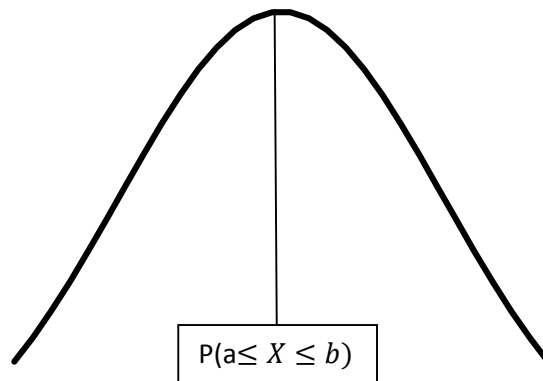


Figura 1. Distribución normal

Las propiedades que se deben cumplir para que exista una distribución son las siguientes:

1. la moda es única y esta a su vez coincide con su media y su mediana.
2. cualquier valor entre  $-\infty$  y  $\infty$  es teóricamente posible. Por tanto el área bajo la curva es igual a 1.
3. es simétrica con respecto a su media  $\mu$ . Y existe una probabilidad de 50% que haya un dato mayor que la media y un 50% que sea menor.
4. la distancia entre la línea trazada en la media y el punto de inflexión de la curva es igual a una desviación típica ( $\sigma$ ). cuanto mayor sea  $\sigma$ , más aplanada será la curva de la densidad.
5. el área bajo la curva comprendida entre los valores situados aproximadamente a dos desviaciones estándar de la media es igual a 0.95. en concreto, existe un 95% de posibilidades de observar un valor comprendido en el intervalo  $(\mu - 1.96\sigma, \mu + 1.96\sigma)$ .
6. la forma de la campana de Gauss depende de los parámetros  $\mu$  y  $\sigma$ . La media indica la posición de la campana, de modo que para diferentes valores de  $\mu$  la gráfica es desplazada a lo largo del eje horizontal.

Por otra parte, la desviación estándar determina el grado de apuntamiento de la curva, cuanto mayor sea el valor de  $\sigma$ , más se dispersarán los datos en torno a la media y la curva será más plana. Un valor pequeño de este parámetro indica, por tanto, una gran probabilidad de obtener datos cercanos al valor medio de la distribución.

Canavos (1998), menciona que la distribución normal es la de mayor uso de todas las distribuciones continuas de probabilidad, siendo el parteaguas de la inferencia estadística entre el análisis de datos, esto se debe a que muchas estadísticas muestrales tienden a la distribución normal cuando el tamaño de muestra aumenta, aparentando el gráfico una forma de campana que se extiende infinitamente positiva y negativamente.

### 2.13. Modelos econométricos

Para Fenández (2005), un modelo econométrico se podría describir de la siguiente forma:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

donde

- $Y$  es la variable que queremos explicar: variable explicada, endógena, dependiente o regresando.
- $X_1, X_2, \dots, X_k$  son las variables utilizadas para explicar las variaciones de la variable  $Y$  (variables explicativas, exógenas, independientes o regresores).
- $\beta_{k=(k=0,1,\dots,K)}$  representan los coeficientes los cuales determinan la relación entre las variables.
- $u$ : variable que recoge el resto de efectos presentes en los datos muestrales no recogidos por las variables explicativas del modelo: perturbación aleatoria.
- $t$ : representa una observación cualquiera del conjunto de observaciones presentes en la muestra:  $t = 1, \dots, T$ .

Características básicas

Lo que diferencia a un modelo económico de un modelo económico es la perturbación aleatoria, por esta razón es que el modelo se divide en dos componentes:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + u_t \quad t = 1, 2, \dots, T.$$

(Parte sistemática)	(Parte aleatoria)
$\beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt}$	$+ u_t$

### 2.13.1. Elaboración del modelo econométrico

Fenández (2005), menciona que habitualmente se distinguen solo cuatro etapas, además de las etapas es necesario tener bien identificado el problema y así formular el modelo que dé solución a este.

1.- Especificación. Esta etapa engloba el proceso de planteamiento del modelo econométrico y que sea coherente con la teoría por lo que es necesario:

- a) elegir las variables explicativas:  $X_1 \dots X_k$ ,
- b) elegir la forma funcional:  $f(.)$  en  $Y = f(X)$
- c) elegir el comportamiento probabilístico (distribución) de la perturbación aleatoria  $u$ .

Ya que un modelo no tiene sentido si no se tienen datos observables se seleccionará la muestra de observaciones que pueden ser utilizadas en el proceso de elaboración del modelo, recogiendo datos de las variables:  $Y_t, X_{1t}, \dots, X_{kt}$ , para  $t = 1, \dots, T$ .

2.- Estimación. Aquí se cuantifican los parámetros desconocidos con los siguientes pasos:

- a) elegir el método estadístico adecuado
- b) obtener los valores numéricos relativos a los parámetros desconocidos del modelo, valores que en general se representarán sobreponiendo un “sombbrero” ( $\hat{\phantom{x}}$ ) al parámetro de interés. Utilizando esta notación:

$$\hat{\beta}_0 \hat{\beta}_1 \hat{\beta}_2, \dots, \hat{\beta}_K$$

Serán las estimaciones de

$$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K$$

3.- Validación. En esta etapa se evalúa el modelo, si la respuesta es positiva será un instrumento válido para el análisis del problema planteado. De ser negativo se reformulara para que este cumpla su objetivo, y volver a la primer etapa hasta que se obtenga un modelo que supere esta etapa y tenga evaluación positiva.

El procedimiento que permite llevar a cabo la validación del modelo es la inferencia estadística en la forma de contrastes de hipótesis.



4.-Predicción. Esta última es para predecir ya utilizando el modelo dados los diferentes valores para las variables explicativas.

### **2.13.2. Bondad de ajuste de los modelos econométricos**

Fenández (2005), señala que es necesario saber la aproximación del grado de aproximación de la estimación, es decir, de la recta ajustada que proporciona el conjunto de datos original. Para medir dicha aproximación se usa comúnmente el estadístico  $R^2$ , donde el resultado mayor será el que mejor represente a las observaciones originales. El estadístico  $R^2$  se define de la siguiente expresión.

$$R^2 = \frac{\sum_{t=1}^T (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2} = 1 - \frac{\sum_{t=1}^T \hat{u}_t^2}{\sum_{t=1}^T (Y_t - \bar{Y})^2}$$

### **2.13.3. Definición de las variables ficticias**

Para explicar esta definición Fenández (2005), lo ejemplifica de la siguiente manera: si se desea comprobar que el género de un trabajador es relevante para el salario que percibe; por lo que la variable género tiene dos opciones, masculino o femenino, estas variables resultan inservibles para la estimación con algún modelo por lo que se le asigna un valor cuantitativo, como, hombre (0) y mujer (1); si las variables fueran dos o más se pueden asignar un número según el número de variables. Por tanto, la definición a las variables que, tomando valores cuantitativos, tratan de representar las diferentes posibles situaciones o casos que se producen en los factores cualitativos de interés.

### **2.14. Métodos explicativos**

Pérez (2004), explica que estas se denominan así ya que supone que hay una dependencia de entre las variables explicadas y las variables explicativas.

**Cuadro 2. Métodos explicativos**

Variables independientes	Métricas	Variable dependiente	Métricas	Simple	Regresión lineal múltiple	
				Múltiple	Análisis económico	
			No métrica		Análisis discriminante	
	No métricas	Variable dependiente	Métrica	Simple		Modelos de elección discreta
						ANOVA
						ANCOVA
						Análisis conjunto
						Segmentación Jerárquica
				Múltiple	Regresión lineal con variables ficticias	
					MANOVA	
					MANCOVA	
				No métrica	Modelos de elección discreta con variables ficticias	
					Análisis conjunto	
Segmentación jerárquica						

Fuente: elaboración propia con información de Pérez (2004)

### 2.14.1. Regresión múltiple

Para Mendenhall *et al.* (2010), es una extensión de regresión lineal simple ya que toma en cuenta más de una variable independiente, es decir, usar simultáneamente en varias variables independientes, lo cual genera mejores trabajos y en consecuencia las predicciones son más precisas.

Este autor pone como ejemplo, que las ventas regionales y del producto de una compañía podrían estar relacionadas con tres factores:

- $X_1$ : la cantidad gastada en publicidad en televisión
- $X_2$ : la cantidad gastada en publicidad en periódicos
- $X_3$ : el número de vendedores asignados a la región

Lo que hay que hacer es recolectar los datos para medir las variables  $X_1, X_2$  y  $X_3$ , al tener la medición de las variables se construye una ecuación que mejor relacione las tres variables de predicción.

El modelo de regresión simple para su análisis de regresión múltiple describe una respuesta particular usando el modelo siguiente.

Modelo y suposiciones lineales generales

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_kX_k + E$$

La regresión múltiple admite la posibilidad de trabajar con variables independientes no métricas si se emplean variables ficticias para su transformación en métricas.

### 2.14.2 Modelos de elección discreta

Pérez (2004), menciona que ya que los valores de probabilidad se encuentran entre 0 y 1 el modelo debe ser acotado para que caigan dentro de este rango, donde el modelo general es:

$$P_i = F(X_i, \beta) + u_i$$

Si la función F es la función de distribución de una variable aleatoria, los valores de P estarán en un rango de 0 y 1.

Si la función F es logística se usa el modelo *Logit*:

$$P_i = F(X_i, \beta) + u_i = \frac{e^{x_i\beta}}{1 + e^{x_i\beta}} + u$$

Si la función F es de distribución normal se usa el modelo *Probit*:

$$P_i = F(X_i, \beta) + u_i = (2\pi)^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{x_i\beta} e^{-\frac{t^2}{2}} dt + u_i$$

#### 2.14.2.1 Modelo Logit

Levi y Varela (2003), mencionan que aunque tiene una combinación lineal de parámetros y observaciones de las variables explicativas se le considera como un modelo no lineal y su función logística se encuentra entre cero y uno es por ello que arroja valores dentro del intervalo característico de la probabilidad, generando una forma sinusoidal permitirá que la probabilidad de elegir una determinada alternativa dependa del valor inicial que toman las variables explicativas.

Gráficamente

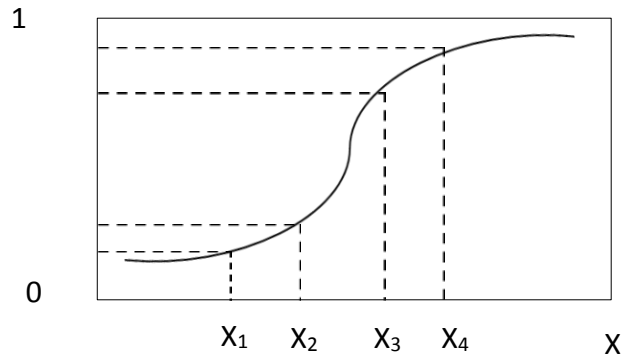


Figura 2. Función logística

En el gráfico se observa que el incremento en la variable X supone una mayor probabilidad de que Y valga 1, si el valor inicial pasa de X<sub>1</sub> a X<sub>2</sub> que si pasa de X<sub>3</sub> a X<sub>4</sub>.

La función logística es siempre positiva e inferior a la unidad, por lo que:

$$F(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k X_{kl}) = \frac{e^{(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k X_{kl})}}{1 + e^{(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k X_{kl})}}$$

El numerador y el denominador son siempre positivos porque involucran exponenciales, que siempre son positivas. Por otro lado, siempre se cumple que:

$$e^{(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \beta_k \beta_{kl})} < [1 + e^{(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \beta_k \beta_{kl})}].$$

y, por tanto, el cociente nunca superará la unidad.

La función logística puede escribirse también como:

$$F(X'_l B) = \frac{e^{(X'_l B)}}{1 + e^{(X'_l B)}}$$

Donde  $X'_l B$  indica la combinación lineal  $\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k X_{kl}$

La especificación del modelo pasa por definir una variable dicotómica, Y, que es la realmente observada.

$$Y_l = \begin{array}{ll} 1 & \longrightarrow \text{Sí} \\ 0 & \longrightarrow \text{No} \end{array}$$

Sin embargo su esperanza condicional a los valores de las variables explicativas o, lo que es lo mismo, la probabilidad de que el individuo compre, dadas las características explicativas, es:

$$E[Y_l] = P_l = F(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k X_{kl}) = \frac{e^{(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k X_{kl})}}{1 + e^{(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k X_{kl})}}$$

Donde F es la función logística.

El modelo Logit se puede definir suponiendo que la utilidad de comprar,  $Y_l^*$  no es observable, pero se comporta según un modelo de regresión lineal múltiple.

Por lo que:

$$Y_l^* = \beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k X_{kl} + U_l^* \quad i = 1, \dots, N.$$

Es por ello que este modelo no se puede estimar, ya que  $Y_l^*$  no se puede medir. Así que se utiliza la variable observada,  $Y_l$ :

$$Y_l = \begin{cases} 1 & \text{sí } Y_l^* > 0 \\ 0 & \text{sí } Y_l^* \leq 0 \end{cases} \quad \begin{matrix} \text{Sí} \\ \text{No} \end{matrix}$$

Su notación matricial es la siguiente:

$$P(Y_l = 1) = P(Y_l^* > 0) = P(X_l' \beta > -U_l^*)$$

Dada su simetría alrededor de cero, podemos decir que:

$$P(Y_l = 1) = P(Y_l' \beta \leq U_l^*) = F(X_l' \beta)$$

de este modo,

$$P_l = P(Y_l = 1) = \frac{e^{(X_l' \beta)}}{1 + e^{(X_l' \beta)}}$$

Obteniendo el modelo Logit especificado anteriormente según sea la distribución de probabilidad para el término de perturbación tendemos diferentes modelos. Si  $F(\cdot)$  es la función logística, obtendremos el modelo Logit; en cambio, si tomamos como función de distribución una normal estándar, obtendremos el modelo Probit.

## Estimación del modelo Logit

La estimación Logit se realiza mediante la explicación del método de máxima verosimilitud. Sea el modelo Logit el siguiente:

$$P_l = \frac{e^{(X_l'\beta)}}{1 + e^{(X_l'\beta)}}$$

Para Hair et al. (1999), la regresión logística, aplica un modelo logístico el cual tiene una forma concreta a una curva logística, el cual para su estimación se ajusta a una curva a los datos reales que un suceso tenga o no lugar (1 o 0), lo cual representa una ventaja pues se usa un valor dicotómico como la variable dependiente.

### 2.14.2.2 Modelo Probit

Levi y Varela (2003), menciona que este modelo se especifica análogo al modelo Logit, a diferencia que utiliza como función normal estándar, la forma en que se representa es la siguiente:

$$E(Y_l) = P_l = F(\beta_1 + \beta_2 X_{2l} + \dots + \beta_k \beta_{kl}) = \int_{-\infty}^{x,\beta} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2} dt$$

Se considera difícil de interpretar directamente por los parámetros estimados, es por eso que comúnmente solo se hace la interpretación de los signos obtenidos y su significación

### 2.14.2.3 Medidas de bondad de ajustes en los modelos de elección dicotómica

Levi y Varela (2003), menciona que una medida análoga al coeficiente de determinación tiene el objetivo similar al  $R^2$ , es el Pseudo- $R^2$ , este se define como:

$$\rho^2 = \left[ \frac{\ln L(\hat{\beta}; X_l, y_l)}{\ln L_0(\hat{\beta}^0; X_l, y_l)} \right]$$

El numerador es el logaritmo de verosimilitud estimada para el modelo completo, es decir, con todas las variables explicativas, el denominador es el logaritmo de la verosimilitud del modelo restringido, este solo contiene el término independiente. La interpretación es parecida al  $R^2$ , si es cercano a la unidad es un buen ajuste.

Para contrastar si todos los parámetros que acompañan a las variables explicativas son iguales a cero o si al menos uno es significativamente diferente de cero, este contraste se realiza con:

$$2[\ln L(\hat{\beta}; X_l, y_l) - \ln L_0(\hat{\beta}^0 X_l, y_l)]$$

Los logaritmos de las verosimilitudes corresponden a dos modelos, el completo y al restringido. Con el estadístico obtenido sigue una distribución de chi-cuadrado con (k-1) grados de libertad y si este supera el valor de tablas se concluye que al menos una variable explicativa tiene significancia en la explicación de la probabilidad de elegir la primera alternativa.

### **2.14.3. Regresión múltiple y modelos de elección discreta con variables ficticias**

La regresión múltiple admite la posibilidad de trabajar con variables independientes no métricas si se emplean variables ficticias para su transformación en métricas. A cada clase de variable no métrica se le asigna un valor numérico. Este modelo a diferencia de la regresión múltiple es que las variables dependientes pueden ser no métricas, lo cual lo convierte en una técnica para analizar la relación que hay con la variable dependiente (o endógena) métrica y varias variables independientes (o exógenas) métricas, no métricas o mezcla de ambas independientes. Pérez (2004).

El modelo se expresa de la siguiente forma:

$$y = F(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

### **2.15. Modelos con variable dependiente limitada (modelo Tobit)**

Levi y Varela (2003), lo consideran como un híbrido entre los modelos de respuesta cualitativa y los lineales de regresión, ya que combinar variables discretas y continuas, es decir variables continuas con un punto de truncamiento. Ya que en variables cuantitativas continuas sus valores observados no cubren la totalidad de su rango o intervalo de variación por la existencia de un mecanismo de selección estocástico, se le consideran variables limitadas

Los modelos con variable dependiente tienen rasgos distintivos que se resumen en dos particularidades:

- a) Poseer funciones de verosimilitud de carácter mixto al estar constituidas por funciones de densidad y de distribución.

- b) Los propios modelos, y también las ecuaciones que se derivan de las condiciones de primer orden en el proceso de maximización de la función de verosimilitud, son altamente no lineales y requieren (en su tratamiento y solución) procedimientos iterativos no lineales de optimización basados en métodos numéricos.

#### Especificación del modelo

La especificación del modelo con variable dependiente censurada que establece las relaciones entre la variable observada realmente ( $y$ ), la variable latente ( $y^*$ ) y el resto de variables dependientes ( $x$ ) es la siguiente:

$$y_1^* = x_1' \beta + \varepsilon_1$$

donde

$$Y_l = \begin{cases} 0 & \text{Para } y_l^* \leq c \quad (n_1 \text{ observaciones}) \\ y_l^* & \text{Para } y_l^* > c \quad (n_2 \text{ observaciones}) \end{cases}$$

siendo

$y_l^*$  = la variables latente no observada (posibilidad, tendencia, propensión).

$y_l$  = la variable observada real.

$c$  = el punto de truncamiento de la distribución pudiendo tomar el valor cero ( $c = 0$ ).

$\varepsilon_l = N(0, \sigma^2)$  independientes

La muestra de tamaño  $n = n_1 + n_2$

Pueden distinguirse dos situaciones: una en la que para los valores negativos de la variable  $y_1 = x_1' \beta + \varepsilon_1$  se adopte el valor 0 ( $y_1 = 0$ ) pero la variable  $x_1$  sean observadas (modelo Tobit censurado o estándar), y otra situación en la que no se observa ni el valor de la variable dependiente continua ( $y_1^*$ ) ni el de las variables explicativas ( $x_1$ ) cuando la variable ( $y_1^*$ ) sea negativa (modelo Tobit truncado) que es el menos complicado de todos los modelos de regresión con datos censurados.

En términos de la variable observada y considerando como cota el cero, puede describirse el modelo anteriormente planteado para expresar el modelo Tobit censurado o estándar de esta manera:



$$y_l = x_l' \beta + \varepsilon_l \quad \text{si} \quad y_l > 0$$

## 2.16. Mínimos cuadrados ordinarios

Los estimadores que se obtienen por este método son los que minimizan la suma de las diferencias al cuadrado sobre los valores observados de la variable dependiente y los que se estiman del modelo de regresión (SCE) para el total de observaciones Levi y Varela (2003).

Los estimadores obtenidos por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) son aquellos que minimizan la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores observados de la variable dependiente y los estimados por el modelo de regresión (SCE) para el total de observaciones.

Para la observación  $i$ -ésima, siendo  $e_i = y_i - \hat{y}_i$ , la obtención de  $\hat{\beta}_{i(MCO)}$  implica:

$$\min SCE = \min \sum_{l=1}^N e_l^2 = \min \sum_{l=1}^N (y_l - \hat{y}_l)^2$$

Matricialmente podemos escribir  $e = Y - \hat{Y} = Y - X\hat{\beta}$ , entonces la obtención del vector de estimadores MCO,  $\hat{\beta}_{i(MCO)}$ , se deduce de la forma

$$\min SCE = \min(e'e) = \min[(Y - X\hat{\beta})'(Y - X\hat{\beta})]$$

entonces:

$$\hat{\beta}_{MCO} = (X'X)^{-1}X'Y$$

Schmidt (2000), menciona que este principio consiste en obtener una línea estimada, escogiendo una pendiente y un intercepto, el cual será  $\beta_0$  y  $\beta_1$  que tiene la suma más pequeña de los residuales.

Este se obtiene con la ecuación que indique la suma de los residuales cuadrados obteniendo así  $\beta_0$  y  $\beta_1$  que reduzcan lo más posible. Cuando esta ecuación se resuelva:

$$a) \hat{E}_i = Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i$$

La suma de los residuales cuadrados (SRR) estará dada por:

$$b) SRR = \sum_{i=1}^N \hat{E}_i^2 = \sum_{i=1}^N (Y_i - \beta_0 - \beta_1 X_i)^2$$

Mediante el cálculo hallamos los valores de  $\beta_0$  y  $\beta_1$  que reduzcan al mínimo la suma:

$$c) \beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})(X_i - \bar{X})}{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

Los valores  $\bar{Y}$  y  $\bar{X}$  son valores promedio del conjunto de datos  $X$  y  $Y$ , las formulas antes mencionadas solo toman variables observables, es decir, son los valores promedio de  $Y$  y de  $X$  respectivamente.

Con la muestra se obtienen los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios de los valores conocidos  $\beta_0$  y  $\beta_1$  con los cuales se obtienen los residuales, y estos al ser sumados  $\sum_{i=1}^N \hat{E}_i$ , siempre será 0.

## 2.17. Bondad de ajustes

Lo que busca la bondad de ajuste es evaluar en qué medida el modelo que se aplica explica las variaciones producidas por la variable dependiente, siendo el coeficiente de determinación  $R^2$  el más utilizado ya que indica a proporción de la varianza de la variable dependiente explicada por las variables que se incluyen en el modelo. Levi y Varela (2003).

En un modelo lineal el coeficiente de determinación se define como:

$$R^2 = 1 - \frac{SR}{ST};$$

donde

SR = Suma residual

ST= Suma total

Si hay término independiente podemos expresarlo de la forma:

$$R^2 = \frac{SE}{ST};$$

SE= Suma explicada

ST= Suma total

## **2.18. Impacto ambiental**

Se puede decir que no hay ser vivo que genere impacto al medio ambiente, ya sea negativo o positivo, ya que la flora y fauna tienen y siempre han tenido la capacidad para modificar un ecosistema, la diferencia es que el ser humano puede generar impacto ambiental a mayor escala y en menor tiempo, siendo en su mayoría impacto ambiental negativo, es por ello que este autor define el impacto ambiental como, el efecto que produce el hombre sobre el medio ambiente (Pérez, 2014).

### **2.18.1. Tipo de impactos ambientales**

Para Pérez (2014), el impacto ambiental causado por efectos del ecoturismo afecta a los factores físicos y biológicos del destino turístico, estos impactos son:

**Trastornos a la fauna y a la flora:** En cuanto a la vegetación puede verse afectada por el pisoteo ya sea a pie, coche, caballo, entre otros, para la fauna aplica la compra de ejemplares como mascotas, o afectación de forma accidental, ignorancia o imprudencia, otros animales se habitúan a los visitantes al grado de ya no temerles.

**Contaminación:** se refiere a los productos que consume el hombre y que al realizar una actividad turística perjudican directamente al medio ambiente y a consecuencia de esto a la flora y fauna que habita en ese mismo lugar; los vehículos afectan por los vertidos de combustibles y los gases expulsados llegando a ocasionar daños irreparables.

**Erosión y otros impactos del suelo:** de manera natural hasta el viento más leve puede provocar erosión en el terreno, se puede suponer que, al ingresar automóviles para disfrutar de un área, el paso de maquinaria para construcción de infraestructura hotelera o incluso el paso de un ecoturista puede provocar daños de gran magnitud, esta afectación directa al suelo provoca a su vez pérdida de agua y el equilibrio del ecosistema.

**Alteración intencionada de los recursos naturales:** además de los impactos antes mencionados también la misma industria turística o los encargados de manejar el área también ocasiona daños intencionados en el medio ambiente ya que estos son quienes se encargan de darle un uso a los recursos.

Impacto visual y auditivo: debido a las actividades realizadas por el turista provoca daños visuales y auditivos que afectan directamente a los recursos naturales, ya sea por la modificación del área natural, el ingreso con vehículos y los sonidos mismos de los turistas.

### **2.18.2. Medidas para minimizar el impacto ambiental**

Pérez (2014), menciona que en el ecoturismo es imposible impedir el impacto ambiental, por lo que se da a la tarea de minimizar dichos impactos, algunos de los principales expertos mencionan las siguientes acciones:

- a) Cambiar cantidad de turistas por calidad: debido a que las actividades turísticas en cierta forma son rentables caen en el vicio de aceptar muchas más visitas de las que el ecosistema tiene capacidad, olvidando que este es el recurso que mantiene las actividades realizadas, es por ello que en el ecoturismo se considera la educación ambiental a los visitantes, para evitar que aquellos que no tienen ese mismo amor por la naturaleza ingresen a los sitios de uso público. Siendo a largo plazo visitantes de calidad.
- b) Hacer el recurso más resistente al turista: ya que por lo regular se tienen definidos senderos es necesario que estos no presenten erosión, aplicando como medida preventiva la construcción de caminos con madera u otro material que a su vez no cambie el paisaje natural, también se puede aplicar el descanso de senderos para permitir el crecimiento de la vegetación.
- c) Educación y concientización: se trata de dar información de los bienes y servicios que este tipo de áreas nos provee y de las consecuencias de incurrir en faltas que puedan afectar a el ecosistema, esta información se puede ser al ingreso del turista a el área, con educación ambiental a los grupos de visitantes, pero no solo a los visitantes sino también a los anfitriones y mismos empresarios a la hora de generar infraestructura, es decir, a todos los involucrados en la actividad ecoturística.
- d) Limitar la capacidad de carga del lugar: se trata de limitar el número de visitantes que pueden estar al mismo tiempo en el mismo lugar o bien las visitas por día, este límite tendrá que establecerse en base a las características físicas, biológicas y sociales.
- e) Colaborar con las organizaciones no gubernamentales ecologistas nacionales e internacionales: la mejor forma de utilizar racionalmente el recurso es contar con la

experiencia de los ambientalistas, ya sean expertos internacionales o miembros de organizaciones nacionales.

- f) Autoridades ecológicas: que analicen las mejoras ambientales que se pueden realizar en el lugar y la sostenibilidad del mismo. Se deben incluir además de los estudios de impacto ambiental, consistentes en averiguar las consecuencias que para el medio ambiente y para la propia salud humana pueden tener ciertas actividades, entre ellas, las relacionadas con la instalación de infraestructura turística.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 Trabajos afines internacionales de valoración económica

Sunun (2014), aplicó el método de Valoración Contingente (VC) para el uso recreativo en el Parque Nacional Laguna del Pino, Barberena, Santa Rosa, Guatemala. Se usó un muestreo probabilístico de selección aleatoria durante tres meses aplicando 171 encuestas, el método usado fue una regresión múltiple de mínimos cuadrados ordinarios. Se encontró que el 69% de los encuestados son hombres y el 31% son mujeres, en estado civil el 52% son casados, 24.1% solteros, 20.5% unión libre y el 3% otro; el número de personas por grupo la que tiene mayor frecuencia es de 1 a 5 y de 6 a 10; la escolaridad es mayor en nivel primaria, diversificado, básicos y universitario. Las respuestas protesta fueron 15, y se obtuvo una disposición a pagar (DAP) calculada es de 21.08 Quetzales.

Otro estudio fue aplicado por Vallejos (2014), utilizando el método de Costos de Viaje (CV) en la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno (RPFC) en Ecuador. Se aplicaron 30 encuestas, de estas el 83.3% de los visitantes usaron transporte público y el 16.7% usaron transporte aéreo, el 76.7% de los visitantes tienen educación superior y el 23.7% tiene educación media; para la variable ingresos se la categorizó en tres niveles: alta (más de 2000 dólares mensuales), media (entre 1000 y 2000 dólares mensuales), y media baja (menos de 1000 mensuales), estableciéndose el 23,3%, el 50% y el 26,7% respectivamente; el número de mujeres fue de 17 que representa el 56.7% y 13 hombres con un 43.3%; se obtuvo el valor de la RPFC en función del ecoturismo el cual es de 120, 817, 294,08 dólares esto para el año 2013.

Un estudio más es el de Picher *et al.* (2000) en la Zona de Especial Protección de Aves (ZEPA) en Madrid, España, aplicando el método de VC; este estudio se realizó en tres partes, se aplicaron 244 encuestas y para la estimación de la DAP por la conservación del paisaje fue mediante el modelo Logit; las disposiciones marginales a pagar de la población por clases de paisaje según el método de ordenación contingente Con el modelo Logit se obtuvo una DAP de 32,92€, donde ni la edad, el nivel de estudios, ni el género son significativas, la variable que si fue significativa es la renta. Con el modelo rank-ordered Logit se estimó que la DAP marginal más alta correspondiente a las zonas de agua con una DAP de 49€/ha/año y la más baja corresponde a instalaciones agropecuarias con 1€/ha/año, las zonas de canteras con 2€/ha/año, o zonas incendiadas con 3€/ha/año.

En Córdoba España, se estimó el uso recreativo del Parque Natural Sierra Homachuelos, por Hidalgo *et al.* (2014), se utilizó una regresión logística, de las encuestas se obtuvo que el 79.33% de las personas están dispuestas a dar un valor positivo por el uso del parque, en cambio el 12.26% es de respuesta protesta y el 8.41% declara una máxima DAP nula; con estos porcentajes la verdadera DAP por la entrada al parque es de 4,53€, siendo el intervalo de confianza para la media al 95% de la máxima disposición al pago el comprendido entre 3,17 y 5,89€, con un valor estimado del uso recreativo del Parque Natural de 65.603,46€.

Sepúlveda (2008), aplicó la metodología de VC en el Parque Ronda del Sinú, en Montería, Colombia, con la técnica de análisis Logit, se usó como variable dependiente es el grado de satisfacción; el 45.2% de los entrevistados son hombres y un 54.8% son mujeres; el 63.9% tienen edades inferiores o iguales a 30; el 60.2% de los entrevistados trabaja y un 39.8% está desempleado; un 45.8% son profesionales y de estos los que sí trabajan representan el 33.7% de los entrevistados; el estimado de DAP es de \$6,100 COP, el cual se obtiene de la expresión lo que para un nivel de confianza del 95% nos daría un intervalo con un valor superior de \$6.700 COP y un valor inferior de \$5.500 COP.

Juarez y Bernabeu (2011), en Parque Natural de los Calares del Mundo y de la Sima (Albacete, Castilla-La Mancha) España, usaron la metodología de VC aplicando 410 encuestas en cuatro lugares estratégicos; el 63.4% de los visitantes está de vacaciones, el 32.7% realizan un viaje de 1 día y el 3.9% está de paso por la zona; más del 40% de los visitantes al parque tienen una edad comprendida entre 35 y 49 años y nivel de estudios medios; algo más del 50% son hombres; más del 70% son trabajadores y tienen una renta familiar media comprendida entre 1.500 € y 3.000 €; con la eliminación de las respuestas propuestas se obtiene una DAP por la entrada al parque de 4,02 € y con el número de visitas por año el valor de uso recreativo es de 1.108.358,22 €.

Bosch *et al.* (2017), para el valor de uso recreativo del Paisaje de Oasis de Luján de Cuyo y Maipú en Argentina, aplicó el método de VC mediante el modelo Double Bound en R, con la aplicación de 650 encuestas se obtuvo \$60/hogar/mes la cual está en función de la edad, lugar de residencia, la preocupación frente al problema y el nivel de ingresos; estos \$60 significan más de \$172,000,000 ARS anuales los cuales pueden ser destinados a la conservación del servicio recreativo.

Para la estimación de uso recreativo del Parque Natural Sierra de María-Los Vélez en Almería, España, Castillo *et al.* (2008), aplicaron la metodología de VC, con 214 encuestas; el 59% eran hombres y el 41% eran mujeres, el 53% con edades entre 25 y 45 años. Para obtener el valor de uso se usaron dos escenarios en uno no se considera el coste de tiempo de desplazamiento (escenario 1), y en el segundo se incluirá los euros por kilómetro (escenario 2), se obtuvo un valor de uso recreativo para el escenario uno de 322.140 € y para el escenario dos de 558.180€.

Un estudio más es el realizado por Machín y Hernández (2008), el cual fue aplicado para saber la valoración económica en el Parque Nacional Viñales, Republica de Cuba, se usó la metodología de VC; para la muestra de encuestas se estratifico para turistas internacionales y nacionales; se aplicaron 286 los turistas nacionales y 479 para los extranjeros, para los nacionales la DAP resulta significativo la edades de 20 a 30 años, la cual es de \$2.00 CUP y para los internacionales la DAP es de \$2.49 CUP.

Otro estudio elaborado por Hidalgo *et al.* (2013), en el cual aplicó la metodología de VC para estimar el valor económico de los parques periurbanos Sierrezuela y Los Villares, en Córdoba, España, se aplicaron 83 encuestas en Sierrezuela y 207 en Los Villares, el perfil del visitante para Sierrezuela es 46% hombres y 54% mujeres. Con la metodología CV se obtiene un EC para Sierrezuela de 16.64 € obteniendo un excedente total de 547,023.36 €, el excedente del consumidor en Los Villares es de 105 € y el excedente total es de 9.862.650€. Con VC se obtuvo una DAP por entrada 3.5€ para Sierrezuela y 3.6€ para los Villares, se obtuvo un valor de uso para Sierrezuela de 115,059€ y para Los Villares 338,148€.

Sánchez (2008), valoró la DAP por la conservación del Bosque Amazónico por parte de usuarios indirectos con la aplicación a las familias residentes en Madrid España, con la forma funcional lineal, se obtuvo 70.452 Euros / Año, para el modelo Probit y de 70.317 Euros / Año para el modelo Logit; mientras que para la forma funcional logarítmica la Media y Mediana fueron de 79.48 Euros / Año y 66.90 Euros / Año; para el modelo Probit resultó en 83.66 Euros / Año y 67.05 Euros / Año, para el modelo Logit. Por último, en el caso no paramétrico la Media y Mediana encontradas fueron de 70,733 Euros / Año y 70,455 Euros / Año, respectivamente. Para el cálculo de valor económico total se utilizó el resultado del modelo Logit, este valor se destinaría 25 Euros por año al valor de no uso, 14.5 Euros por año en el valor de existencia, 13.6



Euros por año en valor de herencia, 6.8 Euros por año en valor de opción y 0.4 Euros por año al valor de uso directo

Cayo (2014), para obtener la valoración económica en la Isla Taquile en Puno, Perú, con la DAP por el turismo rural, se usó el método de CV; para esto se aplicaron cuatro modelos donde el cuarto modelo fue el mejor con un ajuste de 80.19% en Pseudo  $R^2$ , por lo que la DAP estimada es de \$5.35 nuevos soles por ingreso mínimo, lo que representa una DAP de \$14 nuevos soles.

Otro estudio es el elaborado por Del Valle (2005), para obtener la evaluación económica de los servicios ambientales que brinda la Reserva Altos de Licaray en Chile, se usó el método de VC, aplicándose 302 encuestas, de estas solo se utilizaron 247 para el análisis; la edad promedio es de 34 años, el 67% son hombres y el 33% son mujeres. La DAP por visita es de \$2,587 CLP y el valor de la entrada es de \$1,300 CLP, el excedente resulta de \$1.28 CLP. Con las visitas promedio de los adultos que es de 2,540 personas al año y la DAP de \$2,587 CLP se obtiene una disposición a pagar anual de \$6, 750, 980 CLP.

Sarango (2001), con el objetivo de determinar el valor ambiental del uso recreativo del Parque Naciones Unidas en Tegucigalpa en Honduras, usó la metodología de VC a través de la disposición de pago de los visitantes nacionales y extranjeros. Se aplicaron 282 encuestas para nacionales y 60 para extranjeros; se encontró que el 54.6% es del sexo masculino y 45.4% femenino. El medio empleado de pago fue el aumento a la tarifa de ingreso al área. Se obtuvo que el visitante nacional está dispuesto a pagar de 2 lempiras a 7.84 lempiras y para niños 3.62 lempiras, lo que representa un aumento de 362% obteniendo 209,290 lempiras al año por concepto de entradas; para los visitantes internacionales se obtuvo 82,427 lempiras por año, con la suma de nacionales y extranjeros se obtuvo 291,717 lempiras por año.

Para calcular la valoración económica de los servicios ambientales del Bosque Yotoco en Medellín Colombia, Escobar y Erazo (2006), usaron las metodologías de CV y VC; se aplicaron 176 encuestas, 133 están dispuestas a pagar y 43 no lo están, obteniendo que el valor promedio de DAP es de \$4,981 COP, lo que representa el valor que los visitantes le dan al Bosque Yocoto y al calcular el beneficio anual promedio se obtiene un valor de \$60, 509, 586.6 COP. Se utilizó el modelo Tobit-truncado para determinar el valor de uso, con este mismo se aplicaron dos modelos uno con las variables de costo por visita y costo de viaje. El EC es de \$4.395 COP por lo

que el beneficio anual es de \$44.310.742 COP. La DAP con el método de valor VC es de \$4,981 COP y por CV \$4.395 COP, lo que resulta de beneficios anuales con VC de \$50.218.840,12 COP y con el método de CV un valor de \$44.310.742 COP.

Siles (2007), para saber el valor económico del uso recreativo de los servicios ambientales que brinda el Parque Nacional Sajama, aplicó 315 encuestas. Resultó que el promedio del EC es de US\$ 9.81, para la variación compensada por la mejora de la calidad se obtiene US\$ 9.81. La investigación muestra que no es suficiente la tarifa de acceso por lo que se sugiere que sean US\$10 para extranjeros y \$10 Bolivianos para nacionales, obteniendo así un EC de 77.62 Bolivianos, una valoración compensada de 76.58 Bolivianos y un beneficio total anual de 163,700.58 Bolivianos.

Nahuelhual y Nuñez (2010), para estimar los beneficios económicos por el uso de recreación en las áreas naturales públicas del sur de Chile, emplearon la metodología de CV. Con un total de 712 encuestas, se obtuvo que la mayoría de los visitantes son del género masculino con una edad media de 42 años. El EC por grupo (ECG), individual (ECI) y por temporada (ECTem), además del excedente del consumidor total(ECT); para la muestra completa se obtuvo del ECG USD 470, para el ECI USD 90, para ECTem USD 198 y para ECT USD 48,322,494; para la sub-muestra agua completa se obtuvo del ECG USD 231, para el ECI USD 46, para ECTem USD 104 y para ECT USD 14,442,064; completa se obtuvo del ECG USD 985, para el ECI USD 176, para ECTem USD 359 y para ECT USD 32, 855, 680.

Moreno (2004), empleo la metodología CV para estimar la valoración económica de los parques recreativos, esto en Bogotá, en el Parque Forestal Puente Sopo. Para la función de la demanda se utilizó el Modelo Poisson, usando como variable dependiente el número de visitas anuales y como explicativas el costo de viaje, el ingreso, los motivos de la visita y tiempo de duración de la visita; las variables significativas fueron el costo de viaje, motivos de la visita; el valor de uso es de \$224,204.17 COP; el valor de uso anual es de \$324,580.30 COP y el valor de uso total es de \$2,703,745.347 COP.

Pupo (2012), realizó otro trabajo en las bahías de Santa María, El Rodadero y Taganga, Colombia, para estimar el valor económico del uso recreativo; se utilizó la metodología de CV, para esto se utilizaron los modelos Poisson y Tobit. Encontró que los visitantes en su mayoría son

del género masculino y estos tienen ingresos menores a \$600,000 COP. El costo promedio por visita es de \$42.967 COP, los factores de eliminación el 47% consideran que no debe existir vertimiento de agua de lluvia y el puerto carbonífero recibió un 35%. El mejor modelo es el modelo de Poisson, las variables fueron los costos totales, tiempo total de la visita, número de hijos del visitante, número de personas, ingreso mensual, edad, estado civil, escolaridad y factor de eliminación. Para las tres playas el tiempo de permanencia es altamente significativo, los costos en los que incurren los visitantes también son significativos aunque los coeficientes son cero, el factor de eliminación resultó también altamente significativo y con signo negativo, el número de hijos es altamente significativo en la Bahía y Taganga, el número de personas que acompañan al visitante solo es significativa para Taganga; la escolaridad solo resultó altamente significativa para la bahía y el estado civil solo es significativa para El Rodadero.

### **3.2. Trabajos afines nacionales de valoración económica**

Las cantidades obtenidas en los siguientes trabajos son en moneda nacional mexicana.

Sánchez et al. (2012), para calcular el valor de existencia del servicio ecosistémico hidrológico de la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, en Baja California Sur, aplicaron el método de VC, para extraer agua para provisión lo cual ha superado la capacidad de recarga lo que provoca un déficit hídrico. La DAP para el primer modelo fue de 100 pesos; para ingresos bajos y altos fue de \$92.00 y \$103.00, respectivamente; para localidades rurales fue de \$114.00 y para áreas urbanas de \$98.00. El valor monetario anual aproximado de los servicios ambientales en 36 millones \$852,900.

Un estudio más en la Reserva de la Biosfera La Laguna entre los municipios de la Paz y Los Cabos, para mejorar los programas que la atienden se propone aumentar la recaudación, esta investigación a cargo de Almendarez *et al.* (2016) usaron la metodología de VC para la estimación de costos de entrada. Se realizaron 599 encuestas. Se utilizó el modelo Probit y tres modelos más, el lineal log-lineal y  $-$ box Cox. Los resultados para el modelo Probit para la DAP por persona con una función de utilidad lineal es de \$71.88 por persona y \$25,5878,441.23 anuales; con una función de utilidad lineal con ingresos bajos resultó en \$69.27 por persona y \$26,583,452.57 anuales; con función de utilidad lineal con ingresos altos resultó en \$74.53 por

persona y \$28,603,041.73 anuales; para la DAP con función logarítmica resulto en \$107.62 con beneficios anuales de 441,299,558.74; y con transformación Box Cox 100.56 pesos con beneficios anuales de \$38,589,911.84. Los modelos resultaron muy similares entre las mismas especificaciones de función de utilidad, a excepción de la logarítmica y Box Cox.

Urcelay (2015), para estimar el valor de los beneficios recreativos en el Eco-Parque Xcaret, México, utilizo la metodología de CV; con la aplicación de los modelos Lineal, logaritmo-lineal, binomial negativo y Poisson; este último el que mejores resultados tuvo. Los resultados del EC fue de \$978.00, el valor anual promedio de los beneficios recreativos fue de 942 millones de pesos, con un beneficio anual promedio por hectárea de 15.7 millones de pesos.

Gándara (2006), para la obtención del valor económico de los servicios recreativos del Parque Ecológico Chipinque en Nuevo León, utilizó la metodología CV para estimar la función de demanda por zonas de origen en función de los costos de entrada, los gastos que tienen los visitantes al interior del parque, los costos de transporte y el valor del tiempo de viaje. El EC, es de \$42.15 para el escenario 1, \$47.75 para el escenario 2 y \$64.54 para el escenario 3. El beneficio recreativo anual es de \$13,278,654, para el escenario 1, \$15,041,200 para el escenario 2 y \$20,328,840 para el escenario 3, que al dividir entre el total de hectáreas se obtiene un beneficio recreativo por hectárea de \$8,171, \$9,256 y \$12,510, respectivamente para cada escenario.

Otro trabajo es el elaborado por Pérez (2008), en el Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatrociénegas, Coahuila, utilizo la metodología de CV y VC; para esto se aplicaron 44 encuestas; el promedio del costo de viaje por persona es de \$78.10, el costo de viaje promedio por familia es de \$2,803.00, con un costo por persona es de \$511.85. La DAP por familia es de \$4,426.26 y al multiplicarlo por las 13,960 familias que visitan anualmente al área se obtiene \$61,790,589.6 al año. El Valor Económico Total es de \$88,700,129.60. Se estimaron dos modelos econométricos con la finalidad de identificar los factores que influyen en la DAP, uno para los visitantes locales y otro para los foráneos. De acuerdo a los datos obtenidos de la encuesta, los visitantes que vienen fuera del municipio de Cuatrociénegas pagan anualmente \$3,494,360 y los visitantes locales un total de \$411,332, por lo que el valor total de los ingresos por cuotas de acceso al Área Protegida es de \$40,305,092. Para determinar el valor de uso total anual

se suman los dos resultados obtenidos, el valor de la producción agrícola sustentable y el valor de ingreso por turismo, de manera que el valor de uso total anual es de \$45, 549,092.

Martínez (2005), para estimar el valor consuntivo del Desierto de los Leones en la Ciudad de México, aplicó la metodología de CV y se realizaron 370 encuestas de las cuales para el estudio econométrico se utilizaron 356, de estas 256 son para visitantes poco frecuentes, las cuales son para días de campo y visitas al monasterio de las carmelitas, otro motivo es para practicar ciclismo destacando esta actividad con 100 encuestas y en promedio 40 visitas al año. Para el método de costos de viaje se estimó mediante un modelo Poisson truncado, corregido por estratificación endógena. Este parque nacional brinda a sus usuarios directos un beneficio económico entre 66.3 y 115.5 millones de pesos. Estos montos se obtuvieron mediante la estimación econométrica más indicada teóricamente, dadas las características de la encuesta y la variable dependiente.

González (2017), aplicó la metodología de VC en el Centro Cultural Comunitario San Andrés en Guadalajara, Jalisco, México, para averiguar los cambios en el bienestar ante cambios en la provisión del bien o servicio ambiental. La aplicación fue a 40 usuarios donde el 45% son hombres y el 55% son mujeres, los rangos de edades es de 17 a 69 años, el medio de transporte más usado es caminando 70%, seguido de camión 15%, coche particular 10% y otros 5%; el tiempo promedio de traslado es de 12.7 minutos; las actividades que más gustan del centro cultural los talleres con un 40%, seguido del personal 25% y las instalaciones 25%; finalmente, la cercanía y accesibilidad del inmueble 10%. La DAP mínimas es en promedio de \$369.9 y la mínima de \$111.6.

Larqué *et al.* (2004), para saber la valoración económica de los servicios ambientales que brindan el Bosque del Municipio de Ixtapaluca, en el Estado de México, aplicó la metodología de VC. El valor que se dio a los servicios ambientales osciló entre \$1 y \$2000 como pago único anual, obteniéndose un dato promedio de \$272.49 pesos y como mediana 100 pesos.

### **3.4. Trabajos afines regionales de valoración económica**

Macias (2015), para saber el perfil del ecoturista en Cañón de Amargos y Cañón de San Lorenzo en Saltillo, Coahuila, aplicó un total de 232 encuestas de las cuales 149 se aplicaron en Cañón de Amargos y 83 en Cañón de San Lorenzo. En Cañón de Amargos el 50.3% es del

género masculino y 49.7% del género femenino; existe una disponibilidad de pago por ingresar al área de \$19.00 y \$40.00 y una disponibilidad de realizar gastos de entre \$325.00 y \$552.00; para Cañón de San Lorenzo resultó que el género masculino es de 61.4% y el 36.6% femenino, existe una disponibilidad de pagar por el ingreso de \$25.00 a \$50.00 y una disponibilidad de gastar de \$133.00 a \$325.00.

Sevilla (2004), para estimar el valor de uso del Parque Recreativo Venustiano Carranza en Saltillo, Coahuila, aplicó la metodología de CV y VC. El CV es de \$4.21 por día de visita por persona, lo que podría ser tomado como un indicador de lo que la gente está dispuesta a gastar para disfrutar de los servicios del parque; las variables explicativas incluidas en el modelo resultaron estadísticamente significativas para explicar el número de visitas al parque, pero el modelo explica solo el 26%. El Parque Venustiano Carranza tiene valor económico estimado mediante el método de VC es de \$1,421,443 y \$1, 532,440 para el método del costo de viaje.

El estudio más reciente a nivel regional para la valoración económica de los recursos naturales es el elaborado por Garcia (2017), el cual es para estimar el valor económico del uso recreativo del Cañón de San Lorenzo en Saltillo, Coahuila, se aplicó un total de 513 encuestas; el excedente del consumidor es de \$27,484.944 y con esto se obtuvo el valor de uso, teniendo un valor mayor a \$27,628.0, el Valor de Uso Anual por cada visitante es de \$237,452.92 y un valor total de: \$33, 154,007.00.

### **3.5. Trabajos afines internacionales de capacidad de carga turística**

Tudela y Giménez (2008), estimaron la capacidad de carga turística para tres senderos, el sendero 1 es el sendero Albergue Coto-Real Hoya Fuente de Don Gil el cual tiene una distancia horizontal de 10.9 km y una capacidad de carga real (CCR) de 71.35 personas por día. El sendero 2 pertenece al a Senda del Calvillo-Collado blanco con una distancia de 5.2 km y una CCR de 125.16 personas por día; para el sendero 3 pertenece al sendero Venta del Pino-Aceniche que tiene una distancia de 9.3 km y una CCR de 128.49 personas por día.

Cifuentes *et al.*, (1999), aplicó esta metodología para dos senderos diferentes, en el sendero Los Montículos tiene 1.47 km, para este resultó una CCR de 537.32 visitas por día, la capacidad de manejo es de 75.32% resultando una CCE de 404.71 visitas por día. Para el Sendero Natural cuenta con 2.054 km de largo con una CCR de 613.63 visitas por día.

Dias *et al.* (2012), aplicaron esta metodología en Playa Tamandaré, para estimar la capacidad de carga para la Zona Costera y áreas de Piscinas Naturales, resultó una CCR para la Zona Costera de 9,140 visitantes por día, con una capacidad de manejo (CM) de 205 y una CCE de 1,828 visitantes por día; para las Áreas de las Piscinas Naturales la CCR es de 24,166 visitantes por día con una CM de 20% y una CCE de 132 visitantes por día.

Aruquipa (2015), estimo la capacidad de carga para dos circuitos el circuito 1 tiene una CCR de 188 visitas por día y una CCE de 265 visitas por día con una CCE de 186 visitas por día. Para el caso de los dos senderos la capacidad de manejo es de 70.40%.

### **3.6. Trabajos afines nacionales de capacidad de carga turística**

Ibáñez (2016), estimo la capacidad de carga para tres senderos, el sendero El Camarón cuenta con 3,150 metros, este tiene una CCR de 64 visitas por día, y una capacidad de carga específica (CCE) de 64 visitas por día, esto porque la CM es de 28.80%; para el sendero El Saucito la longitud es de 150 m, este tiene una CCR de 30 visitas por día y CM de 31.9%, lo que resulta en un total de 10 visitas por día.

Puente *et al.* (2011), realizaron esta estimación para un sendero que solo es transitado a pie y otro a caballo, para el sendero que es transitado a pie tiene 1,500 m con una CCR de 125 visitas por día y para la CCE se tiene 100 personas por día; para el sendero que es transitado a caballo se tiene una CCR de 102 visitas por día y una CCE de 81.78 visitas por día; la CM para los dos senderos es de 80%.

### **3.7. Trabajos afines regionales de capacidad de carga turística**

De la Cruz (2015), aplicó la metodología en seis senderos ubicados en Cañón de San Lorenzo. El sendero Burreros resultó una CCR de 936 visitas por día y una CCE de 562 visitas por día; el sendero Del Coyote una CCR de 454 visitas por día y una CCE de 273 visitas por día; el sendero de Lorenza se obtuvo una CCR de 647 visitas por día y una CCE de 210 visitas por día; el sendero Del Oso tiene una CCR de 350 visitas por día y una CCE de 210 visitas por día; para el sendero Tres caminos con una CCR de 630 visitas por día y una CCE de 378 visitas por día; el último sendero es el Mirador el cual tiene una CCR de 336 visitas por día y una CCE de 219 visitas por día. La capacidad de manejo para los seis senderos es de 60%.

### 3.8. Resumen de trabajos afines de valoración económica

**Cuadro 3. Trabajos afines de valoración económica internacionales**

<b>Autor</b>	<b>Objeto de investigación</b>	<b>Tema</b>	<b>Método</b>	<b>Aportación</b>
Sunun (2014)	Estimar el valor de uso recreativo	Aplicación del Método de Valoración contingente para la valoración económica del uso recreativo en el parque nacional laguna del pino, Barbarena Santa Rosa	Valoración Contingente	Superficie de 73 ha. Se aplicaron 171 encuestas, de las cuales respuestas protesta fueron 15 y la DAP calculada por uso recreativo es de 21.08 (Quetzales)
Vallejos (2014)	Estimar el beneficio del ecoturismo para un desarrollo sustentable	Valoración económica del ecoturismo como una actividad viable para el desarrollo sustentable de las Áreas Protegidas del Ecuador (AP)	Costos de viaje	Se aplicaron 30 encuestas resultando \$120,817,294.08 dólares en el anuales para el año 2013
Picher <i>et al</i> (2000)	Obtener el valor económico de los recursos naturales	Hacia una integración efectiva del estudio del paisaje y su valoración económica en la planificación territorial	Valoración contingente	El área tiene 82.968 ha. Se aplicaron 244 encuestas, con el modelo Logit se obtuvo una DAP de 32.92€. con el modelo Rank-ordered logit la DAP de 49 € por hectárea por año para zonas de agua, 1 € por hectárea por año para, instalaciones agropecuarias, para zonas canteras 2€ por hectárea por año y zonas incendiadas de 3€ por hectárea por año.
Hidalgo et al. (2014)	Determinar la demanda del uso recreativo de los visitantes	Valoración del uso recreativo del Parque Natural Sierra de Hornachuelos (Córdoba, España)	Valoración contingente	Aplicación de 416 encuestas resultando una DAP por acceso al área de 4.53€. Siendo el valor estimado del uso recreativo del Parque Natural de 65.603,46€.
Sepúlveda (2008)	Comprobar la validez de la teoría de la metodología de valoración contingente	Valoración económica del uso recreativo del Parque Ronda del Sinú, en Montería, Colombia	Valoración contingente	Se aplicaron 166 encuestas resultando una disposición a pagar de \$6.100 COP mensuales por usuario.
Juarez y Bernabeu (2011)	Valor de uso	Valoración del uso recreativo del Parque Natural de los Calares del Mundo y de la Sima (Albacete, Castilla-La Mancha)	Valoración Contingente	Se aplicaron 410 encuestas donde la máxima disposición a pagar de los visitantes por entrada al parque es de 4,02 € y el valor total anual del excedente del consumidor el valor de uso recreativo es de 1.108.358,22 €.

Fuente: elaboración propia



**Cuadro 4. Trabajos afines internacionales, segunda parte**

<b>Autor</b>	<b>Objeto de investigación</b>	<b>Tema</b>	<b>Método</b>	<b>Hallazgos</b>
Bosch et al. (2017)	Valor de uso	Valoración del Uso Recreativo del Paisaje de Oasis de Luján de Cuyo y Maipú mediante el Modelo Double Bound en	Valoración Contingente	Se aplicaron 650 encuestas, donde se tiene una disposición a asignar aproximadamente para preservar el servicio recreativo de \$60 ARS hogar/mes, con estos se obtiene más de \$172,000,000 ARS anuales
Castillo <i>et al</i> (2008),	Valor de uso	El valor del uso recreativo del Parque Natural Sierra de María-Los Vélez (Almería)	Valoración contingente	Se aplicaron 214 encuestas. Obteniendo un valor de uso recreativo para el escenario uno de 322.140 € y para el escenario dos de 558.180€.
Machín y Hernández (2008)	Valor económico de los recursos naturales acorde al potencial turístico	Enfoque de la valoración económica ambiental en áreas protegidas. su aplicación en el Parque Nacional Viñales, República de Cuba	Valoración contingente	Se aplicaron 765 encuestas, para nacionales con edad de 20 a 30 años asignan una disposición a pagar de \$2.00 CUP (peso cubano). Para extranjeros más del 50% asignan una DAP de \$2.49 CUC (Peso cubano convertible).
Hidalgo, <i>et ak</i> (2013)	Estimación del valor económico	Estimación del valor económico que generan los parques periurbanos de La Sierrezuela y Los Villares en la ciudad de Córdoba, España	Valoración Contingente	Se aplicaron 305 encuestas en costos de viaje se obtiene el excedente de consumidor para Sierrezuela es de 16.64 € obteniendo un excedente total de 547,023.36 €, el excedente del consumidor en Los Villares es de 105 € y el excedente total es de 9.862.650€. Con la metodología de valoración contingente se obtuvo una DAP por entrada 3.5€ para Sierrezuela y 3.6€ para los Villares, obteniendo un valor de uso para Sierrezuela de 115,059€ y para Los Villares 338,148€.
Sánchez (2008)	Estimar el valor económico por usuarios indirectos	Disponibilidad a pagar por la conservación del Bosque Amazónico por parte de usuarios indirectos	Valoración contingente	Para el cálculo de valor económico total se utilizó el resultado del modelo Logit, este valor se destinaría 25 Euros por año al valor de no uso, 14.5 € por año en el valor de existencia, 13.6 Euros por año en valor de herencia, 6.8 € por año en valor de opción y 0.4 €por año al valor de uso directo

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 5. Trabajos afines internacionales, tercera parte**

<b>Autor</b>	<b>Objeto de investigación</b>	<b>Tema</b>	<b>Método</b>	<b>Hallazgos</b>
Emperatriz y Velasquez (2014)	Valoración económica ambiental por el turismo rural	Valoración económica - ambiental según la disponibilidad a pagar de los turistas por el turismo rural vivencial en la Isla Taquile -2013.	Valoración Contingente	Se aplicaron 255, 219 a turistas nacionales y otras 36 encuestas a turistas extranjeros, la DAP estimada es de \$5.35 por ingreso mínimo, lo que representa una DAP de 14 nuevos soles.
Del Valle (2005)	Valor económico de los servicios ambientales	Evaluación económica de los servicios ambientales de la reserva Altos de Lircay a través del método de valoración contingente	Valoración Contingente	Se aplicaron 302 encuestas usando para el análisis 243. La DAP por visita es de \$2,587 CLP y el valor de la entrada es de \$1,300 CLP, el excedente resulta de \$1.28 CLP. Considerando las visitas promedio de los adultos que es de 2,540 personas al año y la DAP de \$2,587 CLP se obtiene una disposición a pagar anual de \$6, 750, 980 CLP.
(Sarango 2001)	Determinar el valor ambiental del uso recreativo	Valoración económica del servicio ambiental recreativo-turístico del Parque Naciones Unidas, Tegucigalpa, Honduras.	Valoración Contingente	La aplicación fue de 282 encuestas a turistas nacionales y 60 a extranjeros, se determinó que los extranjeros están dispuestos a pagar de 32.58 Lp/adulto lo que representa 82,427 Lp/año. El valor estimado para nacionales y extranjeros es de 291,717 Lp/año
Escobar y Erazo (2006)	Calcular la valoración económica de los servicios ambientales	Valoración económica de los servicios ambientales del Bosque de Yotoco: Una estimación comparativa de valoración contingente y coste de viaje	Valoración Contingente y Costos de Viaje	La aplicación de 176 encuestas obteniendo para costos de viaje \$4,395 COP y con una VC de \$4,981 COP. Con beneficios anuales para VC de \$50,218,840.12 COP y con el método de coste de viaje un valor de \$44.310.742 COP.
Siles (2007)	Estimar el valor económico por el uso de los servicios ambientales y recreativos	Valoración Económica del Uso Recreativo de los Servicios Ambientales en Áreas Protegidas: Parque Nacional Sajama	Costos de viaje	Se aplicaron 315 encuestas. El EC del consumidor de 77.62 Bolivianos, una valoración compensada de 76.58 Bolivianos y un beneficio total anual de 163,700.58 Bolivianos.

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 6. Trabajos afines internacionales, tercera parte**

<b>Autor</b>	<b>Objeto de investigación</b>	<b>Tema</b>	<b>Método</b>	<b>Hallazgos</b>
Nahuelhual y Nuñez (2010)	Estimar los beneficios económicos por el uso de recreación	Beneficios económicos de la Recreación en áreas protegidas pública del sur de Chile	Costos de Viaje	Se aplicaron 712 encuestas, para la muestra completa se obtuvo del ECG USD 470, para el ECI USD 90, para ECTem USD 198 y para ECT USD 48,322,494; para la sub-muestra agua completa se obtuvo del ECG USD 231, para el ECI USD 46, para ECTem USD 104 y para ECT USD 14,442,064; completa se obtuvo del ECG USD 985, para el ECI USD 176, para ECTem USD 359 y para ECT USD 32, 855, 680.
Moreno (2004)	Estimar la valoración económica de los parque recreativos	Utilización del Método del Costo de Viaje para la Valoración económica de los parques recreativos caso práctico : Valoración del Parque forestal recreativo “Puente Sopó”	Costos de viaje	El valor de uso es de \$224,204.17 COP; el valor de uso anual es de \$324,580.30 COP y el valor de uso total es de \$2, 703,745.347 COP.
Pupo (2012)	Valoración económica del uso recreativo	Valoración económica del uso recreativo de lugares turísticos: el caso de las bahías de Santa Marta, El Rodadero y Taganga (Colombia)	Costos de viaje	El costo promedio en las bahías es de \$42.969,67 COP siendo el tiempo de permanencia en la bahías resultado ser la variable más significativa.

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 7. Resumen de trabajos afines nacionales**

<b>Autor</b>	<b>Objeto de estudio</b>	<b>Tema</b>	<b>Método</b>	<b>Hallazgos</b>
Sánchez et al. (2012)	Calcular el valor de existencia que provee el servicio ecosistémico de captación de agua de lluvia	Valor de existencia del servicio ecosistémico hidrológico en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México	Valoración contingente	Se aplicaron 590 encuestas, en cinco municipios de Baja California Sur. La DAP para el primer modelo fue de 100 pesos; para ingresos bajos y altos fue de 92 y 103 pesos, respectivamente; para localidades rurales fue de 114 pesos y para áreas urbanas de 98 pesos.
Almendarez et al. (2016)	Aumentar la recaudación	Propuesta de cuotas para conservación de un área natural protegida de México	Valoración Contingente	Se aplicaron 599. para la DAP con función logarítmica resultado en 107.62 pesos con beneficios anuales de 41,299,558.74 pesos; y con transformación Box Cox 100.56 pesos con beneficios anuales de 38,589,911.84 pesos.

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 8. Trabajos afines nacionales, segunda parte**

<b>Autor</b>	<b>Objeto de estudio</b>	<b>Tema</b>	<b>Método</b>	<b>Hallazgos</b>
Urcelay (2015)	Estimar el valor de los beneficios recreativos	Valoración de los beneficios recreativos de los parques naturales mediante el método del coste del viaje. Una aplicación al eco-parque "Xcaret". (México).	Costos de viaje	El excedente del consumidor es de \$978 y el valor anual promedio por lo beneficios recreativos es de \$942,000,000, con un beneficio promedio por hectárea de \$15,700,000.
Gándara (2006)		Valoración económica de los servicios recreativos del Parque Ecológico Chipinque	Costos de viaje	El beneficio recreativo anual es de \$13,278,654, para el escenario 1, \$15,041,200 para el escenario 2 y \$20,328,840 para el escenario 3, el beneficio recreativo por hectárea de \$8,171, \$9256 y \$12,510, respectivamente para cada escenario.
Pérez (2008)	Estimar el valor económico del área protegida	“Valoración Económica mediante los métodos del costo de Viaje y de Valoración Contingente del Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatrociénegas, Coahuila” (APFFCC).	Valoración Contingente y Costos de Viaje	La DAP por familia es de \$4,426.26 y al multiplicarlo por las 13,960 familias que visitan anualmente al área se obtiene \$61,790,589.6 al año. El Valor Económico Total del Área es de \$88,700,129.60. Los visitantes que vienen fuera del municipio de Cuatrociénegas pagan anualmente \$3,494,360 y los visitantes locales un total de \$411,332, por lo que el valor total de los ingresos por cuotas de acceso al Área Protegida es de \$40,305,092. El valor de uso total anual es de \$45,549,092
Martínez (2005)	Estimar el valor consuntivo	El valor consuntivo del Desierto de los Leones	Costos de viaje	Se aplicaron 370 encuestas, usando para el estudio econométrico 356. Este parque nacional brinda a sus usuarios directos un beneficio económico entre 66.3 y 115.5 millones de pesos
González (2017)	Para averiguar los cambios en el bienestar ante cambios en la provisión del bien o servicio ambiental	Aplicación del método de valoración contingente en el Centro Cultural Comunitario San Andrés en Guadalajara, Jalisco, México	Valoración contingente	La disposición a pagar máxima promedio es de \$369.9 y la cantidad mínima promedio es de \$111.6, la disposición a pagar es anual para la conservación del área.
Larqué <i>et al.</i> (2004)	Valoración de los servicios ambientales	Valoración económica de los servicios ambientales del bosque del municipio de Ixtapaluca, Estado de México.	Valoración Contingente	El valor monetario anual aproximado de los servicios ambientales en 36,852,900 pesos

Fuente: elaboración propia

**Cuadro 9. Trabajos afines de valoración económica nacionales**

Autor	Objeto de estudio	Tema	Método	Hallazgos
Macias (2015)	Obtener el perfil del visitante	Perfil del ecoturista que visita el Cañón de Amargos y Cañón de San Lorenzo	Encuestas	Se aplicaron 149 encuestas para Cañón de Amargos y 83 encuestas para el Cañón de San Lorenzo el 50.3% es del género masculino y 49.7% del género femenino y una disponibilidad de pago por ingresar al área de \$19.00 y \$40.00. Para Cañón de Amargos y para Cañón de San Lorenzo el género masculino es de 61.4% y el 36.6% femenino y disponibilidad de pagar por el ingreso de \$25.00 a \$50.00
Sevilla (2004)	El valor de uso que asignan los visitantes	Valoración económica del parque recreativo Venustiano Carranza aplicando los métodos del costo de viaje y valoración contingente	Valoración contingente y costos de viaje	El valor económico del parque tomando como base la media del costo de viaje por visita \$4.21 y al multiplicarlo por 7,000 usuarios y por 52 semanas, el Parque Venustiano Carranza tiene valor económico equivalente a \$1,532, 440 anuales. El precio medio resultante de la encuesta fue de \$3.9, esta cantidad se toma como un indicador de la disposición a pagar por visita de cada uno de los usuarios del parque, de manera que si se considera que asisten 7000 usuarios por semana, se estima que los usuarios están dispuestos a contribuir anualmente con \$1, 421,443. Por tanto, el valor estimado mediante el método de valoración contingente es de \$1, 421,443 y \$1, 532,440 para el método del costo de viaje.
Garcia (2017)	Estimar el valor de uso recreativo	Valoración Económica del Uso Recreativo del Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila	Valoración contingente y costos de viaje	Se aplicaron 513 encuestas. El modelo de Mínimos Cuadrados, el género de los visitantes afecta positivamente la disposición a pagar; el ingreso mensual tiene signo positivo; el tiempo de recorrido afecta de manera negativa. El modelo tiene un coeficiente de determinación de 0.1031, por lo que se el comportamiento es explicado en un 10.31% por las variables explicativas. El valor obtenido para el estadístico t de las variables significativas excepto si viaja con amigos es superior al valor de t de tablas rechazando la hipótesis nula. En valoración contingente para el modelo Tobit tiene como variables significativas al 95% el género, el ingreso mensual y la variable casados mientras que el tiempo de recorrido presentó un signo negativo. Para costos de viaje, en el modelo de Poisson el excedente del es de \$27,484.944, obteniendo así el valor de uso, mayor a \$27,628.0, el Valor de Uso Anual por cada visitante es de \$237,452.92 y un valor total de: \$33, 154,007.00.

Fuente: Elaboración propia

## **IV. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **4.1. Ubicación geográfica**

La reforestación de la UAAAN se encuentra en la Sierra Zapalinamé al sur de Saltillo, Coahuila, con exposición suroeste y con coordenadas 25° 20' 46.16'' latitud norte y 101° 01' 54.50'' longitud oeste, esta área colinda al norte con la colonia Santa Elena y el rastro municipal, al este colinda con cañón de San Lorenzo, al oeste con la carretera 57, Zacatecas-Saltillo y la UAAAN, y al Sur con el Ejido La Angostura (PROFAUNA., 2008).

### **4.2. Fisiografía**

Al formar parte la reforestación de la UAAAN a la Sierra Zapalinamé, está dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental, y siendo parte de dos subprovincias, Gran Sierra Plegada y Pliegues de Saltillo Parras, su altitud va de 1,800 a 2,000 msnm desde la entrada a la reforestación, que es el punto más bajo, a la parte más alta donde llega el arbolado reforestado (INEGI, 2001).

### **4.3 Hidrología**

El área de estudio se encuentra dentro de la región hidrológica Bravo de conchos (CONAGUA, 2007), y dentro de la cuenca hidrológica, Río Bravo-San Juan (CNA, 1998), comprendiendo también la Subcuenca hidrológica, Pino Solo Saltillo(CONABIO, 2011).

### **4.4. Geología**

En su mayoría la Sierra Zapalinamé presenta rocas de tipo sedimentario del Jurásico y Cretácico, resultado de erosión hídrica, siendo mayor la roca caliza, enseguida de este en menor superficie se encuentran, lutitas, brechas, travertino, materiales del tipo arcilloso, clástico y carbonato, y en el área de la reforestación entra el tipo de roca sedimentaria (INEGI, 2014).

#### **4.5. Edafología**

En la parte alta de la reforestación cuenta el tipo de suelo es Xerosol háplico, en la parte media Xerosol cálcico (Xc) y en la parte baja donde colinda con la Carretera 57 es de Litosol, siendo la parte media la de mayor dominancia (INEGI, 2014).

Esta misma dependencia caracteriza el Xerosol haplico como un suelo seco, donde la vegetación que se produce en este tipo de suelo es de matorral y pastizal, el color es generalmente claro por la existencia de caliche, con bajo contenido de materia orgánica; en el tipo de suelo Litosol (L), es de los suelos más abundantes en México, se encuentra en muy diversos tipos de vegetación, la profundidad es menor de 10 cm, este a diferencia del Xerosol no cuenta con subunidades.

#### **4.6. Clima**

El clima es semiárido, templado con temperatura media anual de 12°C a 18° C, con registros de temperaturas más bajas de -3°C a 18°C y temperaturas mayores a 22°C en el mes más caliente. La simbología es BS1kw (CONABIO, 1998).

#### **4.7. Fauna**

Dentro de la Sierra de Zapalinamé se encuentran unas 540 especies de fauna como, peces con un listado de 12 ejemplares, destacando la carpita de Saltillo (*Gila modesta*), anfibios con 16 especies, destacando por su importancia y por ser la única registrada es la salamandra (*Chiropterotriton priscus*), reptiles con 69 ejemplares destacando el falso escorpión pigmeo de Montemorelos (*Gerrhonotus parvus*) y la serpiente de cascabel (*Crotalus molossus*) y (*Crotalus pricei*), para aves alrededor de 241 especies, entre ellas el pájaro azul (*Aphelocoma wolverine*), invertebrados con un registro de 211 especies como lo es la mariposa monarca (*Danaus plexippus*), también existe mamíferos como Oso negro (*Ursus americanus*), entre otros (PROFAUNA, 2017).

Las especies de interés de conservación y monitoreo, se encuentran, la salamandra (*Chiropterotriton priscus*), murciélago trompudo (*Choeronycteris mexicana*), codorniz arlequín (*Cytronyx montezumae*), mariposa monarca (*Danaus plexippus*), chachalaca (*Ortalis vetula*), y lagartija espinosa real (*Scleroporus oberon*) (PROFAUNA, 2008)

En la reforestación de la UAAAN se encuentran ejemplares de fauna como grandes mamíferos, medianos mamíferos y aves; en los grandes mamíferos podemos encontrar oso negro

(*Ursus americanus*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), coyote (*Canis latrans*), zorrillo moteado (*Spilogale putorius leucoparia*) y zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*); en cuanto a mamíferos pequeños, ardillón o ardilla de las rocas (*Spermophilus variegatus couchii*), cacomixtle (*B. assariscus astutus flavus*), conejo matorralero (*Sylvilagus audubonii parvulus*), lince o gato montés (*Lynx rufus texensis*) y tlacuache (*Didelphis virginiana californica*); teniendo un mayor índice de abundancia relativa, la zorra gris, conejo matorralero, zorrillo y gato montés (Gonzalez, 1999).

#### **4.8. Vegetación**

En cuanto a uso del suelo destaca en la parte norte asentamientos, dentro del área se encuentra vegetación de pino acompañado de matorral desértico micrófilo y matorral desértico rosetófilo, vegetación secundaria arbustiva y pastizal inducido (INEGI, 2013).

Las especies arbóreas en el área son *Pinus halepensis* y *Pinus cembroides*, destacando esta primera por ser la especie que tuvo mayor sobrevivencia; de la vegetación arbustiva se encuentra, *Espera pedunculata*, *Condalia warrockii*, *Condalia trifoliata*, *Berberis trifoliata*, *Mimosa biuncifera*, *Mimosa zygophylla*, *Brickellia veronicaefolia*, *Acacia sp*, *Rhus microphyla*, *Agave sp*, *Agave lechuguilla*, *Opuntia rastrera*, *Opuntia imbricata*, *Ephedra antisiphilitica*, *Dasilirion sp*, entre otras, de vegetación herbácea se encuentran, *Aristida sp*, *Boutelohua gracilis*, *Boutelohua curtispindula*, *Ycurus phleoides*, *Tridens pilosum*, *Stypa sp*, *Erioneuron sp*.(Oviedo, 1980).



## V. MATERIALES Y MÉTODOS

### 5.1. Descripción de metodología aplicada

#### 5.1.1. Selección del sitio

La reforestación se ubica en terrenos de la UAAAN que forman parte de la Sierra Zapalinamé y que a su vez ésta dentro del Área Natural Protegida ZSCSZ. Actualmente esta área es visitada para actividades ecoturísticas y turismo de aventura, por estudiantes y trabajadores de la UAAAN, ciudadanía de Saltillo y ciudades conurbadas.

Hoy en día el área no tiene vigilancia lo cual hace que el acceso no esté regulado y se utilice como basurero, para tirar escombros, desechos automotrices, daños a la vegetación por actos de vandalismo, ganadería, extracción de leña, extracción de cortadillo y que además no se respeten los cercos perimetrales, esto debido a que no existe un manejo *in situ*, cabe señalar que no existe evidencias científicas respecto a las problemáticas mencionadas anteriormente en el estudio, es por ello que en la Figura 30, se muestra un plano con los puntos donde se encontró un uso inadecuado del área en la reforestación, además de evidencia fotográfica y testimonio de visitantes; es por ello que esta área se eligió para dar a conocer las problemáticas y que estas pueden ser atendidas en un futuro con algún programa de manejo y dentro de este algún proyecto aprovechando las visitas de calidad y restringir las no deseadas, estimando la capacidad de carga ecoturística, y la valoración económica por disfrutar de los servicios ambientales que el área de estudio le brinda a los visitantes.

Las áreas se dividen en dos categorías, las áreas de uso público y pistas de ciclismo, las primeras son las zonas donde las visitas se concentran para día de campo, campismo, paseo con mascotas, etc. y las pistas de ciclismo solo se digitalizarán ya que están establecidas. Se delimitaron seis áreas para el estudio y se identificaron 4 pistas principales de ciclismo, distribuidas como se muestra a continuación.

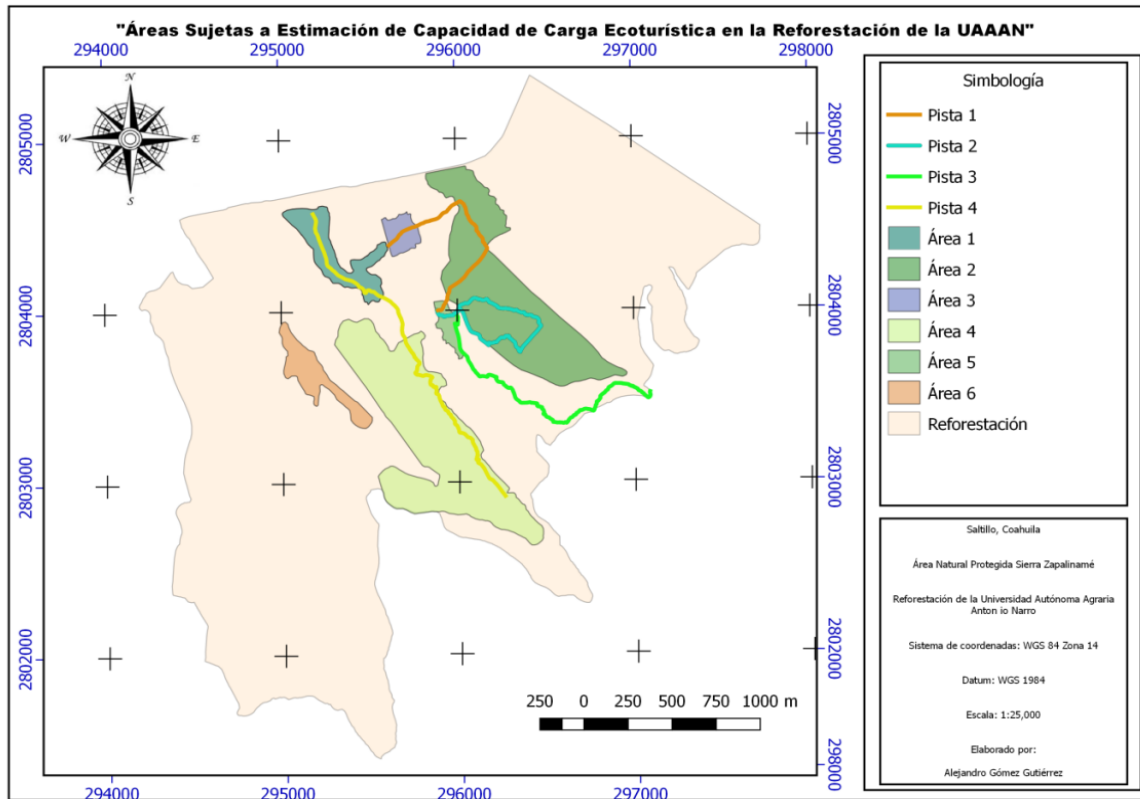


Figura 3. Áreas de estudio para estimación de capacidad de carga ecoturística

### 5.1.2. Diseño de la encuesta

La primera sección contiene variables socioeconómicas del visitante, el orden en que se muestran es como se le pregunto al visitante, la edad, el género, su nacionalidad, la procedencia, su colonia, cuál es su ocupación, cuál es su estado civil, con cuantas personas vive actualmente, cuanto estima que se tardó en llegar al área reforestada desde su casa, su grado de escolaridad y cuál es su ingreso mensual. Adicional a esto se registraba la hora en que terminaba la aplicación de la encuesta, la fecha de aplicación y un número de folio.

La segunda sección se describe en la Figura 4 como un diagrama de flujo.

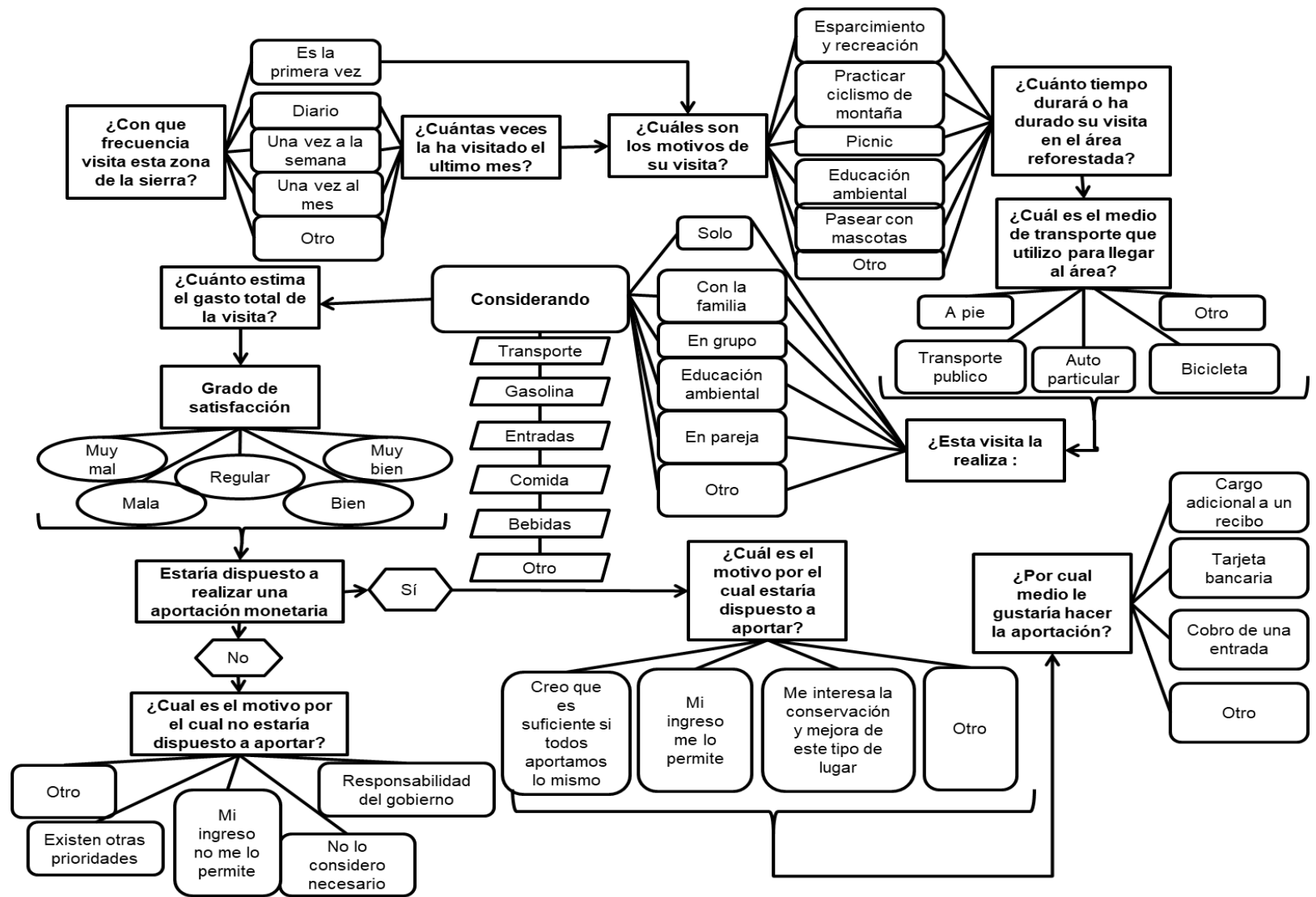


Figura 4. Diagrama de flujo de la encuesta aplicada

### 5.1.3. Calculo del tamaño de muestra

Rodríguez *et al.* (2008), señala que cuando el tamaño poblacional se desconoce y es necesario estimar la proporción poblacional, se puede usar la fórmula para una población infinita, ya que se supone que tiene una distribución normal, estableciendo un nivel de confianza y un error de estimación de la población.

Debido a que no se tiene conocimiento del número de visitantes (población total) en el área, se aplicó la fórmula para una población infinita la cual es la siguiente:

$$n = \frac{z^2 P(1 - p)}{e^2}$$

donde:

n= tamaño de muestra

Z= el valor Z estandarizado para el nivel de confianza especificado

E= error de estimación

P= proporción de la población que posee las características de interés

Para este trabajo se considera 95% de confiabilidad y un error de 5% por lo que  $p$  es de 0.5.

Con las variables establecidas se obtiene el valor de tabla 1.96, resultando 385 encuestas.

$$n = \frac{(1.96)^2 0.5(1 - 0.5)}{(0.05)^2} = 385$$

### 5.1.4. Aplicación de muestra piloto

Cochran (1971), menciona que la aplicación de encuestas a pequeña escala, da como resultado una mejora en el cuestionario, además de revelar problemas que serían serios en escala mayor.

Durante semana santa del año 2017, participando en la brigada de prevención de incendios por parte del grupo cívico de la UAAAN, se aplicaron 17 encuestas, las cuales sirvieron para hacer correcciones y mejorar la manera en cómo se dirige al entrevistado para obtener respuestas más precisas.

### 5.1.5. Aplicación de encuestas

La aplicación de las encuestas fue en 10 meses, a partir del 14 de abril de 2017 al 2 de febrero de 2018, para su aplicación se da una breve introducción de los objetivos de la encuesta. Las

preguntas se realizaron directamente al visitante explicando aquellas en las que pudiese confundirse.

#### **5.1.6. Captura de datos**

La encuesta se aplicó directamente al visitante y para su captura en Excel fue necesario diseñar un formulario en Google Drive definiendo como se quería la variable, para evitar errores al momento de la captura; al contestar en el formulario directamente se pasaba a una hoja de cálculo en el mismo programa, después se descargó en Microsoft Excel, para cada respuesta a la pregunta se realizaron pruebas lógicas para destinarle un número, binario, categórico o bien números consecutivos, tal como se necesitarán para los modelos.

#### **5.1.7. Calculo de estadística descriptiva**

Se obtuvieron los porcentajes de todas las variables, y los promedios de DAP monetaria por cada una de estas, mostrando los resultados en gráficos de barras dando una breve explicación y discutiendo con los hallazgos de otros autores. Se obtuvo también el promedio de las variables edad, tiempo de recorrido integrantes del hogar, los motivos de la visita, tiempo de permanencia en el área y número de visitas el último mes. Los encuestados que no estuvieron dispuestos a pagar también se graficaron con los motivos de su respuesta negativa.

#### **5.1.8. Estimación econométrica**

Con los datos obtenidos de la encuesta se obtuvieron las variables que se muestran en el Cuadro 10, estas se abreviaron para estimar los modelos econométricos en el programa GRETL (Gnu Regression Econometric and Time-series Library).

**Cuadro 10. Variables para los modelos**

<b>Abreviación</b>	<b>Significado</b>	<b>Descripción</b>
EDAD	Edad del visitante, es una variable continua	Variable continua
GEN	Género del visitante,	Si el visitante es mujer toma el valor de 1 y 0 si el visitante es hombre
NAC	Nacionalidad	Toma el valor de 1 si el visitante es mexicano y 0 si es extranjero
PROCE	Procedencia	Si el visitante vive en Saltillo toma el valor de 1, si el visitante no vive en Saltillo toma el valor de 0
EDOCIV	Estado civil	Si el visitante es soltero toma el valor de 0 y si el visitante es casado toma el valor de 1
PERSVIVE	Con cuantas personas vive	Variable de conteo
TIEMTRA	Tiempo de traslado	Variable continua
ESCO	Grado de escolaridad	Si el visitante considera el área como muy bien se toma el valor de 1, si el visitante toma otro grado de satisfacción es 0
INGREMEN	Ingreso mensual	Variable categórica
FRECVISITA	Frecuencia de la visita	Si el visitante es la primera vez que lo visita toma el valor de uno, si ya lo ha visitado su valor es 0
VISITMES	Visitas por mes	Variable de conteo
MOTIVVIS	Motivos de la visita	Si el visitante va con fines de practicar ciclismo y esparcimiento y recreación su valor es 1, si existen otros motivos toma el valor de 0
MEDTRASP	Medio de transporte	Si el visitante viaja en auto particular toma el valor de 1, si el medio de transporte es otro toma el valor de 0
ACOMPVIS	Con quien realiza la visita	Toma el valor de 1 si el visitante realiza solo la visita y cero si viaja acompañado
CV	Costo de viaje	Variable continua
GRADSAT	Grado de satisfacción	Si el visitante considera como muy bien el área toma el valor de 1, si el visitante tiene otro grado de satisfacción toma el valor 0
DAP	Disposición a pagar	Toma el valor de 1 si el visitante está dispuesto a pagar o 0 si el visitante no está dispuesto
MOTIVDAP	Motivos de la disposición a pagar	Variable categórica
DAPMON	Disposición a pagar monetaria	Variable continua
MOTIVNODAP	Motivos por los cuales no está dispuesto a aportar	Variable categórica
MEDPAGO	Medio por el cual desea realizar la aportación	Variable categórica

Fuente: elaboración propia

### 5.1.9. Valoración contingente

Los modelos para valoración contingente son los modelos Logit, Probit, Tobit y MCO, los cuales en este estudio se aplicarán usando como variable dependiente la disposición a pagar binaria para Logit y Probit; para el caso de Tobit y MCO se usara como variable dependiente la disposición a pagar monetaria y como variables independientes para los cuatro modelos serán aquellas que resulten con mayor correlación a la variable dependiente.

Para estimar la valoración de la reforestación de la UAAAN se usará el mercado hipotético eliminando las respuestas protesta, también se obtiene la DAP promedio mensual, la población mayor a 18 años de la ciudad de Saltillo y el número de meses del año. Para el cálculo se aplicó la siguiente fórmula

$$VC = (\text{población} * DAP \text{ promedio} * 12\text{meses})$$

sustituyendo:

$$VC = 464,967\text{personas} * \$89.8228 * 12\text{meses}$$

$$VC = \$501,175,654.17$$

El valor para la reforestación con la metodología de valoración contingente es de \$501,175,654.17

Para la obtención de la disposición a pagar promedio se usó la población de Saltillo ya que no se cuenta con registro de los visitantes por día, semana o año. También se eliminaron los valores de \$300, \$400 y \$500 ya que son valores que no son comunes en las respuestas y elevan la DAP promedio.

### 5.1.10. Metodología costos de viaje

Para esta metodología es necesario obtener el excedente del consumidor y para obtenerlo se usa el parámetro obtenido del modelo de Poisson para la variable costos de viaje. Para estimar el valor de uso anual es necesario partir de la siguiente fórmula:

$$EC = -\frac{V}{\beta} \quad \text{Dónde} \quad \begin{array}{l} EC = \text{excedente del consumidor} \\ V = \text{promedio de visitas anuales} \\ \beta = \text{parámetro de la variable costo de viaje} \end{array}$$

Para estimar el valor de uso se aplica la siguiente fórmula:

$$VU = CV + EC \quad \text{dónde:} \quad \begin{array}{l} VC = \text{valor de uso} \\ CV = \text{costo de viaje promedio} \\ EC = \text{excedente del consumidor} \end{array}$$

Para el valor de uso anual es necesario la siguiente fórmula.

$$VUA = VU * V \quad \text{dónde:} \quad \begin{array}{l} VUA = \text{valor de uso anual} \\ VU = \text{valor de uso} \\ V = \text{promedio de visitas anuales} \end{array}$$

El valor del parámetro de costos de viaje es de -0.001103 y 23.25 personas en promedio al año, obteniendo así un excedente del consumidor de \$21,084.14, este valor al sumarle el costo de viaje promedio da como resultado el valor de uso el cual es de \$21,174.33 y este al multiplicarlo por el promedio de visitas resulta un valor de uso anual de \$492,426.50.

### 5.1.11. Metodología para capacidad de carga ecoturística en el área de estudio

Determinación de la CC para cada sitio de uso público.

Para esta metodología se consideran tres niveles de capacidad de carga, en orden consecutivo por lo cual para estimar la capacidad de carga ecoturística se tendrán que utilizar las demás capacidades de carga, las cuales son:

- A. **CCF.** Capacidad de Carga física
- B. **CCR.** Capacidad de Carga Real
- C. **CCE.** Capacidad de Carga Efectiva o permisible

Cada una de las anteriores son un nivel subsiguiente; los cuales dan como resultado una capacidad de carga corregida de la inmediata anterior; la relación entre los niveles puede representarse de la siguiente manera:

$$CCF > CCR \quad \text{y} \quad CCR \geq CCE$$

Es decir, la CCF siempre será mayor que la CCR y la CCR podrá ser mayor o igual que la CCE.

### 5.1.12. Capacidad de Carga Física (CCF)

Expresa el límite máximo de visitas posibles a un espacio dado, definido y en un periodo de tiempo determinado; se calcula mediante la siguiente ecuación:



$$CCF = \frac{V}{A} * S * t$$

Dónde:

$\frac{V}{A}$  = visitantes/área ocupada

S = superficie disponible para uso público

t = tiempo necesario para ejecutar la visita

Capacidad de carga física para sitios de uso público

Para obtener la variable de visitantes por área ocupada se considera un metro cuadrado por visitante, en cuanto la variable superficie disponible para uso público se toma la superficie sometida a estimar su capacidad de carga, y para la variable tiempo necesario para ejecutar la visita, se divide el tiempo de apertura del área y lo que se tarda en promedio la persona en su visita, el tiempo promedio se tomará con los datos obtenidos de las encuestas para la valoración económica.

Capacidad de carga física para pistas de ciclismo

Para la variable visitantes por área ocupada se toma la longitud de la bicicleta y un espacio de seguridad entre cada bicicleta, también es necesario saber de cuantas personas será cada grupo y una distancia entre grupos.

Ya estimada la longitud necesaria para cada pista, se divide la longitud total del sendero entre la longitud necesaria por grupo, para obtener el número de grupos que pueden estar en la pista al mismo tiempo; también es necesario tomar el tiempo que se tarda un ciclista en recorrer la pista para obtener el número de visitas que puede haber en un día, es necesario que se tome el tiempo de ciclistas profesionales y los que no lo son, en el supuesto de que un ciclista profesional tarda hasta menos de la mitad del tiempo que un principiante.

### **5.1.13. Capacidad de Carga Real (CCR)**

Como se indicó, la CCR es la corrección de la CCF de un área, es decir, es el límite máximo de visitas, determinado a partir de la CCF luego de someterla a los factores de corrección definidos por las características particulares del sitio de uso público; los factores de corrección se

obtienen considerando variables físicas, biológicas y sociales, esta se calcula con la siguiente fórmula:

$$CCR = (CCF - FC1) - \dots FCn$$

donde:

CCR = Capacidad de Carga Real

FC = Factor de Corrección (%)

Por lo tanto, la fórmula para calcular la CCR ya desarrollada, queda de la siguiente manera:

$$CCR = CCF * \frac{100 - FC1}{100} * \frac{100 - FC2}{100} * \dots * \frac{100 - FCn}{100}$$

El Factor de Corrección (FC) está determinado por la siguiente relación:

$$FC = 1 - \left( \frac{ML}{MT} \right)$$

donde:

FC = Factor de Corrección

ML = Magnitud Limitante de la Variable

MT = Magnitud Total de la Variable

Los factores a calcular son: precipitación, erodabilidad, accesibilidad, brillo solar y fauna silvestre del sitio.

Factor de corrección por precipitación.

Para este dato se obtiene la información de la estación meteorológica más cercana, con los meses donde se presenta precipitación (magnitud total de la variable -MTV-) y los meses con mayor precipitación (magnitud limitante de la variable -MLV-). La obtención del factor de corrección es de la siguiente manera:  $1 - (MLVp/MTVp)$ .

Factor de corrección por brillo solar

Este factor se obtendrá de la misma forma que el de precipitación, y obtener así la luz solar que hay por año (magnitud total de la variable) y los registros de luz solar por mes (magnitud

limitante de la variable), la obtención del factor de corrección se expresa con la siguiente fórmula:  $1-(MLVls/MTVls)$ .

#### Factor de corrección de accesibilidad

Se toman las pendientes del área de estudio; para las áreas abiertas se toman las pendientes en el mismo lugar donde se tomaron las muestras de suelo, y para las pistas se tomó a lo largo de estas; el número de lecturas para cada pista depende de la longitud total de la pista.

**Cuadro 11. Rangos de pendiente**

Pendiente		
<10%	10% - 20%	>20%
Bajo	Medio	Alto

Fuente: elaboración propia

Se obtiene la superficie total de cada área y longitud total de cada pista (magnitud total de la variable MTV-) y donde las secciones tengan valor medio y alto se sumaran (magnitud limitante de la variable -MLV-), el factor de corrección se obtendrá con la siguiente fórmula:  $1-(MLVa/MTVa)$

#### Factor de corrección por erodabilidad

Se obtienen muestras de suelo de los sitios de uso público y de las pistas de ciclismo, siendo representativas las muestras de suelo y la estimación de las pendientes.

En laboratorio para las muestras de suelo se aplicará la metodología Boyoucos para determinar su composición de arena, limo y arcilla. El procedimiento para la estimación es el siguiente:

- a) Las muestras se tienen que homogeneizar por color y textura al tacto, así reduce el número de muestras y costos.
- b) Se tamizan las muestras para eliminar piedra y materia orgánica.
- c) Se pesan 50 gramos de cada muestra tamizada y se deposita en un vaso para mezclar, posteriormente se le agrega 20 ml de la solución dispersora y 100 ml de agua.
- d) Se pone el vaso en el agitador eléctrico por 5 minutos.
- e) Se pasa el suelo agitado a una probeta aforando hasta 1000 ml.

- f) Se agita por un minuto con una varilla metálica y se introduce el hidrómetro de Boyoucos, así como la temperatura y la toma de registro de la hora de la lectura.
- g) Después de una hora se toma la segunda lectura y la temperatura nuevamente, sin agitar las muestras.
- h) Se toman los porcentajes de Arena, Limo y Arcilla con la siguiente formula:

$$P = \frac{[(R + \Delta R) - (RC + \Delta RC)]}{W} (100)$$

donde

P=Porcentaje

R=Lectura del Hidrómetro en solución a los 40 segundos

$\Delta R$ =Corrección por temperatura de la probeta

RC=Lectura del Hidrómetro en solución dispersora

$\Delta RC$ =Corrección por temperatura en la probeta con solución dispersora

W=Peso seco de la muestra

$$\Delta R = (T - 20^{\circ}C)0.4$$

T= Temperatura

- i) Con los porcentajes obtenidos se proyectan al triángulo para determinación de la textura.

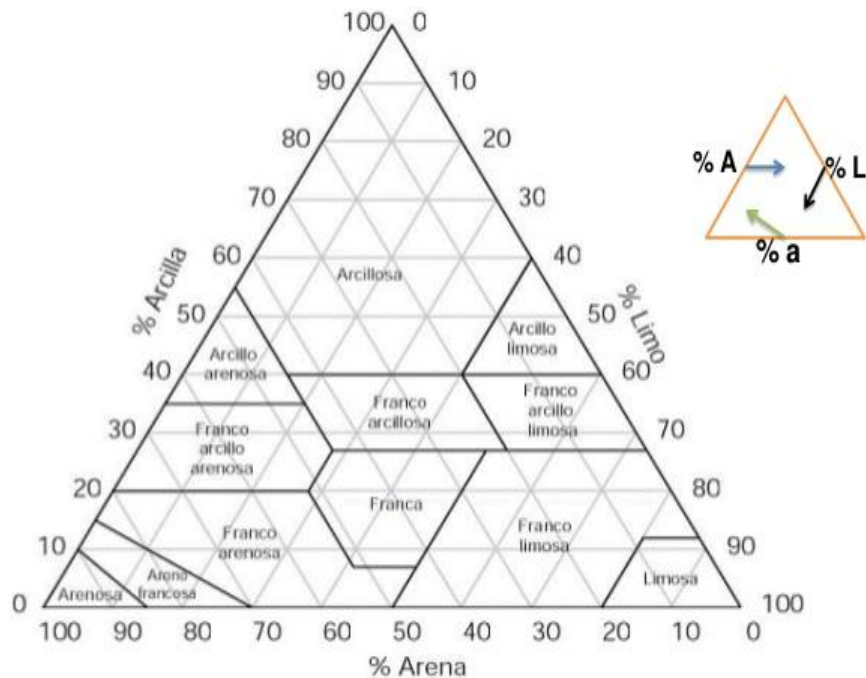


Figura 5. Triángulo de textura

Las pendientes se obtienen donde se toman las muestras de suelo, solo se consideraran las pendientes mayores de 10% que están entre los criterios de erosión medio y alto. Con la suma de las longitudes con grado de erosión medio y alto (magnitud limitante de la variable), y la longitud total por pista (magnitud total de la variable) se aplica la formula.  $1-(MLVe/MTVe)$  para obtener así el factor de corrección.

**Cuadro 12. Criterios para grado de erosión**

Textura	Pendiente		
	<10%	10% - 20%	>20%
Grava o arena	Bajo	Medio	Alto
Limo	Bajo	Alto	Alto
Arcilla	Bajo	Medio	Alto

Fuente: Cifuentes (1992)

#### Factor de corrección de fauna silvestre

Para obtener el factor se consideran los meses en que las especies representativas del área son más susceptibles, estos meses son los de reproducción, gestación y cuando tienen sus crías (la magnitud limitante de la variable), los meses del año (magnitud total de la variable) sirve para estimar el factor de corrección con la aplicación de la siguiente formula:  $1-(MLVfs/MTVfs)$ .

#### Factor de corrección de cierres temporales

Se obtiene al considerar los días al año en los que pudiera estar cerrada el área (magnitud limitante de la variable), el cual al dividirlo entre los días totales del año (magnitud total de la variable) se obtiene el factor de corrección como se muestra en la siguiente formula:  $1-(MLVct/MTVct)$

#### 5.1.14. Capacidad de Carga Efectiva (CCE)

Puesto que indica la cantidad máxima de visitas que se pueden recibir a nivel operacional, relacionando la CCR con la Capacidad de Manejo, para su cálculo se requiere la siguiente fórmula:

$$CCE = CCR * \frac{CM}{100}$$

donde:

CCR= Capacidad de Carga Real

CM= Porcentaje de la Capacidad de Manejo

La capacidad de manejo para el cálculo de la CCE se obtendrá con una entrevista tipo cuestionario al personal directivo y operativo del área; para recabar información sobre disponibilidad de personal, equipo, infraestructura y servicios.

La captura de datos de precipitación, grado de erosión, fauna y horas de luz, serán en Microsoft Excel, donde los datos se convertirán en factores de corrección y con estos el cálculo de capacidad de carga. Con los resultados obtenidos se sabrá cuantos visitantes será capaz de soportar las áreas que actualmente se están aprovechando y las pistas de ciclismo que están dentro de la reforestación de la UAAAN.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.1. Estadística descriptiva

De las diferentes variables descriptivas que se evaluaron se obtuvieron los siguientes datos: el rango de edad es de 17 a 69 años, con un promedio de 35 años, para ambos géneros. El valor de la Disposición a pagar (DAP) es en pesos mexicanos. En la Figura 6 se muestra que el 78.55% de los visitantes son del género masculino y el 21.45% corresponde al femenino; para el primer género el rango de edad fue de 18 a 67 años con un promedio de 36.49 años y una disposición a aportar promedio de \$104.07; para el género femenino presentó un rango de edad de 18 a 69 años con un promedio de 30.92 años y una disposición media a aportar de \$77.40.

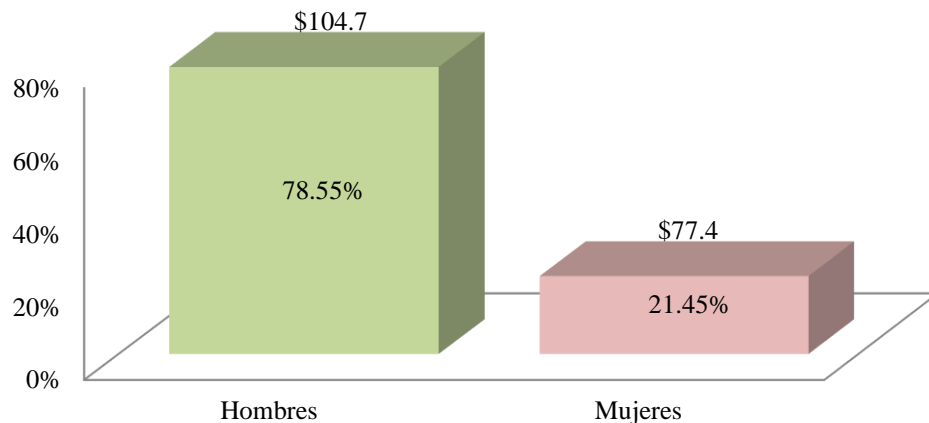


Figura 6. Proporción por género y disposición a pagar promedio

En cuanto al promedio de edad, Del Valle (2005), encontró que la esta es de 34 años; por otro lado García (2017) obtuvo un promedio de 31 años, y como ya se mencionó en el presente trabajo se obtuvo una edad promedio de 35 años.

Para la variable género, se obtuvo en este estudio que la proporción de hombres es mayor que la de mujeres, un estudio internacional realizado por Sunnun (2014), encontró que la proporción de hombres es de 69% y el de mujeres de 31%; en cambio un estudio realizado en la misma ANP realizado por Macías (2015), encontró que para el Cañón de San Lorenzo el género masculino representó el 61.4% y el género femenino un 36.6%.

Respecto a la procedencia de los visitantes se encontró que la mayoría son procedentes del estado de Coahuila con un 77.78%, los principales municipios son Saltillo, Ramos Arizpe y Arteaga; los otros estados presentes en el área fueron Oaxaca, Chiapas, Nuevo León, Guanajuato, Zacatecas, Chihuahua y el Estado de México. Cabe aclarar que aunque las procedencias son de otros estados el 100% de los visitantes radican en Coahuila, por razones de trabajo y/o estudio. Lo anterior se muestra en la Figura 7.

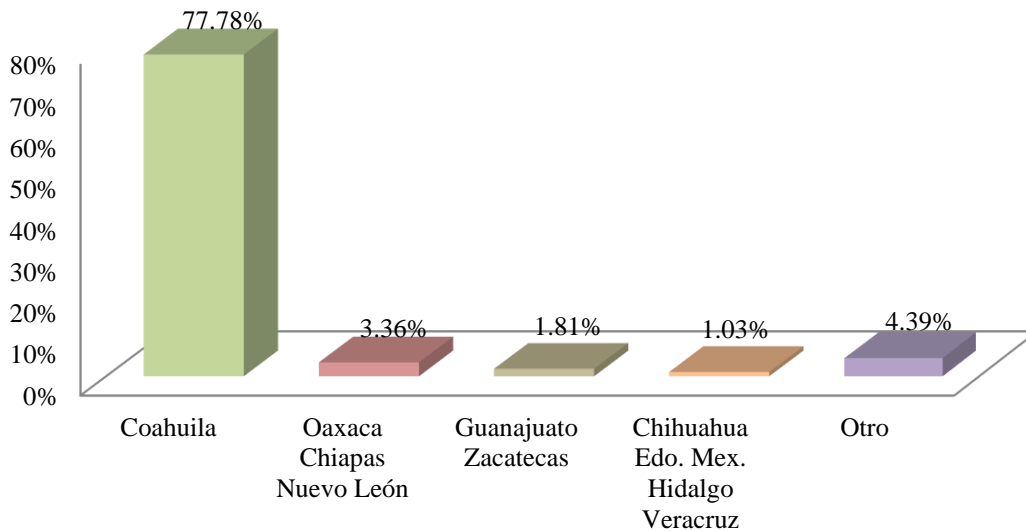


Figura 7. Porcentaje de procedencia

En el estudio realizado por Macías (2015), para el Cañón de San Lorenzo el 80% fueron de Saltillo, Coahuila y el resto de estados como Nuevo León, Estado de México, Chiapas, Zacatecas y Ciudad de México.

En cuanto a la ocupación de los visitantes en la Figura 8, se puede observar que el 31.56% son profesionistas con una DAP de \$115.69, el 24.81% son estudiantes los cuales presentaron una DAP de \$68.85; mientras que el 2.07% de los visitantes fueron empresarios con una DAP de \$153.75; el 23.32% restante de los visitantes tiene otra ocupación con una disposición a pagar de \$102.75, de estos últimos la ocupación fue albañil, operario en fábrica, ganadero, herrero, entre otros.



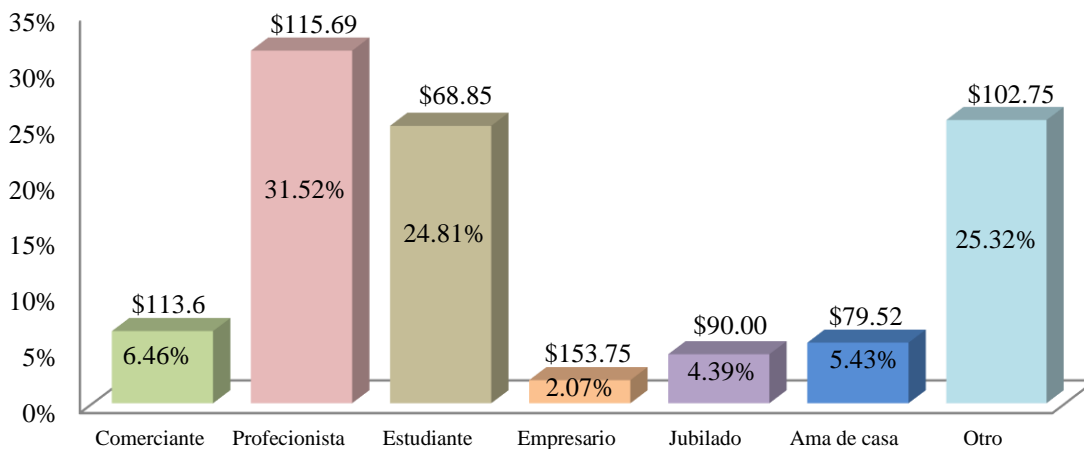


Figura 8. Porcentaje de ocupación y su promedio de DAP

Por otro lado en el mismo concepto de ocupación de los visitantes Hidalgo, *et al* (2013), encontró que los empresarios representaban el 13% de la muestra, los asalariados el 52%, las amas de Casa el 13%, los estudiantes el 4%, los jubilados el 2% y otros el 16%, los resultados de este autor son coincidentes con el presente trabajo en lo que respecta a los jubilados y a las amas de casa; el contraste se presenta en la proporción de estudiantes.

En cuanto al estado civil el 58.40% de los visitantes indicaron ser casados con una DAP promedio de \$104.93, mientras que el 36.95% son solteros con una DAP de \$86.22; en un porcentaje menor al 5% se encuentran los visitantes que viven en unión libre y aquellos que están divorciados, estos resultados se muestran en la Figura 9.

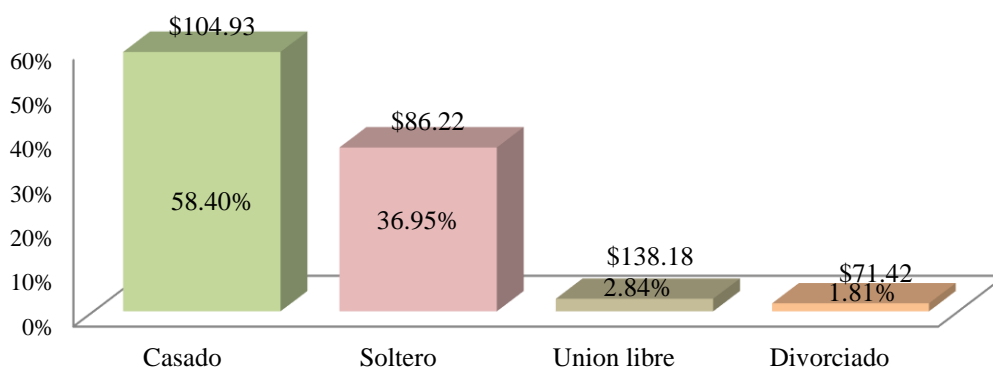


Figura 9. Porcentaje de estado civil y su promedio de DAP

Sunnun (2014), encontró que el 52% son casados, 24.1% solteros, 20.5% en unión libre y el 3% otro tipo de relación; en cambio, García (2017), encontró para su trabajo lo siguiente: solteros 54.0%, casados 39.0%, unión libre 5.3% y el 1.8% son divorciados. Para los dos autores los visitantes que están casados son coincidentes en sus estudios.

En la Figura10, se puede observar que el número de personas con las que vive el visitante, predominan los grupos familiares de tres y cuatro personas; aquellas que viven con tres personas en promedio representan el 31.78% de la muestra, con una DAP de \$90.52; los visitantes que viven con cuatro personas en promedio tienen un porcentaje de 11.89% y una DAP de \$91.30 y con porcentajes menores al 20% están las familias integradas en diferente número.

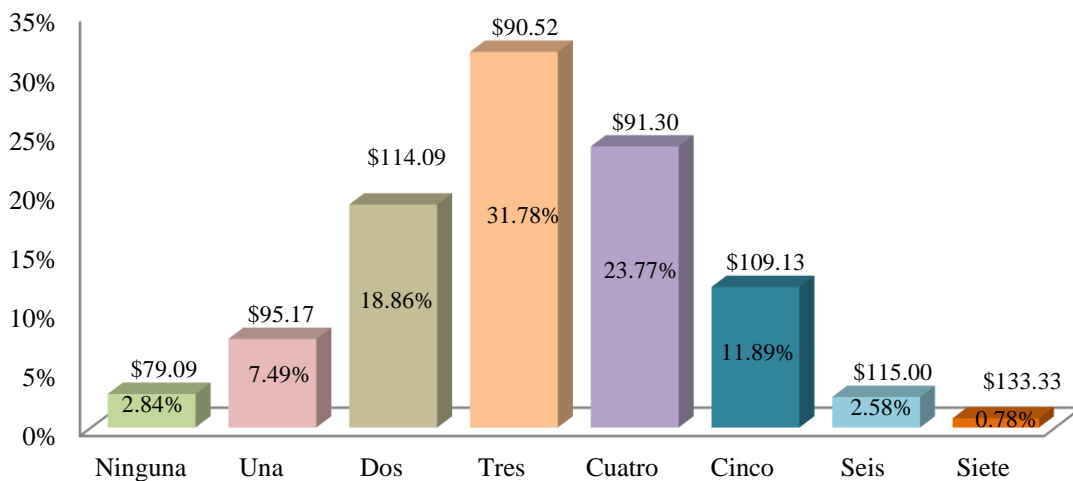


Figura 10. Porcentaje de las personas con las que vive y su promedio de DAP

En cuanto al nivel de estudios destacan los visitantes que tienen escolaridad a nivel licenciatura y a nivel preparatoria; encontramos que cerca el 50% de los visitantes tienen licenciatura con una DAP de \$122.59 y a nivel preparatoria el 35.92% con una DAP de \$74.60, contrastan los visitantes que tienen solo la primaria terminada ya que no representa ni el 2% de los encuestados. En la Figura11, se muestran los resultados para cada nivel de estudios

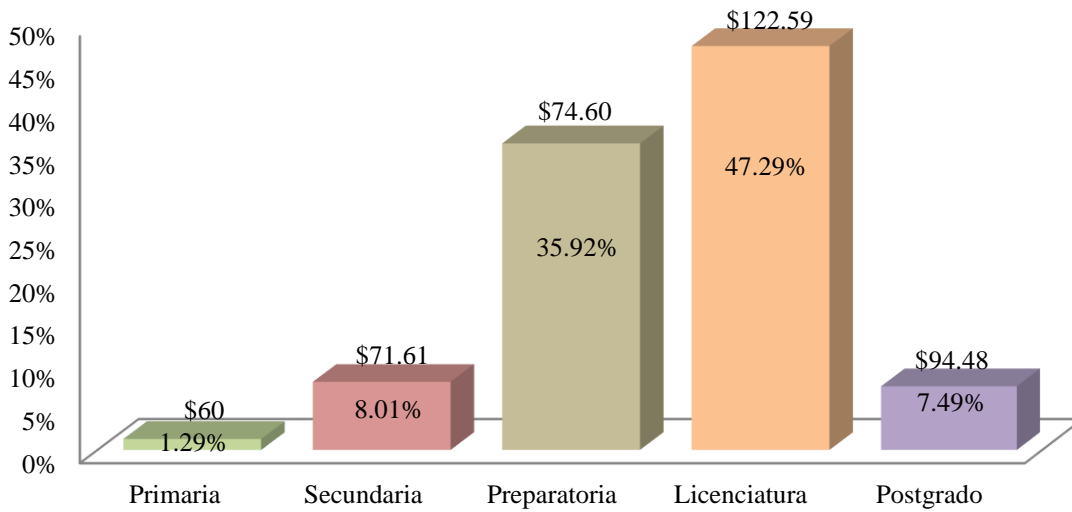


Figura 11. Porcentaje de escolaridad y su promedio de DAP

Para Almería *et al.* (2008), el 34.1% poseen estudios primarios, el 31.8% tienen estudios secundarios y el 24.8% estudios universitarios; en cambio Hidalgo *et al.* (2013), los que poseen estudios elementales es el 38%, medios 40% y superiores el 22%; otro trabajo es el de Sarango (2001), encontró que en estudios el nivel universitario representa el 24.8%, secundaria 70.2.2% y otro 4.96%; Macías (2015), para escolaridad el 51.7% tiene estudios nivel licenciatura o más, media superior 24.8% y escolaridad básica 23.5%. El estudio del último autor coincide que los visitantes tienen un grado de estudios a nivel licenciatura o más.

En la Figura 12, se muestran las proporciones de los ingresos mensuales por visitante, destacan los visitantes que generan ingresos menores de \$5,000 con casi cerca del 30% con una DAP de \$59.81 y aquellos que ganan de \$5,000 a \$10,000 junto con los que ganan de \$10,001 a \$15,000 representan casi el 40% de los encuestados; la menor proporción corresponde a los visitantes que tienen ingresos de \$25,000 a \$30,000 con 2.86% de la muestra y una DAP de \$68.18.

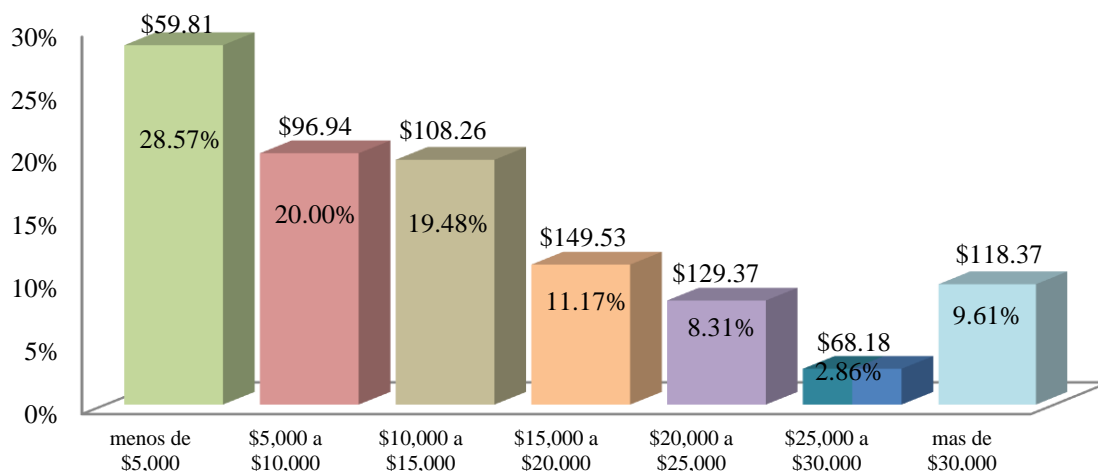


Figura 12. Porcentaje de nivel de ingresos y su promedio de DAP

El estudio de García (2017), maneja los mismos rangos de ingresos, encontrando que el 31.58% de los visitantes tienen un ingreso mensual mayor a \$5,001 a \$10,000; el 27.49% tiene un ingreso mensual menor a \$5,000; el 17.15% es de \$10,001 a \$15,000, el 8.38% gana más de \$30,000 y el 8.19% lo tiene entre \$15,001 a \$20,000.

La frecuencia con la que los visitantes van al área destacan los que van una vez a al mes con un poco más de un cuarto de los entrevistados y una DAP de \$102 y los que van a diario y una vez al año no representan ni el 5%. En la Figura 13, se muestran los resultados.

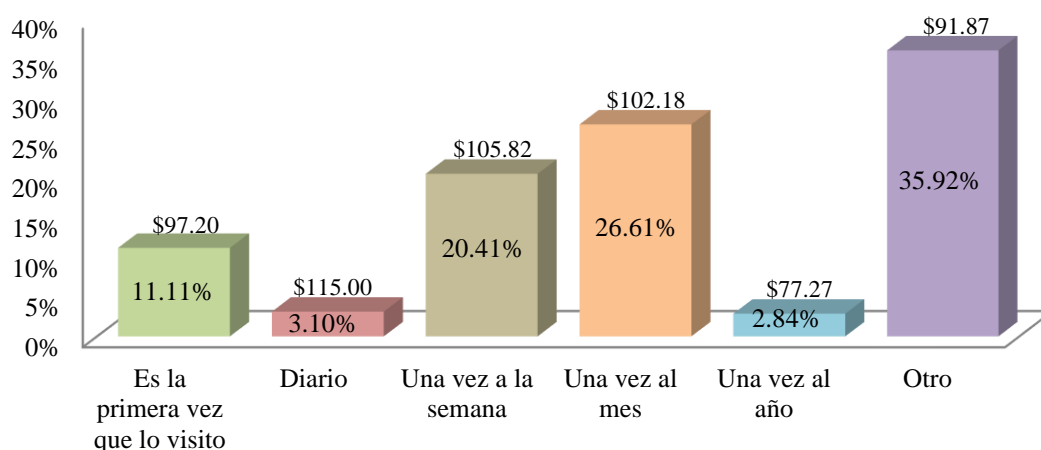


Figura 13. Porcentaje de frecuencia de visitas y su promedio de DAP

Macías (2015), en su estudio resulto que las personas que ya habían visitado el área representan un 49.7% y aquellos que visitan el parque por primera vez son el 50.3%; en cuanto a la frecuencia de las visitas al menos 15 personas la habían visitado 10 veces, a diferencia con los que solo lo han visitado por una vez; García (2017), menciona que el 31.58% visitaron por primera vez el Cañón, el 1.36% diariamente para ejercitarse, el 12.87% una vez por semana, el 18.13% lo visita una vez por mes y el 36.06% tienen otra frecuencia de visita al lugar

Como se muestra en la Figura 14, los motivos de la visita se determinó que el 32.64% visita el área con fines de esparcimiento y recreación, mientras que el 38.25% son para practicar ciclismo de montaña, estos dos motivos destacan ya que representan entre los dos poco más del 70% de los encuestados, a diferencia de los que visitan el área para día de campo, educación ambiental, pasear con mascotas u otro motivo, que representan el resto de los encuestados. Dentro de los motivos que entran en “otro” encontramos, que los visitantes van por motivos de salud al centro de medicina alternativa que está dentro de reforestación, extracción de leña o para servicio social.

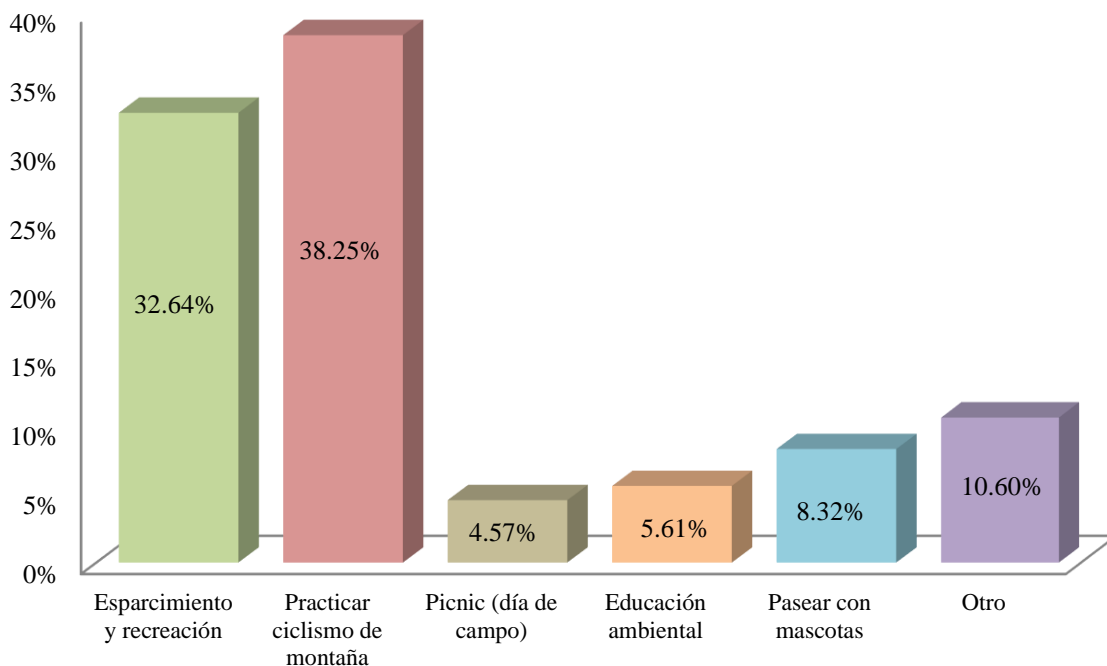


Figura 14. Porcentaje de motivos de visita

Los porcentajes encontrados por García (2017), demuestran que el senderismo representa el 36.46%, para apreciar la belleza escénica un 12.60%, el rappel con 10.32%, explorar 10.46% y

descanso con 10.19%. A diferencia de los resultados encontrados en la reforestación la actividad que tiene mayor frecuencia es para practicar ciclismo y esparcimiento y recreación.

En medio de transporte se encontró que el mayor medio en el que llegan los visitantes es en auto particular, ya que representa cerca del 80% con una DAP de \$102.05; el otro 20% las personas llegan a pie, en transporte público y bicicleta. Esto se puede observar en la Figura 15.

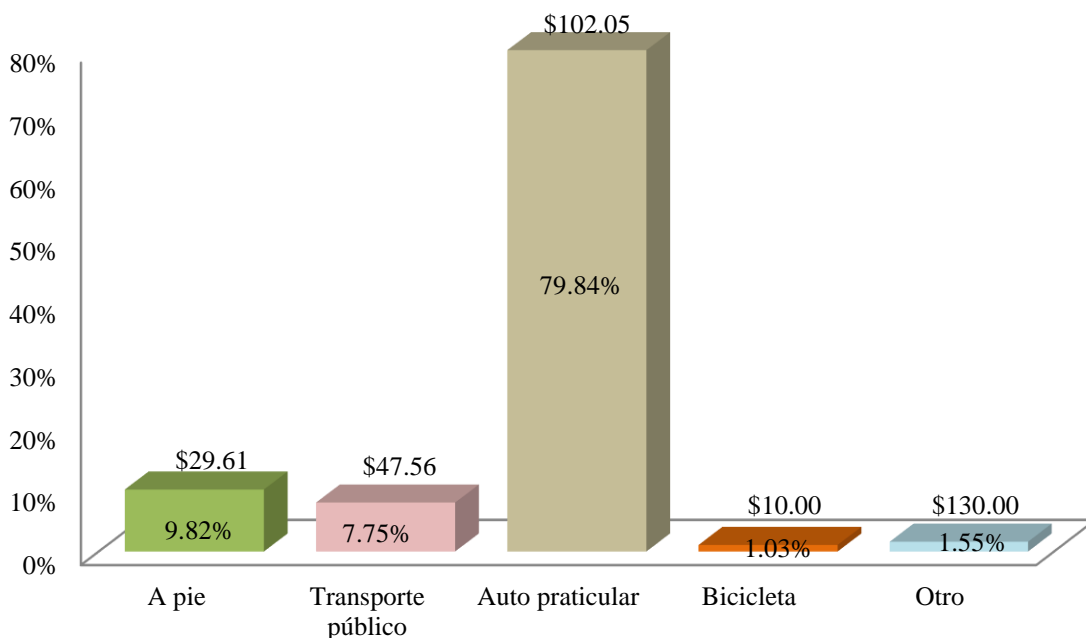


Figura 15. Porcentaje de medio de transporte y promedio de costos de viaje

Pérez (2008), encontró que el 88% viaja en auto particular y el resto en transporte público; por otro lado González (2017), señala que el medio de transporte más usado es a pie con 70%, seguido de camión 15%, coche particular 10% y otros medios 5%; mientras tanto Macías (2015), para Cañón de Amargos, indica que el medio de transporte utilizado el 94% es en auto particular y el 6% en transporte público y para Cañón de San Lorenzo el medio de transporte representa el 65.1% en auto particular, 10.8% en transporte público, 22.9% caminando y el 1.2% en bicicleta; García (2017), encontró que el 11.5% llega en transporte público, el 1.9% en motocicleta, el 1.0% en bicicleta, y el 5.5% de los visitantes llegaron por otro medio de transporte. Los autores coinciden en que el medio de transporte más utilizado es en auto particular y los que viajan en bicicleta es solo cerca del 1.0%

De los visitantes que llegan al área sin compañía es el 39.02% con un promedio de disposición a pagar de \$108.47, contrastando de aquellos visitantes que llegan en pareja al área reforestada ya que representan el 10.08% de los encuestados con una DAP de \$83.33. Los resultados se muestran en la Figura 16.

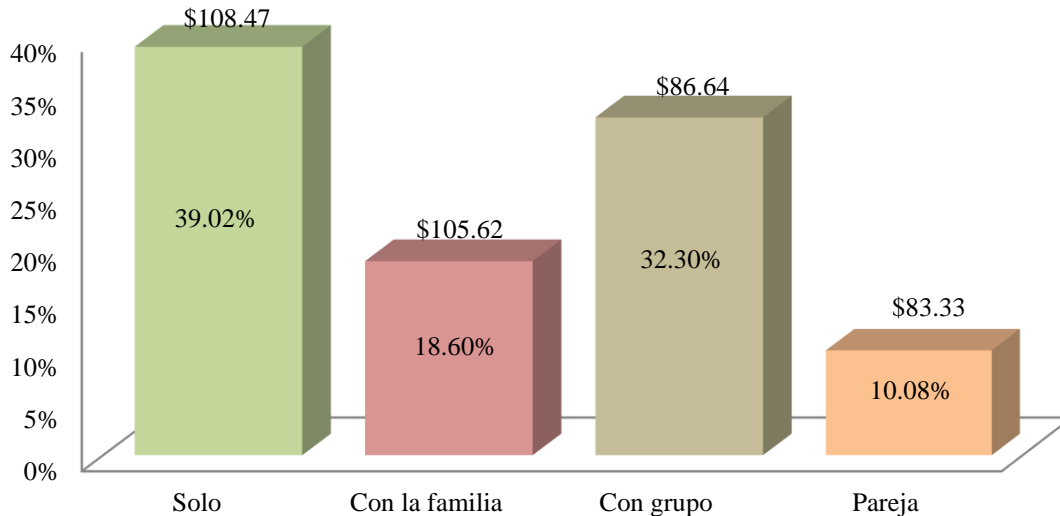


Figura 16. Porcentaje de acompañamiento del visitante y su promedio de DAP

García (2017), para los visitantes y sus acompañantes resultó que los visitantes que viajan solos representan el 7.4% de la muestra; los que viajan con amigos representan el 49.5%, el 36.3% con la familia y en pareja el 6.6%;

Respecto al grado de satisfacción de los visitantes que consideran el área como “muy bien” es el 84.50% y una disposición a pagar promedio de \$104.98; los visitantes que consideran como bien y regular el área son cerca del 15%; de todos los encuestados no se registraron usuarios que consideren su visita como “mala” ni “muy mala”. Los resultados se pueden observar en la Figura 17.

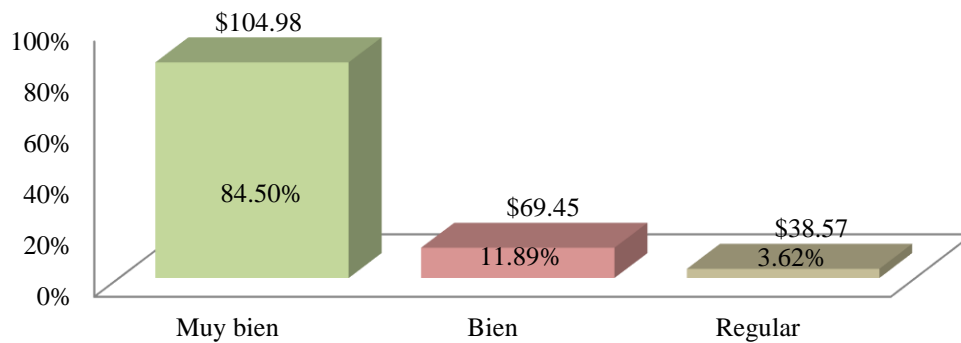


Figura 17. Porcentaje de grado de satisfacción y su promedio de DAP

García (2017), para el grado de satisfacción el 72.7% se agrupan en muy bien, el 24.8% bien, el 1.56% regular, el 0.6% malo y el 0.4% muy malo;

Con respecto a los visitantes que sí están dispuestos a pagar son 350 visitantes que representan el 90.43%, mientras que el otro 9.56% no está dispuesto a pagar. Los motivos por los que sí están dispuestos a pagar destaca el motivo “Me interesa la conservación y la mejora de este tipo de áreas” con un 88%, el segundo motivo que más proporción tuvo fue “Creo que es suficiente si todos aportamos lo mismo” con 6%, para el caso de los motivos “Me considero usuario habitual del lugar, “Mi ingreso no me lo permite” y “otro motivo”, representa el otro 6% restante como se muestra en la Figura 18.

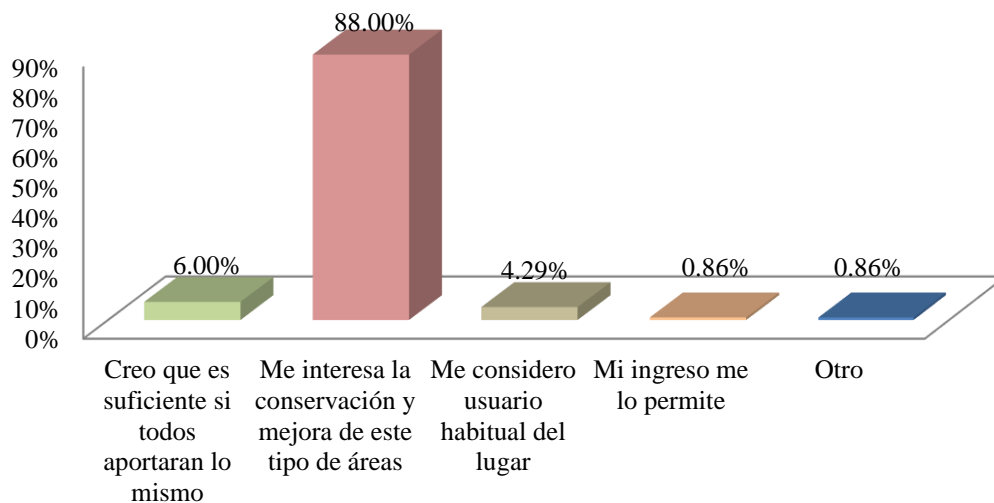


Figura 18. Porcentaje de motivos de los que “SI” están dispuestos a pagar



Para García (2017), resultó que el 40.4% es para la conservación y mejora del área, el 36.3% desean mejorar el estado actual de la zona, el 8.2% es porque son usuarios habituales y el 12.7% porque quieren conservar y mejorar el área.

Los visitantes que no están dispuestos a pagar representan el 9.56% de la muestra y como se observa en la Figura 19, los motivos el 37.84% manifestaron que su ingreso no se lo permite, el 21.62% el cual contrasta de aquellos que consideran que no es necesario mejorar y conservar la zona con 8.11%, para el caso de otros motivos el 21.62% es por razones como lo es la desconfianza de que los administradores no utilicen el dinero correctamente, otra razón es porque las instalaciones las consideran en mal estado, y otros encuestados consideran que es responsabilidad de la UAAAN mantener el área en buenas condiciones.

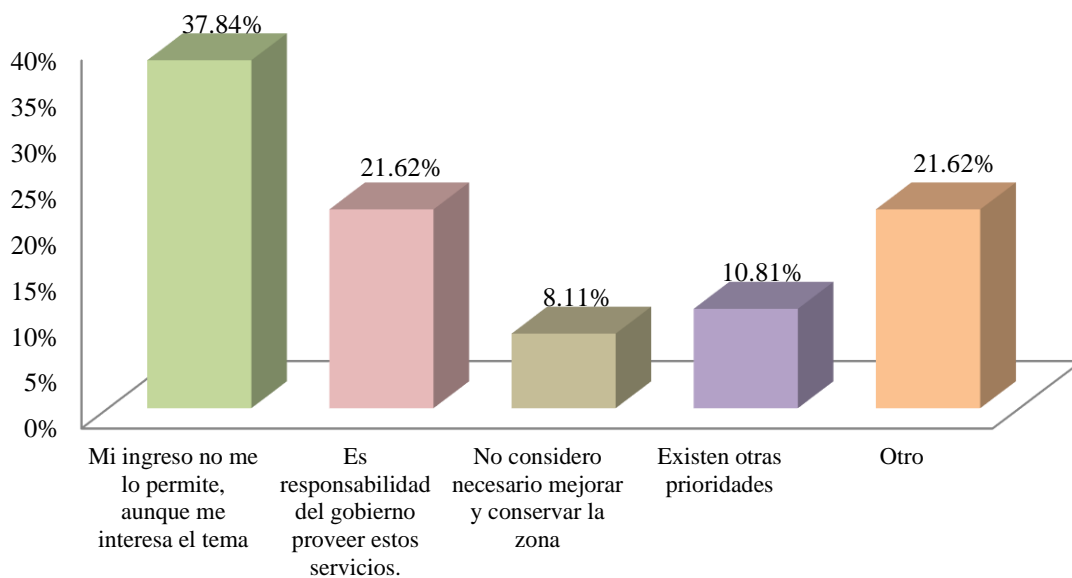


Figura 19. Porcentaje de motivos de los que “NO” están dispuestos a pagar

García (2017), encontró que el 34.8% consideran que es responsabilidad del gobierno, el 28.3% no disponían de ingresos, sin embargo, estarían dispuestos a prestar sus servicios para la conservación del sitio, el 21.7% no estaban interesados en proyectos de conservación o algún hecho relacionado, el 6.5% tenía otras prioridades y el 8.7% mencionaron otras razones.

## 6.2. Resultados econométricos

Se realizó una matriz de correlación entre todas las variables como se muestra en el Anexo 6, para elegir aquellas que tienen mayor correlación con la variable de DAP dicotómica, DAP monetaria y número de visitas por mes e incluirlas en los modelos Logit, Probit, Tobit y MCO; con estas variables se eligió el mejor modelo eliminando aquellas que no tienen significancia y dejando aquellas que si la tienen.

### 6.2.1 Valoración contingente

De los modelos Logit y Probit el que mejor ajuste tiene es el Probit; como se muestra en el Cuadro 13, se usaron las variables explicativas medio de transporte, procedencia y el grado de satisfacción ya que fueron las variables más significativas. Se realizaron dos combinaciones con diferentes variables, encontrando que el modelo que tiene mayor ajuste es el modelo 2 en base al menor valor para el criterio Akaike, el cual fue de 192.2717 y teniendo una explicación Pseudo R<sup>2</sup> cercano al 10%. Los resultados para el modelo Logit se muestra en el Anexo 4.

**Cuadro 13. Estimación Probit con la Variable dependiente DAP**

Variables	Modelos	
	(1)	(2)
Const	0.5032** (0.2214) [0.0230]	0.5590** (0.2129) [0.0087]
PROCE	0.2286 (0.2462) [0.3530]	0.0306400
MEDTRANPS	0.3892 (0.2495) [0.1188]	0.0563966
GRADSAT	0.6596** (0.2306) [0.0042]	0.113913
N	379	379
R <sup>2</sup> corregido	0.0946	0.0905
LnL	-92.71	-93.14
Akaike	193.4237	192.2717

\* indica significativo al nivel del 10 por ciento, \*\* indica significativo al nivel del 5 por ciento

Para Logit y Probit, el R<sup>2</sup> es el pseudo-R<sup>2</sup> de McFadden

Fuente: elaboración propia

Para la interpretar las variables se utilizó el valor de  $p$  y los efectos marginales de la pendiente, encontrando para la variable MEDTRANSP una significancia al 5%, afectando positivamente, lo

que quiere decir que hay una probabilidad de 7.75% en la disposición a pagar si el visitante viaja en auto particular; para la variable GRADSAT existe una significancia al 5%, esta tiene signo positivo lo que indica que a mayor grado de satisfacción la probabilidad de que la disposición a pagar aumente es de un 11.96%. el modelo es el siguiente:

$$DAP = 0.5590 + 0.5069medtransp + 0.6822gradsat$$

Farré (2003), al igual que el estudio de la reforestación, el grado de satisfacción resulto significativa y positiva; las demás variables son el precio de partida con signo negativo y significancia al 1%, los motivos de la visita son positivos y significancia del 1%, la renta tiene signo positivo con significancia de 10%, las visitas anuales tiene signo negativo y significancia del 10%, y el recorrido tiene signo positivo con significancia del 10%. Sepúlveda (2008), encontró que la variable precio de entrada tiene signo negativo, el género es de signo positivo, la edad tiene signo positivo, el nivel de estudios es negativo, la ocupación positivo y los ingresos son negativos. Por su parte, Juárez y Bernabéu (2011), encontraron con signo negativo el precio de partida, el nivel de estudios resulto positivo así como la contribución económica y el lugar de localización.

Para la variable dependiente DAPMON se usaron los modelos Tobit y MCO, las variables obtenidas de la matriz de correlación, estas se muestran en el Cuadro 14. Se realizaron dos interacciones para cada modelo ya que la escolaridad y el ingreso tendrían problemas de colinealidad. Se realizaron cuatro modelos, dos para MCO, uno incluyendo la escolaridad y el otro incluyendo la variable ingreso mensual; en el caso del modelo Tobit se hizo lo mismo, uno con la variable escolaridad y otro con la variable ingreso. De los cuatro modelos el que tiene mejor ajuste en base al criterio Akaike es el modelo Tobit con la variable INGRESMEN. En el Cuadro 15 se muestran siete modelos con diferentes combinaciones; se concluyó que el mejor modelo es el 5, ya que tiene un menor valor de Akaike que los demás modelos, las variables significativas son, TIEMTRA, INGRESMEN, MOTVIS, MEDTRANSP, ACOMPVIS Y GRADSAT.

**Cuadro 14. Estimaciones Tobit con la variable dependiente DAPMON**

Variable	Modelos						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Const	-7.289 (-0.4258) [0.6702]	-6.675 (-0.3986) [0.6902]	-11.06 (-0.7062) [0.4801]	-9.762 (-0.6246) [0.5322]	-9.972 (-0.6369) [0.5242]	-2.906 (-0.1912) [0.8484]	2.970 (0.1977) [0.8433]
GEN	-8.387 (-0.7385) [0.4602]	-8.260 (-0.7289) [0.4661]					
PROCE	1.986 (0.1735) [0.8623]						
EDOCIV	-12.40 (-1.223) [0.2214]	-12.42 (-1.225) [0.2205]	-12.18 (-1.201) [0.2297]	-11.08 (-1.097) [0.2726]			
TIEMTRA	0.8923** (2.682) [0.0073]	0.8828** (2.690) [0.0072]	0.8726** (2.658) [0.0079]	0.8494** (2.590) [0.0096]	0.8483** (2.582) [0.0098]	0.8614** (2.610) [0.0090]	0.9464** (2.872) [0.0041]
INGREMEN	8.616** (3.115) [0.0018]	8.599** (3.111) [0.0019]	9.053** (3.358) [0.0008]	9.564** (3.607) [0.0003]	8.846** (3.437) [0.0006]	9.549** (3.736) [0.0002]	11.92** (5.115) [0.0000]
MOTIVVIS	15.24* (1.664) [0.0961]	15.47* (1.709) [0.0874]	15.60* (1.721) [0.0852]	16.30* (1.802) [0.0716]	16.33* (1.801) [0.0716]		
MEDTRANPS	27.84** (2.062) [0.0392]	28.70** (2.285) [0.0223]	28.93** (2.302) [0.0213]	28.31** (2.251) [0.0244]	24.16** (2.012) [0.0443]	26.27** (2.187) [0.0287]	
ACOMPVIS	8.025 (0.8424) [0.3995]	8.211 (0.8676) [0.3856]	9.316 (0.9960) [0.3193]				
GRADSAT	37.89** (2.921) [0.0035]	38.18** (2.969) [0.0030]	38.94** (3.034) [0.0024]	39.80** (3.102) [0.0019]	38.80** (3.027) [0.0025]	36.88** (2.875) [0.0040]	43.40** (3.459) [0.0005]
N	379	379	379	379	379	379	379
LnL	-2076	-2076	-2076	-2076	-2077	-2079	-2081
Akaike	4173.129	4171.159	4169.690	4168.679	4167.881	4169.112	4171.879

entre paréntesis los estadísticos t; valores p entre corchetes

\* indica significativo al nivel del 10 por ciento; \*\* indica significativo al nivel del 5 por ciento

Fuente: elaboración propia

La variable TIEMTRA tiene signo positivo y una significancia al 5% lo que quiere decir que a mayor tiempo de traslado la disposición a pagar aumenta \$0.8483; en el caso de la variable INGRESMEN la variable es significativa en un 5% con signo positivo por lo que a mayor ingreso los visitantes tienen una disposición a pagar de \$8.846; para la variable MOTIVVIS la significancia es a un 10% con signo positivo, lo que indica que si los visitantes van por motivos de esparcimiento y recreación y practicar ciclismo de montaña la disposición a pagar aumenta en \$16.33 en comparación con algunos otros motivos; para la variable GRADSAT existe una

significancia del 5% y con signo positivo, esto quiere decir que si la persona tiene un grado de satisfacción pasa de ser bueno a muy bueno, su disposición a pagar aumenta hasta \$38.80. El modelo para estimar DAP con Tobit es el siguiente:

$$DAP = -9.972 + 0.8483TIEMTRA + 8.846INGREMEN + 16.33MOTIVVIS + 24.16MEDTRANSP + 38.80GRADSAT$$

De los estudios que usaron esta metodología el que tiene una variable que coincide con los resultados en la reforestación es el trabajo elaborado por Farré (2003), donde el grado de satisfacción es positivo y altamente significativo, las variables que acompañan el modelo resultante de este autor son el precio de partida con signo positivo y altamente significativa; la variable motivos de la visita también es altamente significativa con signo positivo; con signo negativo están las visitas anuales; la percepción de la gente de la condición del lugar es de signo positivo; y si el visitante conoce otros espacios tiene signo positivo con alta significancia. Otro estudio es el realizado por Hidalgo *et al.* (2013), quienes encontraron significativa la variable máxima disposición a pagar con signo positivo, las variables edad y nivel de estudios resultaron significativos con signo negativo, la variable actividad laboral resultó significativa con signo negativo y para la variable renta la variable no es significativa y tiene signo positivo. Del Saz y Suarez (1998), encontraron que la variable Precio de salida es negativa, así como la variable visitas por año tiene signo negativo, la variable menor de 18 años es altamente significativa presentando signo negativo, las variables lugar 1 y lugar 2 son significativas con signo negativo, la variable educación tiene variable negativa; la variable distancia recorrida presenta signo negativo y con signo positivo la fecha y el tamaño del grupo. Por otro lado Juárez y Bernabéu (2011), señalan que todas las variables fueron positivas, estas son el precio de partida, disposición al pago, nivel de estudios, contribución económica el número de personas.

### **6.2.2 Costo de viaje**

Se usó el modelo de Poisson para saber cuáles son las variables significativas; estas son la edad, el número de las personas con las que vive, el tiempo de traslado, la frecuencia de la visita, el costo de viaje y el grado de satisfacción, estos resultados se pueden observar en el Cuadro 15.

**Cuadro 15. Estimaciones Poisson con la variable independiente VISITMES**

<b>Variables</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Valor Z</b>	<b>Valor P</b>
Const	0.6994**	(4.026)	[0.0001]
EDAD	0.01077**	(3.273)	[0.0011]
PERSVI	0.08871**	(3.189)	[0.0014]
TIEMTRA	-0.01679**	(-4.358)	[0.0000]
FRECVISITA	-0.5304**	(-3.308)	[0.0009]
GRADSAT	-0.2669**	(-2.808)	[0.0050]
CV	-0.001103**	(-2.164)	[0.0305]
N	379		
R <sup>2</sup> corregido	0.0574		
lnL	-651.2		

\* indica significativo al nivel del 10 por ciento

\*\* indica significativo al nivel del 5 por ciento

Fuente: elaboración propia

La edad es positiva esto quiere decir que conforme el visitante tenga mayor edad el número de visitas será mayor; la variable explicativa de las personas con las que vive tiene signo positivo lo que indica que si el visitante vive con más personas las visitas serán más frecuentes, esto podría ser porque un poca proporción de la muestra vive solo y alrededor de un cuarto de los visitantes la visita la realiza con la familia y amigos; el tiempo de traslado tiene signo negativo reflejando que a mayor distancia de su hogar al área el número de visitas será menor; la frecuencia de las visitas es de signo negativo esto quiere decir que si el visitante solo visita una vez a la semana o una vez al mes el número de visitas disminuirá; el grado de satisfacción es negativo, es decir si el visitante encuentra desagradable su visita y califica el área como mala, el número de visitas disminuirá. Por último la variable costos de viaje es negativa como en los demás trabajos citados en trabajos afines que usan esta metodología; con esta variable se obtuvo que el EC y con este el valor de uso anual de \$492,426.50. el modelo es el siguiente.

$$\ln V_i = 0.6994 + 0.01077edad + 0.08871persvive - 0.01679frevisita - 0.2669gradsat - 0.001103cv$$

Pupo (2012), realiza la regresión de Poisson para tres playas diferentes, estas son, Bahía Santa María, Taganga y El Rodadero, las variables incluidas son el tiempo de permanencia en el lugar, número de visitas, factor de eliminación, el número de hijos, el número de personas que acompañan la visita, el nivel de educación, estado civil, la edad. Para las tres playas la variable permanencia es altamente significativa para las tres playas; la variable eliminación resulto altamente significativo y con signo negativo; el número de personas que acompañan al visitante solo resulta significativa para Taganga; la educación solo resulta significativa para Bahía la cual

es altamente significativa con signo negativo; para estado civil es altamente significativa para el Rodadero, para Taganga resulta significativa con signo positivo, para Bahía no resulta significativo; la edad para El Rodadero resultado negativa, en el caso de la bahía de Santa Marta y Taganga implica aumentos en la probabilidad de una nueva visita

### 6.3. Resultados de capacidad de Carga Ecoturística

#### 6.3.1. Capacidad de carga física (CCF)

Se delimitaron 6 áreas equivalentes a 130.547 hectáreas como se muestra en el Cuadro 16, y se digitalizaron 4 pistas recorriendo cada una de estas para georreferenciarlas y sacar su longitud, las cuales equivalen a 6,938.09 metros como se observa en el Cuadro 18; cabe señalar que existen cerca de 20 ramificaciones que van a dar a estas cuatro principales pistas; estas no se consideran en la estimación ya que se busca que haya un control en estas. Los criterios para la estimación son los siguientes:

Criterios para los sitios de uso público:

- Una persona requiere de 1 m<sup>2</sup> para moverse libremente.
- El área disponible destinada para uso público son las siguientes:

**Cuadro 16. Superficie por área de uso publico**

Área	Superficie (ha)
1	11.087
2	49.946
3	3.671
4	55.141
5	2.531
6	8.171

Fuente: elaboración propia

- El tiempo promedio que tarda una persona en su visita es de 2 horas con 11 minutos (valor tomado de las encuestas).
- El horario en que se realizan las visitas es desde las 7:00 horas a las 14:00 horas.
- El horario en que estaría abierto serían 11 horas y el tiempo de visita es de 2 horas 11 minutos, entonces la hora de apertura equivale a 660 minutos y la hora de visita a 131 minutos, lo que resulta 5.03 visitas por día.

Criterios para las pistas de ciclismo

- Un ciclista requiere de 2 metros, y para moverse libremente necesita de 20 metros de distancia entre ciclista.

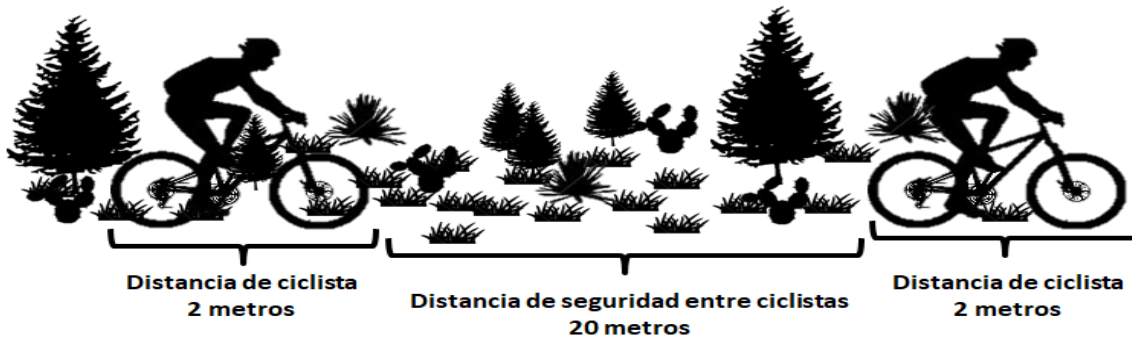


Figura 20. Longitud de ciclista y distancia entre ciclistas

- El número de personas por grupo es de 5, este valor fue tomado de las encuestas, con el número de personas por grupo.
- La distancia que ocupa el grupo es de 110 metros, considerando ya la distancia de la bicicleta con su distancia de seguridad.



Figura 21. Distancia requerida por grupo de ciclistas

- La distancia entre grupos será el doble de la distancia que ocupa el grupo.
- La longitud total necesaria es de 330 metros.

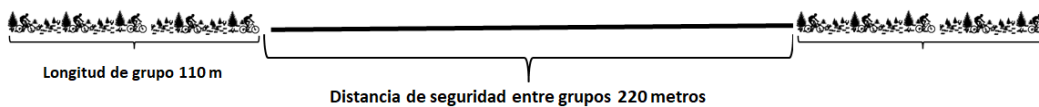


Figura 22. Distancia entre grupos de ciclistas

- El tiempo de recorrido varía según la dificultad para transitar, como la pendiente, pedregosidad, etc. los tiempos considerados para los siguientes cálculos es el tiempo que tarda un principiante en recorrerlos.

Las pistas, la longitud y el tiempo de recorrido son las siguientes:



**Cuadro 17. Longitud y tiempos de recorrido por cada pista de ciclismo**

Pistas	Longitud del sendero (m)	Tiempo de recorrido por sendero (minutos)
1	1,312.05	20.00
2	1,518.11	25.00
3	1,828.40	40.00
4	2,279.53	50.00

Fuente: elaboración propia

### 6.3.1.1. Capacidad de carga física para los sitios de uso público

El tiempo de apertura que se consideró para los cálculos es de 10 horas y el tiempo necesario para la visita es de 2 horas con 11 minutos, por lo que el número de visitas que puede haber por día es de 5.03, para el cálculo de la capacidad de carga física se multiplica la superficie por el espacio necesario por visitante por el número de visitas por día.

Como se puede observar en el Cuadro 18, el área que tiene más CCF es el área 4 la cual fue de 2,778,096.18 visitas por día, le sigue el área 2 que tiene una CCF de 2,516,363.36 personas por día; las áreas que tienen menor capacidad son el área 3 con una CCF de 184,951.15 y el área 6 con 127,516.03, esto se debe a que esta capacidad está directamente relacionada con la superficie de cada área.

**Cuadro 18. Capacidad de carga física de sitios de uso público**

Áreas	Superficie ha	Superficie (m <sup>2</sup> )	Número de visitas por día	CCF
1	11.087	110,870		558,581.68
2	49.946	499,460		2,516,363.36
3	3.671	36,710		184,951.15
4	55.141	551,410	5.03	2,778,096.18
5	2.531	25,310		127,516.03
6	8.171	81,710		411,668.70

Fuente: elaboración propia

### 6.3.1.2. Capacidad de carga física para las pistas de ciclismo

Como ya se indicó en la metodología, el número de ciclistas que pueden estar al mismo tiempo en cada pista está en relación a la distancia, el tiempo de recorrido, la distancia entre visitantes y entre grupos. Dicho esto, la pista que tiene mayor CCF es la pista 1 la cual tiene una capacidad de 28,865.17 ciclistas por día y para la pista 2 un total de 26,718.67 ciclistas por día; la pista que presenta menor CCF es la pista 4 la cual tiene una capacidad de 14,328.49 ciclistas por

día, esto se puede observar en el Cuadro 19, cabe señalar que el tiempo de recorrido de cada pista se tomó el tiempo que se tarda un ciclista sin experiencia.

**Cuadro 19. Capacidad de carga física para pistas de ciclismo**

Pistas	Longitud de pista (m)	Grupos al mismo tiempo en el sendero	Metros requeridos (m)	Tiempo estimado de recorrido por sendero (minutos) (a)	Tiempo estimado de recorrido por sendero (minutos) (b)	Recorridos por día por bicicleta	Capacidad de Carga Física (recorridos por día)
1	1,312.05	3.98	437.35	20.00	7-12	33.00	28,865.17
2	1,518.11	4.60	506.04	25.00	7-15	26.40	26,718.67
3	1,828.40	5.54	609.47	50.00	20-35	13.20	16,089.91
4	2,279.53	6.91	759.84	70.00	25-55	9.43	14,328.49

(a) recorrido realizado por un ciclista principiante

(b) recorrido realizado por un ciclista profesional

Fuente: elaboración propia

### 6.3.2. Capacidad de Carga Real (CCR)

Como ya se mencionó en metodología, es necesario calcular los factores de corrección que harán que disminuya el número de visitas.

Los factores consideran los componentes físicos, biológicos y sociales, en el caso de los factores físicos se agrupa la luz solar, precipitación y suelo (erodabilidad); los factores biológicos son la flora y la fauna, los factores sociales solo son los cierres temporales.

#### 6.3.2.1. Factor de corrección de precipitación

En el Cuadro 20 y la Figura 23, se presentan los meses en los que la precipitación es mayor, la información se tomó del observatorio meteorológico Saltillo con clave 390, de esta estación se usaron los datos de la precipitación máxima que se presenta cada mes en los últimos diez años.

**Cuadro 19. Precipitación máxima mensual en diez años**

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEP	OCT	NOV	DIC
54.2	55.3	58.0	54.7	76.4	102.6	147.5	130.3	137.4	73.1	57.3	53.8

Fuente: elaboración propia con datos de estación meteorológica 390

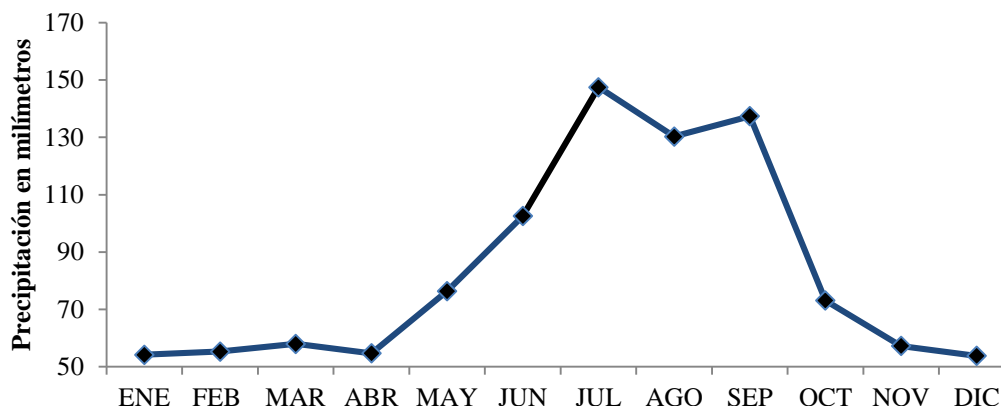


Figura 23. Precipitación en diez años

Como se observa en la Figura 23, los meses en los que la precipitación es mayor son en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, por lo que se consideran estos para obtener el valor del factor. Los días del año son 365 (MTV) y 122 días de precipitación (MLV).

$$F_{cp} = 1 - \left( \frac{122 \text{ días}}{365 \text{ días}} \right) = 0.67$$

### 6.3.2.2. Factor de corrección por luz solar

Al igual que la precipitación se tomaron los datos de la misma estación, y se promedió las horas de luz solar por mes (MLV), y se dividió entre las horas que tiene el mes (MTV), obteniendo así un factor limitante por cada mes, al final se promediaron obteniendo así el factor de corrección para todo el año como se muestra en el Cuadro 21.

**Cuadro 20. Factor de corrección mensual por brillo solar**

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Promedio de horas luz	226	234	265	277	285	281	250	265	210	255	234	227
Horas del mes	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720	720
Factor	0.31	0.32	0.37	0.38	0.40	0.39	0.35	0.37	0.29	0.35	0.32	0.32

Fuente: Elaboración propia, con datos de la estación meteorológica 390

Al promediar los factores limitantes por mes, da un solo factor limitante de 0.34, el cual al restárselo a la unidad, da un factor de corrección por brillo solar de 0.66.

### 6.3.2.3. Factor de corrección fauna silvestre

Rodríguez (2013) encontró que las especies con mayor abundancia relativa en la reforestación son *Urocyon cinereoargenteus* (zorra gris) con abundancia relativa de 52.84, *Bassariscus astutus flavus* (cacomixtle) con 5.47, *Sylvilagus audubonii parvulus* (conejo matorralero) con 2.1 y *Lynx rufus texensis* (lince o gato montés) con 2.1.

De estas especies se obtendrá el factor de corrección, tomando la temporada de reproducción, gestación y cuando tienen sus crías.

Para la zorra gris su reproducción es de febrero a marzo y dos meses de gestación Vaughan (2014), para el cacomixtle la temporada de reproducción va de febrero a marzo, durando dos meses de gestación, más dos meses que son cuando tiene a las crías CONANP, (2010), para el conejo matorralero, este se puede reproducir hasta ocho veces por año en el periodo de febrero a diciembre Lorenzo y Ruiz (2013), el gato montés se reproduce de abril a septiembre con dos meses de gestación y un mes más para las crías Morales y Mendoza, (2013). Toda esta información se resume en el Cuadro 23.

**Cuadro 21. Periodo crítico de fauna silvestre en el año**

Especie	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>		X	X	X	X	X	X					
<i>Bassariscus astutus flavus</i>		X	X	X	X	X	X					
<i>Sylvilagus audubonii parvulus</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Lynx rufus texensis</i>				X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: elaboración propia

Los meses donde la fauna de la reforestación es más susceptible, es del mes de febrero al mes de diciembre, siendo estos 11 meses del año

$$F_{cfs} = 1 - \left( \frac{11 \text{ meses}}{12 \text{ meses}} \right) = 0.083$$

#### 6.3.2.4. Factor de corrección de cierres temporales

Para este factor se tomaron los días que posiblemente se niegue el acceso a las visitas, entre ellos está la temporada en que la UAAAN pueda entrar en huelga que es el mes de febrero, más treinta y seis días por el mantenimiento que se le pueda dar al área y treinta días por si llegará a ocurrir algún desastre natural. El total de días que podría llegar a cerrarse el área son 90 días (MLV).

$$Fcct = 1 - \left( \frac{96 \text{ dias}}{365 \text{ dias}} \right) = 0.74$$

#### 6.3.2.5. Factor de corrección por erodabilidad

##### 6.3.2.5.1. Factor para sitios de uso público

Se tomaron muestras de suelo realizando tres transectos, en cada uno se tomaron 10 muestras, las cuales en laboratorio se homogeneizaron y se cribaron, tomando 50 gramos de cada una, para después aforarlas y analizarlas agregándoles hexa-metafostafa (Ca, Ba, Mg, Cu, Fe), se toman lecturas en grados Boyoucos y en grados Celsius obteniendo así la relación de arena limo y arcilla, posicionándolas así en el triángulo de textura.

Los resultados fueron los siguientes:

La textura es del tipo migajón arenosa, resultando para el área 5 el mayor factor de corrección el cual fue de 1, esto se debe a que no presento pendientes que superarán el 10%, las áreas 1, 2, 3 y 4 tienen un factor de corrección de 0.5 y el área 6 con un factor de 0.4, cada factor está relacionado a la pendiente y la textura del suelo como se muestra en la Figura 23y el Anexo 1.

La textura es del tipo migajón arenoso, por lo que se situó como una textura arenosa.

**Cuadro 22. Factor de corrección de erodabilidad por sitios de uso público**

Área	Superficie (ha)	Superficie limitante (ha)	Factor de corrección
1	11.087	5.54	0.5
2	49.946	24.97	0.5
3	3.671	1.84	0.5
4	55.141	22.06	0.6
5	2.531	0.00	1
6	8.171	4.90	0.4

Fuente: elaboración propia

### 6.3.2.5.2 Factor de erodabilidad para las pistas de ciclismo

Para el caso de las pistas se tomaron las muestras de suelo de áreas abiertas, a diferencia que las pendientes se tomaron a lo largo de cada pista donde el desnivel era considerable, generalmente en cada cambio de dirección.

Como se mencionó en metodología solo se consideran las secciones que tienen pendientes mayores a 10% con criterios de erosión medio y alto. En el Cuadro 24 se observa que la pista con menor longitud limitante es la pista 3, ya que esta comienza desde la parte más alta y tiene mayor dificultad para recorrer, la longitud limitante es de 1,233 metros de grado de erodabilidad medio y 73 metros de grado de erodabilidad alto resultando un factor de corrección de 0.285; mientras que la pista 1 no tiene longitud limitante por lo que el factor es 1, esto se debe a que las pendientes no son altas y la textura del suelo es arenosa.

**Cuadro 23. Factor de corrección erodabilidad por pista de ciclismo**

Pistas de ciclismo	Longitud (m)	Textura	Criterio de erodabilidad	Longitud por criterio (m)	Longitud limitante (m)	Factor limitante
1	1,312.05	Migajón arenoso	Alto	0	0	1
		Migajón arenoso	Medio	0		
		Migajón arenoso	Bajo	1,312		
2	1,518.11	Migajón arenoso	Alto	0	88	0.942
		Migajón arenoso	Medio	88		
		Migajón arenoso	Bajo	1,430		
3	1,828.40	Migajón arenoso	Alto	73	1306	0.285
		Migajón arenoso	Medio	1,233		
		Migajón arenoso	Bajo	522		
4	2,279.53	Migajón arenoso	Alto	0	567	0.751
		Migajón arenoso	Medio	567		
		Migajón arenoso	Bajo	1,713		

Fuente: elaboración propia

### 6.3.2.6. Factor de corrección por accesibilidad

#### 6.3.2.6.1. Factor de corrección por accesibilidad para sitios de uso público.

Se usan los valores de las pendientes mayores a 10% que corresponden a un nivel medio y mayor a 20% a un nivel alto. Las secciones resultantes se sumaron obteniendo la magnitud limitante de la variable, la cual al dividirla entre la longitud total resulta el factor limitante, y al restárselo a la unidad se obtuvo el factor de corrección.

Como se muestra en el Cuadro 25, el área con mayor superficie limitante es el área 6 con 4.90 hectáreas de las 8.171 hectáreas disponibles; las áreas 1, 2 y 3 tienen un factor de corrección de

0.5; el área 4 tiene una superficie limitante de 22.06 hectáreas con un factor de corrección de 0.6 y por último el área 5 no tiene superficie limitante por lo que el factor es 1.

**Cuadro 24. Factor de corrección de accesibilidad por área de uso público**

Área	Superficie (ha)	Superficie limitante (ha)	Factor de corrección
1	11.087	5.54	0.5
2	49.946	24.97	0.5
3	3.671	1.84	0.5
4	55.141	22.06	0.6
5	2.531	0.00	1
6	8.171	4.90	0.4

Fuente: elaboración propia

#### **6.3.2.6.2. Factor de corrección por accesibilidad para las pistas de ciclismo.**

Se usan los valores de las pendientes mayores a 10% que corresponden a un nivel medio y mayor a 20% a un nivel alto. Las secciones resultantes se sumaron y se obtuvo la magnitud limitante de la variable, la cual al dividirla entre la longitud total resulta el factor limitante, y al restárselo a la unidad resulta el factor de corrección. Las pendientes se tomaron a lo largo de cada pista, por lo regular a cada quiebre de esta. Los resultados de cada pista varían ya que la pista 3 y 4 comienzan desde la parte alta y la pista 1 y 2 desde la parte media.

Para la pista 1, las pendientes no rebasan el 10%, por lo que el resultado del factor de corrección es 1, en el caso de la pista 2, son 88 m teniendo un factor de corrección de 0.94, en cambio para la pista 3, la cual tiene secciones con alta dificultad para circular son 1,306 metros limitantes, teniendo un factor de corrección de 0.28, y para la pista cuatro se obtuvieron 293 metros con un factor de corrección de 0.87.

**Cuadro 25. Factor de corrección de accesibilidad por pista de ciclismo**

Pista	Longitud (m)	Criterio de erodabilidad	Longitud por criterio (m)	Longitud limitante (m)	Factor limitante
1	1,312.05	Alto	0	0	1
		Medio	0		
		Bajo	1,312		
2	1,518.11	Alto	0	88	0.942
		Medio	88		
		Bajo	1,430		
3	1,828.40	Alto	62	1306	0.285
		Medio	1,244		
		Bajo	522		
4	2,279.53	Alto	0	293	0.871
		Medio	293		
		Bajo	1,987		

Fuente: elaboración propia

Al tener los factores de cada componente, se hace una multiplicación directa de la capacidad de carga física por cada uno de estos obteniendo así la capacidad de carga real.

### 6.3.2.7 Capacidad de Carga Real para sitios de uso público

En el Cuadro 28 se muestran los resultados para CCR según los factores anteriormente calculados, el área que tiene mayor capacidad es el área 4 con 19,749.37 personas por día y el área 2 con 15,528.41 personas por día, estas debido a que la superficie es mayor a las demás áreas y los factores de corrección no afectan significativamente; el área que tiene menor capacidad es el área 3 con un total de 913.06 visitantes por día.

**Cuadro 26. Resumen de factores y capacidad de carga real para sitios de uso público**

Área	CCF	Factor de corrección						CCR
		FCp	FCls	FCct	FCer.	FCac	FCfs	
1	558,581.68	0.50	0.65	0.73	0.50	0.50	0.08	2,757.59
2	2,516,363.36	0.50	0.65	0.73	0.63	0.50	0.08	15,528.41
3	184,951.15	0.50	0.65	0.73	0.50	0.50	0.08	913.06
4	2,778,096.18	0.50	0.65	0.73	0.60	0.60	0.08	19,749.37
5	127,516.03	0.50	0.65	0.73	1.00	1.00	0.08	2,518.07
6	411,668.70	0.50	0.65	0.73	0.40	0.40	0.08	1,300.68

Fuente: elaboración propia

### 6.3.2.8. Capacidad de Carga Real para pistas de ciclismo

En el Cuadro 28, se presentan los resultados para CCR, los factores influyen de manera considerable a la cantidad de personas por día, resulta para la pista 1 un total de 1,524.44 ciclistas por día y la pista 2 con 1,252.23 ciclistas por día, estas dos pistas son las que tienen mayor capacidad ya que no se ven afectadas considerablemente por los factores de accesibilidad y



erodabilidad; en cambio para la pista 3 y 4 si se ven afectado por los factores de erodabilidad y accesibilidad ya que empiezan desde la parte alta de la reforestación.

**Cuadro 27. Resumen de factores y capacidad de carga real para pistas de ciclismo**

Pista	CCF	Factor de corrección						CCR
		FCp	FClS	FCct	FCer.	FCac	FCfs	
1	28,865.17	0.50	0.65	0.73	1	1	0.08	1,524.44
2	26,718.67	0.50	0.65	0.73	0.942	0.942	0.08	1,252.23
3	20,112.39	0.50	0.65	0.73	0.285	0.285	0.08	86.49
4	20,059.88	0.50	0.65	0.73	0.751	0.751	0.08	597.93

Fuente: elaboración propia

### 6.3.3. Capacidad de manejo

Este último paso es para saber el límite máximo de visitas, con la capacidad que tiene la estancia encargada para ordenarlas y manejarlas, es decir, la capacidad para cumplir a cabalidad con sus funciones y objetivos. Para saber el valor de la capacidad de manejo se diseñó un cuestionario el cual se aplicó a los encargados de manejar el área natural protegida PROFAUNA, A.C. y a la UAAAN ya que los terrenos donde se hizo el estudio es parte de la universidad.

El cuestionario consta de 22 preguntas, los resultados de este cuestionario se muestran en el Anexo 3. Para las respuestas 0 es igual a NO y 1 es igual a SI. PORFAUNA, A.C. tiene una capacidad de manejo de 0.173 y por parte de la UAAAN tiene una capacidad de manejo de 0.086, estos dos factores al promediarlos da una capacidad de manejo de 0.130.

### 6.3.4. Capacidad de carga efectiva (CCE)

Como se puede observar en el Cuadro 30, la capacidad de manejo del área total es de 0.13, así mismo, se visualiza que las áreas con mayor CCE son la 4 con 2,576 personas por día y la 2 con 2,025 personas por día; mientras que el área 3 es la que presentó la menor CCE con 119.09 personas por día. A diferencia de la CCF la CCE se ve influenciada no nada más por la superficie como es el caso de la CCF sino que también está relacionada con los factores de erodabilidad y accesibilidad calculados para la CCR, los cuales se pueden observar en el Cuadro 29.

**Cuadro 28. Capacidad de carga efectiva por sitio de uso público**

Áreas	Capacidad de Manejo	Capacidad de carga Efectiva
1		359.68
2		2,025.44
3		119.09
4	0.130	2,576.00
5		328.44
6		169.65

Fuente: elaboración propia

En el Cuadro 30 se observa que la pista con mayor CCE de ciclistas por día es la pista 1 ya que tiene la capacidad de 198.840 ciclistas por día y la pista 2 con una capacidad de 163.334 ciclistas por día, esto se debe a que se encuentra en la parte baja y la parte media de la reforestación, lo que hace que la pérdida de suelo y accesibilidad no afecten al deterioro del área según la metodología; la pista 4 tiene una CCE de 78 ciclistas por día y la pista con menor capacidad es la pista 3 con 11.282 visitas por día.

**Cuadro 29. Capacidad de carga efectiva por pista de ciclismo**

Pistas de Ciclismo	Capacidad de Carga Real	Capacidad de Manejo	Capacidad de carga Efectiva
1	1,524.442		198.840
2	1,252.229	0.130	163.334
3	86.492		11.282
4	597.931		77.991

Fuente: elaboración propia

## VII. CONCLUSIONES

Para conocer la DAP de los visitantes se aplicaron en valoración contingente dos métodos de estimación para la variable DAP dicotómica y dos para la variable DAP monetaria, con la finalidad de conocer en que situaciones el visitante tendría mayor o menor disposición a pagar, resultado para la variable DAP dicotómica que el modelo Probit es el mejor, obteniendo como variables significativas el medio de transporte y grado de satisfacción, es decir, de los visitantes que llegan al área reforestada en auto particular es más probable que tengan una disposición a aportar positiva que aquellos que llegan por cualquier otro medio, en el caso del grado de satisfacción, mientras más agradable encuentren el área habrá más probabilidad de disposición a pagar. En el uso de la variable DAP monetaria como variable dependiente, el modelo que mejor ajusta es el realizado con Tobit, se encontró como variables significativas el tiempo de traslado, ingreso mensual, motivos de la visita, medio de transporte y el grado de satisfacción. Los resultados obtenidos con estos modelos permiten describir la disposición a pagar, según las características de los visitantes.

Para costos de viaje se utilizó la variable visitas por mes como variable dependiente en el modelo Poisson, resultó que todas las variables obtenidas de la matriz de correlación son significativas, donde solo la edad y el número de personas con las que vive el visitante son positivas, y con signo negativo la frecuencia de la visita, el grado de satisfacción y el costo de viaje; estas variables reflejan en qué condiciones el visitante podría dejar de visitar el área o bien aumentar el número de visitas.

El valor económico con la metodología de valoración contingente, se encontró que el valor económico es de \$501,175,654.17 MXN, usando el promedio de la DAP monetaria y la población de Saltillo, ya que no se cuenta con información que tenga un control de los visitantes; para costos de viaje se usó el parámetro obtenido del modelo de Poisson, obteniendo con este un excedente del consumidor de \$21,084.14, un valor de uso de \$21,174.33 MXN y un valor de uso anual de \$492,426.50 MXN.

Además de la valoración fue posible caracterizar a los visitantes, encontrando que la mayoría de los son del género masculino, tienen estudios a nivel licenciatura, practican ciclismo de

montaña, además la mayoría tienen una disposición a contribuir para la mejora y conservación del área.

En el caso de la capacidad de carga ecoturística se estimaron las visitas que tiene la reforestación de soportar por diariamente, dependiendo de las condiciones físicas, biológicas y sociales; las áreas sometidas al estudio se dividieron en sitios de uso público y pistas de ciclismo, siendo estas últimas las más concurridas y las que mayor limitación tienen por las condiciones en las que se encuentran, por lo que reducen significativamente el número de visitas por día.

Los resultados obtenidos cumplen con los objetivos propuestos, además de mostrar las problemáticas existentes en el área mediante la elaboración de cartografía con los puntos críticos, ya sea por acumulación de basura, uso de fogatas, etc., esto en base a recorridos, evidencias fotográficas e incendios.

El área de la reforestación pertenece a terrenos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y está dentro de la poligonal del programa de manejo de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra Zapalinamé; lo que hace responsable a la Universidad de la elaboración de un programa de manejo que no solo incluya la reforestación sino toda la superficie forestal que posee.

La información generada servirá en la toma de decisiones para regular el número de visitas en determinado tiempo y definir espacios para las diferentes actividades que se realizan, logrando cumplir con uno de los principales objetivos de las áreas naturales protegidas que es el aprovechamiento sustentable de las actividades. Además si se aprovechan las visitas se estaría aportando información valiosa para la estimación de un costo de ingreso al área para cubrir costos de operación. También se aporta información de los lugares más afectados por las actividades realizadas, para en determinado momento se atiendan.

## VIII. RECOMENDACIONES

Elaborar un programa de manejo integral que incluya el manejo del fuego, plagas y enfermedades, monitoreo de flora y fauna, actividades de conservación y restauración de los componentes físicos y biológicos, educación ambiental y aprovechamiento sustentable de las actividades realizadas.

Que el programa de manejo sea elaborado y ejecutado por algún departamento de la universidad que tenga la capacidad y que a su vez se apoye con otros especialistas de los demás departamentos logrando así la integración universitaria para un fin común. Los alumnos podrían participar al dar seguimiento con prácticas de campo y participen en situaciones reales en pro de la universidad.

Aprovechar las visitas para autofinanciamiento, y obtener beneficios económicos en el desarrollo de las directrices y acciones de protección y reducción de impacto por actividades turísticas.

Buscar acuerdos con las autoridades municipales para atender las problemáticas de vandalismo, depósito de basura, daños al cercado perimetral e incendios generados en las colindancias con la colonia Parajes de Santa Elena.

Gestionar apoyo al gobierno municipal, empresas u organizaciones en el caso de no ser suficiente los recursos que la universidad aporte.

Para futuros análisis de capacidad de carga o similares que incluya la pérdida de suelo, debe considerarse más variables como tipo de vegetación y cobertura.

## IX. LITERATURA CITADA

- Almendarez, Marco Antonio, Ismael Sánchez, Verónica María, y César Salinas. (2016). “Propuesta de Cuotas para Conservación de un Área Natural Protegida de México.” 24(47): 95–120.
- Amparo, Sancho. (2014). “Introducción al Turismo.” : 394.
- Aruquipa, M. B., (2015). Optimización del Circuito Turístico Valle de la Luna de la Ciudad de la Paz mediante el análisis de la satisfacción del Turista. Valle de Luna, la Paz, Bolivia. Instituto de Investigación, Postgrado e interacción Social de Turismo. Disponible en: <http://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/6613>
- Azqueta, Diego, Mauricio Alviar, Lilia Domínguez, y Ó Raul Ryan. (2007). *Introducción a La Economía Ambiental*. 2nd ed. ed. McGraw-Hill. España.
- Bosch, M Eugenia Van Den, Diego Tello, Laura Alturria, y Laura Abraham. (2017). “Valoración Del Uso Recreativo Del Paisaje de Oasis de Luján de Cuyo Y Maipú Mediante El Modelo Double Bound en R.” : 166–79.
- Canavos, George C. (1998). *Probabilidad y Estadística, Aplicaciones y Métodos*. ed. Mc Graw Hill.
- Castillo, M. E., Samir Sayadi, y Felisa Ceña. (2008). “El Valor del uso Recreativo del Parque Natural Sierra de María-Los Velez ( Almería ).” 8: 49–72.
- Cayo, Velazquez Noemí. (2014). “Valoración Económica Ambiental Segun la Disponibilidad a Pagar de los Turistas por el Turismo Rural Vivencial en la Isla Taquile-2013.” Universidad Nacional del Altiplano.
- Cifuentes, Miguel. (1992). “Determinacion de Capacidad de Carga Turistica en Areas Protegidas.” *Turialba (Costa Rica): CATIE*: 23.
- Cifuentes, M., Mezquita C. A., Méndez, J., Morales, M. E., AguilarN., Cancino, D., Gallo, M., Ramírez, C., Ribeiro, N. Sandoval E., Turcios, M., (1999). Capacidad de Carga Turística de las Áreas de Uso Público del Monumento Nacional Guayabo Costa Rica. Costa Rica. Disponible en: [http://awsassets.panda.org/downloads/wwfca\\_guayabo.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/wwfca_guayabo.pdf)
- CNA Comisión Nacional del Agua. (1998). “Cuencas Hidrológicas. 1:250000.” *México*. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- Cochran, William G. (1971). *Técnicas de Mustreo*. 1st ed. ed. Compañía editorial continental. México, D.F.

- CONABIO Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2011). “Subcuencas Hidrológicas. 1:1000000.” *México*. Disponible en : <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- CONABIO Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (1998). “Climas. 1:1000000.” Disponible en : *México I*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- CONAGUA Comisión Nacional del Agua. (2007). “Regiones Hidrológicas. 1:250000.” Disponible en: *México*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- CONANP. (2010). “Ficha de Identificación Bison Bison.” (Lc): 1–4.
- CONANP. (2017). “Áreas Naturales Protegidas de México.” *Biodiversidad Mexicana*: 5. Disponible en: [http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/anps\\_decretadas/lista\\_anps.pdf](http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/anps_decretadas/lista_anps.pdf).
- CONANP, y SEMARNAT. (2007). “Programa de Turismo en Áreas Protegidas 2006-2012.” : 18.
- De la Cruz, A. C. E. (2015). Estimación de la Capacidad de Carga ecoturística de Seis Senderos del Área Recreativa Cañón de San Lorenzo . Saltillo Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7745?show=full>
- Díaz, Pértegas, y Pita Fenández. (2001). “La Distribución Normal.” : 12.
- Dias e cordeiro, I., Körössy, N., Fragoso, V. S., (2012). Determinación de la Capacidad de Carga Turística, el caso Playa de Tamandaré – Pernambuco – Brasil. (21), 1630-1645, Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-17322012000600015](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17322012000600015)
- DOF. (2017a). “Decreto del Ejecutivo Estatal por el que se Establece como Reserva Natural Voluntaria el Área ‘Cuatro Gorriones’, en el Municipio de Saltillo, del Estado de Coahuila de Zaragoza.”
- DOF (2017b). “Decreto del Ejecutivo Estatal por el que se Establece como Reserva Natural Voluntaria el Predio ‘El Palmar’, Ubicado en el Municipio de Saltillo, Coahuila de Zaragoza.”
- DOF (2017c). “Decreto por el que se Declara como Área Natural Protegida con Caracter de Parque Estatal al Bosque Urbano, Ejercito Mexicano.”
- DOF (2017d). “Decreto por el que se Declara la Reserva Natural Estatal ‘Guadalupe Victoria’, en Saltillo, Coahuila de Zaragoza.”
- Escobar, Luis Alfonso, y Alejandra Erazo. (2006). “Valoración Económica de Los Servicios

- Ambientales Del Bosque de Yotoco: Una Estimación Comparativa de Valoración Contingente y Coste de Viaje.” 9: 15.
- Fenández, Alfonso. (2005). *Econometría*. ed. Pearson Prentice Hall. Madrid, España.
- Field, Barry C. (1999). *Economía Ambiental, Una Introducción*. 1st ed. ed. McGraw-Hill. Colombia.
- Gándara, Guillermo. (2006). “Valoración Económica de los Servicios Recreativos Del Parque Ecológico Chipinque.” : 1–14. Disponible en: <http://www.mty.itesm.mx/egap/deptos/cee/cieds/2006-4.pdf>.
- García, Claudia. (2017). “Valoración Económica del Uso Recreativo Del Cañón de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila.” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Gonzalez, Cecilia Lizbeth Mata. (1999). “Abundancia Relativa de Mamíferos Terrestres Grandes y Medianos en el Área Reforestada de la Sierra de Zapallinamé, Coahuila México.”
- González, Jose Eduardo. (2017). “Aplicación Del Método de Valoración Contingente en el Centro Cultural Comunitario San Andrés en Guadalajara, México.” *Córima, Revista de Investigación en Gestión Cultural*.
- Hair, Joseph F., Rolph E. Anderson, Ronald L. Tatham, and William C. Black. (1999). *Análisis Multivariante*. 5th ed. ed. Pearson Prentice Hall. Madrid, España.
- Hamett, Donald L., y James L Murphy. (1987). *Introducción al Análisis Estadístico*. ed. Addison-Wesley Iberoamericana. México.
- Hidalgo, Amalia, Rafael E. Hidalgo, y Madueño J. A. Cañas. (2013). “Estimación del Valor Económico que Generan los Parques Periurbanos de La Sierrezuela y Los Villares en la Ciudad de Córdoba , España.” 52: 178–204.
- Hidalgo, Amalia, Rafael E. Hidalgo, Madueño J. A. Cañas, and Cañete Bernabéu. (2014). “Valoración del Uso Recreativo del Parque Natural Sierra de Hornachuelos (Cordoba, España).” 39: 172–79.
- Ibañez, P. R., (2016). Capacidad de carga turística como base para el manejo sustentable de actividades ecoturísticas en Unidades de Manejo Ambiental (UMA) de Baja California Sur (BCS). Toluca, México. *El Periplo Sustentable*. (30), 37-76. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/eps/n30/1870-9036-eps-30-00037.pdf>
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2013). “Uso de Suelo y Vegetación. Disponible en: 1:250000.” *México*. <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.



- INEGI (2014). “Conjunto de Datos Vectoriales Edafológicos. 1:250000.” *México*. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>.
- Jesus, Rodriguez, Pierdant Alberto, y Cristina Rodríguez. 2008. *Estadística para Administración*. 1st ed. ed. Grupo Editorial Patria. México.
- Juarez, A Samos, y R Bernabeu. (2011). “Valoración del Uso Recreativo del Parque Natural de los Calares del Mundo y de La Sima ( Albacete , Castilla-La Mancha ).” 20(2): 278–92.
- Labandeira, Javier, Camelo J. León, y María Xosé. (2007). *Economía Ambiental*. ed. Pearson Prentice Hall. Madrid, España.
- Larqué, Bertha Sofía, Ramón Valdivia, Fabián Isaias, y José Luis Romo. (2004). “Valoración Económica de los Servicios Ambientales del Bosque del Municipio de Ixtapaluca, Estado de México.” *Revista Internacional de Contaminación Ambiental* 20: 193–202.
- Levi, Jean P, y Jesus Varela.( 2003). *Análisis Multivariable para Las Ciencias Sociales*. ed. Pearson Prentice Hall. Madrid, España.
- LGEEPA. (2012). “Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.”:1–78.
- Lohr, Shanon L. (2000). *Muestreo: Diseño y Análisis*. ed. International Thomson Editores. México.
- Lorenzo, Conzuelo, y Magaly Ruiz. (2013). “Coociendo y Conservando Lagomorfos Mexicanos.” : 22–25.
- Machín, M. M., y S. A. Hernández. (2008). “Enfoque de la Valoración Económica Ambiental en Áreas Protegidas. Su Aplicación en el Parque Nacional Viñales, República de Cuba.” 3: 1–14.
- Macias, Ubaldo. (2015). “Perfil del Ecoturista que Visita Cañon de Amargos, Arteaga y Cañon de San Lorenzo, Saltillo, Coahuila.” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Martínez, Adan. (2005). “El Valor Consuntivo del Desierto de Los Leones.” *Gaceta Ecológica*: 51–64.
- Martínez, Alier, y Jordi Roca. (2001). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. 2nd ed. ed. Fondo de Cultura y Economía. México.
- Mendenhall, William, Roberto J. Beaver, y Bárbara M. Beaver. (2010). *Introducción a la Probabilidad Y Estadística*. 13th ed. ed. Learnirg CENAGE. México.
- Mochon, Francisco. (2010). *Principios de Economía*. 4th ed. ed. Mc Graw Hill. México.
- Morales, Luis, y Clara Mendoza. (2013). “Manejo de Felinos en Cautiverio.” *Journal of*

- Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–99.
- Moreno, Jaime Alberto. (2004). “Utilización Del Método del Costo de Viaje Para la Valoración Económica de Los Parques Recreativos Caso Práctico: Valoración Del Parque Forestal Recreativo ‘Puente Sopó’.” *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1689–99.
- Nahuelhual, Laura, y Daisy Nuñez. (2010). “Beneficios Económicos de la Recreación En Áreas Protegidas Públicas Del Sur de Chile \*.” 19: 703–21.
- Nolasco, Andreu. (2016). Estadística Avanzada en Ciencias de la Salud: Modelos lineales. Repositorio Institucional de la Universidad de Alicante Universidad de Alicante. Disponible en: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/60678/1/Estadistica-Avanzada-en-Ciencias-de-la-Salud\\_Modelos-lineales.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/60678/1/Estadistica-Avanzada-en-Ciencias-de-la-Salud_Modelos-lineales.pdf)
- OMT. (2010). *Recomendaciones Internacionales para Estadísticas de Turismo 2008*. Disponible en: [http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/Seriesm\\_83rev1s.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesM/Seriesm_83rev1s.pdf).
- Ortega, Manuel, Irma Pinkus, y Moreno Espitia. (2015). *Las Áreas Naturales Protegidas y La Investigación Científica En México*. Morelia, Michoacan, México.
- Oviedo, José Luis. (1980). “Inventario de Las Alternativas de Transformación de Especies Forestales de la Sierra Zapaliname. Antecedentes, UAAAN, Saltillo, Coahuila México.” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Pearce, David W. (1985). *Economía Ambiental*. 1st ed. ed. Fondo de Cultura Económica.
- Pérez, Cesar. (2004). *Técnicas de Análisis Multivariante de Datos y Aplicaciones con SPSS*. ed. Pearson Prentice Hall. Madrid, España.
- Pérez, Gilgardo. (2008). “Valoración Económica Mediante los Métodos del Costo de Viaje y de Valoración Contingente del Área de Protección de Flora y Fauna de Cuatrociénegas, Coahuila. (APFFCC).” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Pérez, Mónica. (2014). *La Guía del Ecoturismo o Cómo Conservar la Naturaleza Atraves del Ecoturismo*. 2nd ed. ed. Ediciones Mundi Prensa. España.
- Periódico Oficial. (1997). *Decreto Por el que se Declara Area Natural Protegida, con el Caracter de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Una Área de la Sierra Zapalinamé*. Saltillo, Coahuila. Disponible en: <http://www.sema.gob.mx/descargas/legal/decretos/SegundaPublicacionANPZapaliname.PDF>.
- Picher, Fernandez A. C., Jiménez J. Gómez, y Serrano J. Montero. (2000). “Hacia Una

- Integración Efectiva del Estudio del Paisaje y su Valoración Económica en la Planificación Territorial.” : 1735–50.
- PROFAUNA, Protección de la Fauna Mexicana A.C. (2008). “Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé 2008-2012.” : 120. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/bios/docs/programa\\_quinquenal\\_2008-2012.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/bios/docs/programa_quinquenal_2008-2012.pdf).
- Protección de la Fauna Mexicana A.C. (2008). “Zona Sujeta a Conservación Ecológica Sierra de Zapalinamé 2008-2012.” : 120. Disponible en: [http://www.biodiversidad.gob.mx/bios/docs/programa\\_quinquenal\\_2008-2012.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/bios/docs/programa_quinquenal_2008-2012.pdf).
- Puente, S. E. D., Pérez, R. C. A., Solís, B. C. A. (2011). Capacidad de Carga en Senderos Turísticos del Centro de Cultura para la Conservación Piedra Herrada, México. Quivera, (13), 93-114. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/401/40119956005.pdf>
- Pupo, Luis Carlos. (2012). “Economic Valuation of Recreational Tourist Attractions: The Case of the Bay of Santa Marta, El Rodadero and Taganga (Colombia).” *Revista de Economía del Caribe* 2106(10): 233–56. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2011-21062012000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2011-21062012000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=es).
- Riera, Pere. (1994). “Manual de Valoración Contingente.” : 1–112. Disponible en: <http://herzog.economia.unam.mx/profesores/blopez/valoracion-manual.pdf>.
- Rodríguez, Jesus, Alberto Pierdant, y Cristina Rodríguez. 2008. *Estadística para Administración*. 1st ed. ed. Grupo Patria Editorial.
- Rodríguez, Sintia. (2013). “Estimación de Abundancia Relativa de Mamíferos Terrestres, Grandes y Medianos Mediante Fototrampeo en el Área de la Reforestación Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Sánchez, Ismael, Marco Antonio Almendarez, María Verónica Morales, y Cesar Augusto Salinas. (2012). “Valor de Existencia del Servicio Ecosistémico Hidrológico en la Reserva de la Biosfera Sierra La Laguna, Baja California Sur, México.” 25: 97–129.
- Sánchez, José. (2008). “Disponibilidad a Pagar por la Conservación del Bosque Amazonico por Parte de Usuarios Indirectos.” 45(71): 57–83.
- Sarango, Claudia Guillermina. (2001). “Valoración Económica del Servicio Ambiental Recreativo – Turístico Del Parque Naciones Unidas , Tegucigalpa , Honduras.”
- Sarukhán, José et al. (2009). “Capital Natural de Mexico. Síntesis: Conocimineto Actual y

- Perspectivas de Sustentabilidad.” *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*: 104.
- Schmidt, Stephen J. (2000). *Econometría*. (1st ed). ed. McGraw-will. D.F., México.
- SECTUR. (2004). *Turismo Alternativo una Nueva Forma de hacer Turismo*. 2nd ed. D.F, México.
- SECTUR (2014). “Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas.” : 152.
- SEMARNAT. (2012). *Informe de la Situación del Medio Ambiente en Mexico*. México.
- Sepúlveda, Vargas R. D. (2008). “Valoración Económica del Uso Recreativo Del Parque Ronda Del Sinú, Colombia.” (10): 67–90.
- Sevilla, Valentín. (2004). “Valoración Económica del Parque Recreativo Venustiano Carranza Aplicando los Métodos del Costo de Viaje y de Valoración Contingente.” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Siles, Nilda Patricia. (2007). “Valoración Económica del Uso Recreativo de los Servicios Ambientales en Áreas Protegidas : Parque Nacional Sajama.” : 2.
- Spiegel, Murray R. (2009). *Estadística*. 4th ed. ed. Mc Graw Hill. México.
- Sunun, William A. (2014). “Aplicación del Método de Valoración Contingente para la Valoración Económica del Uso Recreativo en el Parque Nacional Laguna Del Pino, Barberena, Santa Rosa.” Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Tudela, M., Giménez, A. I., (2008) “Determinación de la Capacidad de Carga Turística en Tres Senderos de Pequeño Recorrido en el Municipio de Cehegín (Murcia)” Cuadernos de Turismo.(22): 211-229. Disponibles en: [http://www.redalyc.org/pdf/398/Resumenes/Abstract\\_39811554010\\_2.pdf](http://www.redalyc.org/pdf/398/Resumenes/Abstract_39811554010_2.pdf)
- Urcelay, Enrique. (2015). “Departamento de Economía Y Ciencias Sociales Valoración de Los Beneficios Recreativos de los Parques Naturales Mediante el Método del Coste del Viaje . Una Aplicación Al Eco-parque ‘Xcaret’ . (México).” Universidad Politécnica de Valencia.
- Del Valle, Andrea. (2005). “Evaluación Económica de Los Servicios Ambientales de la Reserva Altos de Lircay a Traves del Método de Valoración Contingente.” Universidad de Chile.
- Vallejos, Lorena María. (2014). “Valoración Económica del Ecoturismo como una Actividad Viable para el Desarrollo Sustentable de las Áreas Protegidas del Ecuador (AP).” : 130.
- Vaughan, Andrea Sánchez. (2014). “Carnívoros de Jalisco.” : 35.
- Wackerly, Dennis D., William Mendenhall, and Richard L. Scheaffer. (2011). *Estadística*

*Matemática con Aplicaciones.* (7th ed). ed. Cengage Learning.

Zamorano, Manuel Francisco.(2007). *Turismo Alternativo. Servicios Diferenciados.* 2nd ed.  
México.

Zavala, Roberto. (2011). *Estadística Básica.* ed. Trillas. México.

**Anexo 1. Erodabilidad en base a pendiente y textura del suelo para sitios de uso público**

Área	Pendiente	Superficie	Secciones	Textura	Criterio
1	12	11.087	2.77175	Migajón arenoso	Media
	10		2.77175	Migajón arenoso	Media
	5		2.77175	Migajón arenoso	Baja
	7		2.77175	Migajón arenoso	Baja
2	7	49.946	6.24325	Migajón arenoso	Baja
	5		6.24325	Migajón arenoso	Baja
	10		6.24325	Migajón arenoso	Media
	6		6.24325	Migajón arenoso	Baja
	10		6.24325	Migajón arenoso	Media
	8		6.24325	Migajón arenoso	Baja
	10		6.24325	Migajón arenoso	Media
	11		6.24325	Migajón arenoso	Media
3	6	3.671	1.8355	Migajón arenoso	Baja
	10		1.8355	Migajón arenoso	Media
4	10	55.141	5.5141	Migajón arenoso	Media
	10		5.5141	Migajón arenoso	Media
	4		5.5141	Migajón arenoso	Baja
	5		5.5141	Migajón arenoso	Baja
	10		5.5141	Migajón arenoso	Media
	8		5.5141	Migajón arenoso	Baja
	11		5.5141	Migajón arenoso	Media
	9		5.5141	Migajón arenoso	Baja
	9		5.5141	Migajón arenoso	Baja
	9		5.5141	Migajón arenoso	Baja
5	4	2.531	2.531	Migajón arenoso	Baja
6	17	8.171	1.6342	Migajón arenoso	Media
	10		1.6342	Migajón arenoso	Media
	6		1.6342	Migajón arenoso	Baja
	11		1.6342	Migajón arenoso	Media
	7		1.6342	Migajón arenoso	Baja

Fuente: elaboración propia

**Anexo 2. Accesibilidad por pendiente de sitios públicos**

Área	Pendiente	Superficie	Secciones	Criterio
1	12	11.087	2.771	Media
	10		2.771	Media
	5		2.771	Baja
	7		2.771	Baja
2	7	49.946	6.243	Baja
	5		6.243	Baja
	10		6.243	Media
	6		6.243	Baja
	10		6.243	Media
	8		6.243	Baja
	11		6.243	Media
3	6	3.671	1.835	Baja
	10		1.835	Media
4	10	55.141	5.514	Media
	10		5.514	Media
	4		5.514	Baja
	5		5.514	Baja
	10		5.514	Media
	8		5.514	Baja
	11		5.514	Media
	9		5.5141	Baja
	9		5.5141	Baja
9	5.5141	Baja		
5	4	2.531	2.531	Baja
6	17	8.171	1.6342	Media
	10		1.6342	Media
	6		1.6342	Baja
	11		1.6342	Media
	7		1.6342	Baja

Fuente: elaboración propia

**Anexo 3. Encuesta aplicada a los encargados de la reforestación de la UAAAN**

		<b>Universidad Autónoma agraria Antonio Narro</b> <b>División de Agronomía</b> <b>Programa docente de la carrera de ingeniero Forestal</b>		
Cuestionario para conocer la capacidad de manejo de la asociación PROFAUNA A.C. y la UAAAN				
No.		Pregunta	PROFAUNA	UAAAN
	Investigación	¿Actualmente existe investigación en el área?	0	1
1	Atención al visitante	¿Cuenta con una oficina administrativa dentro de la reforestación?	0	0
2		¿Tiene sala de educación ambiental dentro de la reforestación?	0	0
3		¿Existe algún registro de los visitantes al área durante todo el año?	0	0
4		¿Existe un reglamento para personal administrativo y visitantes al área?	0	0
5		¿Posee sala de exposiciones dentro de la reforestación?	0	0
6	Áreas definidas para el visitante	¿Disponen de área de acampado definida dentro de la reforestación?	0	0
7		¿Cuentan con área de picnic?	0	0
8		¿Los senderos y pistas están habilitados?	0	0
9		¿Tienen lugares para depositar la basura?	0	0
10		¿Cuentan con baños?	0	0
11		¿Existen miradores en el área?	0	0
12		¿Los senderos, tienen sistema de drenaje?	0	0
13		¿Tienen señalización los senderos?	0	0
14		¿Cuentan con mapas de ubicación a la vista?	0	0
15		¿Tienen área de estacionamiento definida?	0	0
16	Seguridad del área y visitantes	¿Cuentan con plan de contingencia?	1	0
17		¿Cuentan con guardaparques todo el año?	1	0
18		¿Cuenta con guardias de seguridad dentro del área en todo el año?	0	0
19		¿Cuentan con una central de primeros auxilios?	0	0
20		¿Cuentan con equipo contra incendios forestales?	1	0
21		¿Existen brechas cortafuegos dentro del área?	1	1
22		¿Se tienen definidas zonas de manejo?	0	0



**Anexo 4. Estimaciones de Logit con la variable dependiente: DAP**

Variables	Modelos	
	(1)	(2)
Const	0.7621** (1.990) [0.0466]	0.8779** (2.384) [0.0171]
MEDTRANPS	0.7487 (1.576) [0.1150]	0.9732** (2.333) [0.0197]
PROCE	0.0517762 0.4786 (1.018) [0.3085]	0.0722367
GRADSAT	1.225** (2.804) [0.0050]	1.287** (2.990) [0.0028]
N	0.103872	0.112503
R <sup>2</sup> corregido	379	379
lnL	0.0941	0.0891
Akaike	-92.76	-93.27
	193.5258	192.5442

entre paréntesis los estadísticos t

valores p entre corchetes

\* indica significativo al nivel del 10 por ciento

\*\* indica significativo al nivel del 5 por ciento

Para logit y Probit, el R<sup>2</sup> es el pseudo-R<sup>2</sup> de McFadden

Fuente: elaboración propia

**Anexo 5. Estimaciones de MCO con la variable dependiente: DAPMON**

Variable	Modelos						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Const	-19.04 (-0.7844) [0.4333]	-18.97 (-0.7962) [0.4264]	-18.96 (-0.7960) [0.4265]	-16.84 (-0.7085) [0.4791]	-27.88 (-1.232) [0.2187]	-28.30 (-1.248) [0.2128]	-35.63 (-1.578) [0.1153]
GEN	-13.59 (-1.276) [0.2028]	-13.58 (-1.279) [0.2017]	-12.95 (-1.224) [0.2219]	-15.55 (-1.499) [0.1347]			
PROCE	0.1870 (0.01712) [0.9864]						
EDOCIV	-7.673 (-0.8100) [0.4185]	-7.676 (-0.8114) [0.4177]					
TIEMTRA	0.9031** (2.812) [0.0052]	0.9021** (2.855) [0.0045]	0.9013** (2.854) [0.0046]	0.8765** (2.779) [0.0057]	0.8524** (2.702) [0.0072]	0.8796** (2.786) [0.0056]	0.9832** (3.129) [0.0019]
ESCO	13.97** (2.286) [0.0228]	13.96** (2.295) [0.0223]	13.64** (2.248) [0.0252]	14.19** (2.345) [0.0196]	15.80** (2.648) [0.0084]	18.21** (3.145) [0.0018]	23.70** (4.472) [0.0000]
MOTIVVIS	13.05 (1.466) [0.1434]	13.07 (1.490) [0.1371]	13.08 (1.491) [0.1368]	13.82 (1.579) [0.1153]	14.14 (1.612) [0.1077]		
MEDTRAN PS	26.38** (2.026) [0.0435]	26.47** (2.208) [0.0279]	23.07** (2.054) [0.0406]	23.23** (2.068) [0.0394]	24.53** (2.187) [0.0294]	25.66** (2.287) [0.0228]	
ACOMPVIS	11.61 (1.292) [0.1972]	11.63 (1.304) [0.1931]	10.66 (1.207) [0.2282]				
GRADSAT	28.59** (2.355) [0.0191]	28.62** (2.382) [0.0177]	28.12** (2.344) [0.0196]	28.83** (2.404) [0.0167]	30.41** (2.542) [0.0114]	28.79** (2.410) [0.0164]	35.23** (3.018) [0.0027]
N	379	379	379	379	379	379	379
R <sup>2</sup> corregido	0.1029	0.1053	0.1061	0.1050	0.1020	0.0982	0.0880
lnL	-2194	-2194	-2195	-2195	-2197	-2198	-2200
Akaike	4408.611	4406.611	4405.285	4404.770	4405.053	4405.686	4408.948

entre paréntesis los estadísticos t

valores p entre corchetes

\* indica significativo al nivel del 10 por ciento

\*\* indica significativo al nivel del 5 por ciento

Fuente: elaboración propia

Anexo 6. Matriz de correlación con todas las variables obtenidas de la encuesta

EDAD	GEN	PROCE	EDOCIV	PERSVI	COLONIA	TIEMTRA	ESCO	INGREMEN	FRECVISITA	VISITMES	MOTIVVIS	TIEMVIS	MEDTRANPS	ACOMPVIS	CV	GRADSAT	DAP	MOTIVDAP	DAPMON	MOTIVNODAP	MEDPAGO	
1.00	-0.20	0.23	0.63	0.15	0.19	0.07	0.29	0.43	-0.12	0.12	0.19	-0.25	0.46	0.237	0.14	0.12	0.06	-0.03	0.06	0.00	-0.03	EDAD
	1.00	-0.06	-0.19	0.01	-0.15	0.05	-0.25	-0.32	0.17	-0.06	-0.09	0.10	-0.18	-0.24	-0.04	-0.11	0.00	-0.00	-0.14	0.02	-0.07	GEN
		1.00	0.20	0.13	0.14	-0.09	0.16	0.18	0.04	0.01	0.19	-0.17	0.44	0.15	-0.09	0.20	0.14	-0.13	0.11	0.11	0.06	PROCE
			1.00	0.22	0.17	0.02	0.25	0.38	-0.11	0.01	0.09	-0.20	0.43	0.19	0.04	0.16	0.09	-0.06	0.10	0.02	-0.04	EDOCIV
				1.00	-0.01	0.00	-0.13	0.03	0.03	0.12	0.01	0.04	0.09	0.00	0.04	0.01	0.03	-0.02	0.02	0.08	-0.00	PERSVI
					1.00	0.16	0.40	0.34	-0.00	-0.07	0.22	-0.13	0.33	0.12	0.00	0.06	0.04	-0.02	0.08	-0.00	-0.07	Colonia
						1.00	-0.10	-0.05	0.19	-0.20	0.02	-0.05	0.10	-0.07	0.45	0.07	0.04	-0.03	0.14	0.01	-0.08	TIEMTRA
							1.00	0.62	-0.13	-0.05	0.28	-0.21	0.40	0.17	-0.08	0.06	0.02	-0.00	0.21	-0.02	-0.00	ESCO
								1.00	-0.13	0.02	0.20	-0.16	0.42	0.25	0.00	0.06	0.08	-0.05	0.25	0.01	0.01	INGREMEN
									1.00	-0.15	-0.06	0.00	0.01	-0.14	0.00	0.08	0.00	0.01	-0.01	0.06	-0.06	FRECVISITA
										1.00	-0.00	0.17	-0.10	0.09	-0.10	-0.11	0.06	-0.05	0.04	0.01	0.09	VISITMES
											1.00	-0.10	0.16	0.11	-0.04	-0.04	0.03	-0.01	0.14	-0.03	0.04	MOTIVVIS
												1.00	-0.30	-0.06	-0.11	-0.23	-0.00	0.00	-0.06	0.04	-0.02	TIEMVIS
													1.00	0.102	0.21	0.24	0.17	-0.16	0.24	0.12	0.02	MEDTRANPS
														1.00	-0.16	0.07	0.00	-0.01	0.11	-0.03	0.05	ACOMPVIS
															1.00	0.03	0.06	-0.04	0.06	0.04	-0.04	CV
																1.00	0.21	-0.20	0.17	0.14	0.13	GRADSAT
																	1.00	-0.95	0.34	0.63	0.68	DAP
																		1.00	-0.32	-0.60	-0.65	MOTIVDAP
																			1.00	0.19	0.16	DAPMON
																				1.00	0.44	MOTIVNODAP
																					1.00	MEDPAGO

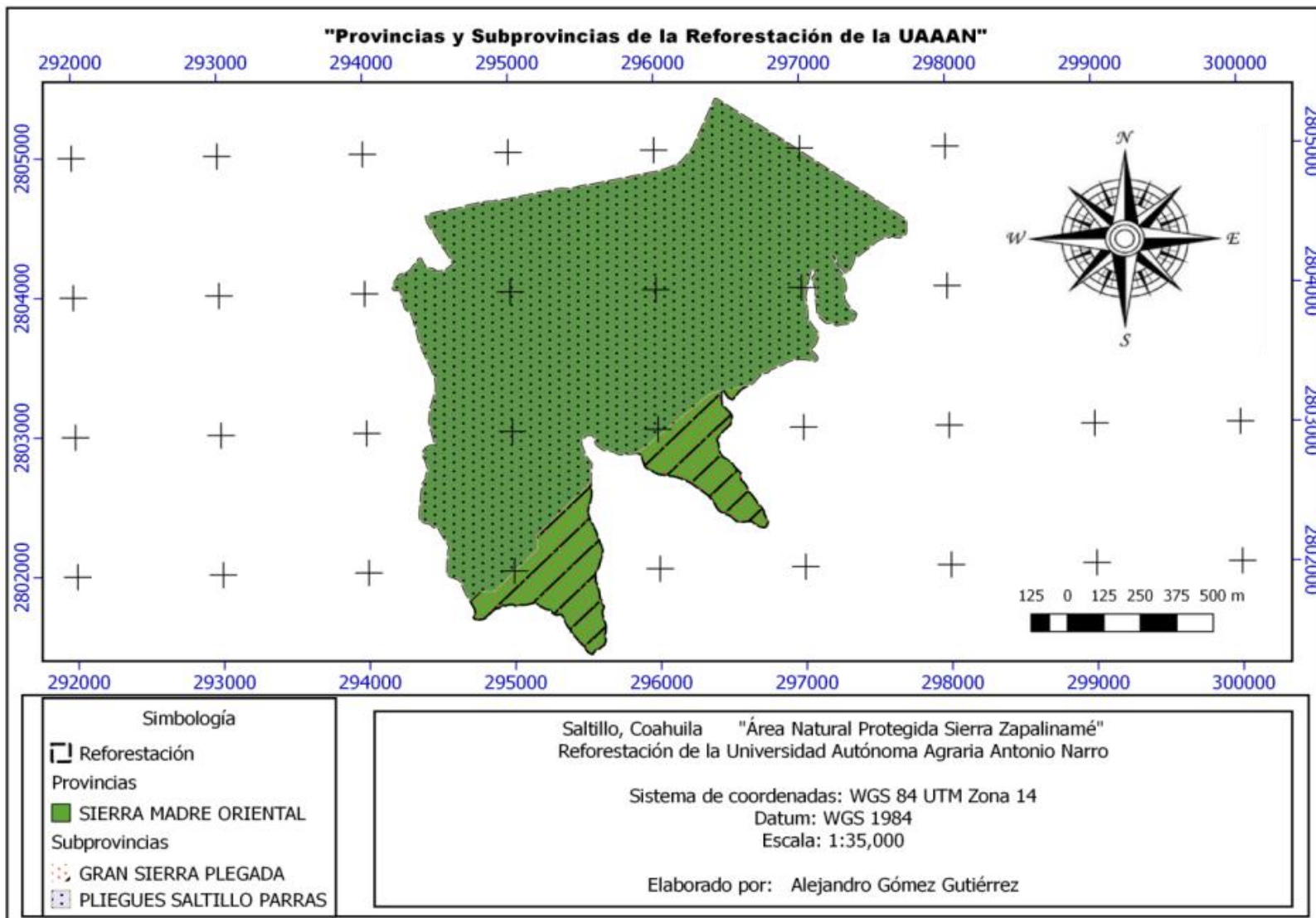


Figura 24. Plano de provincias y subprovincias

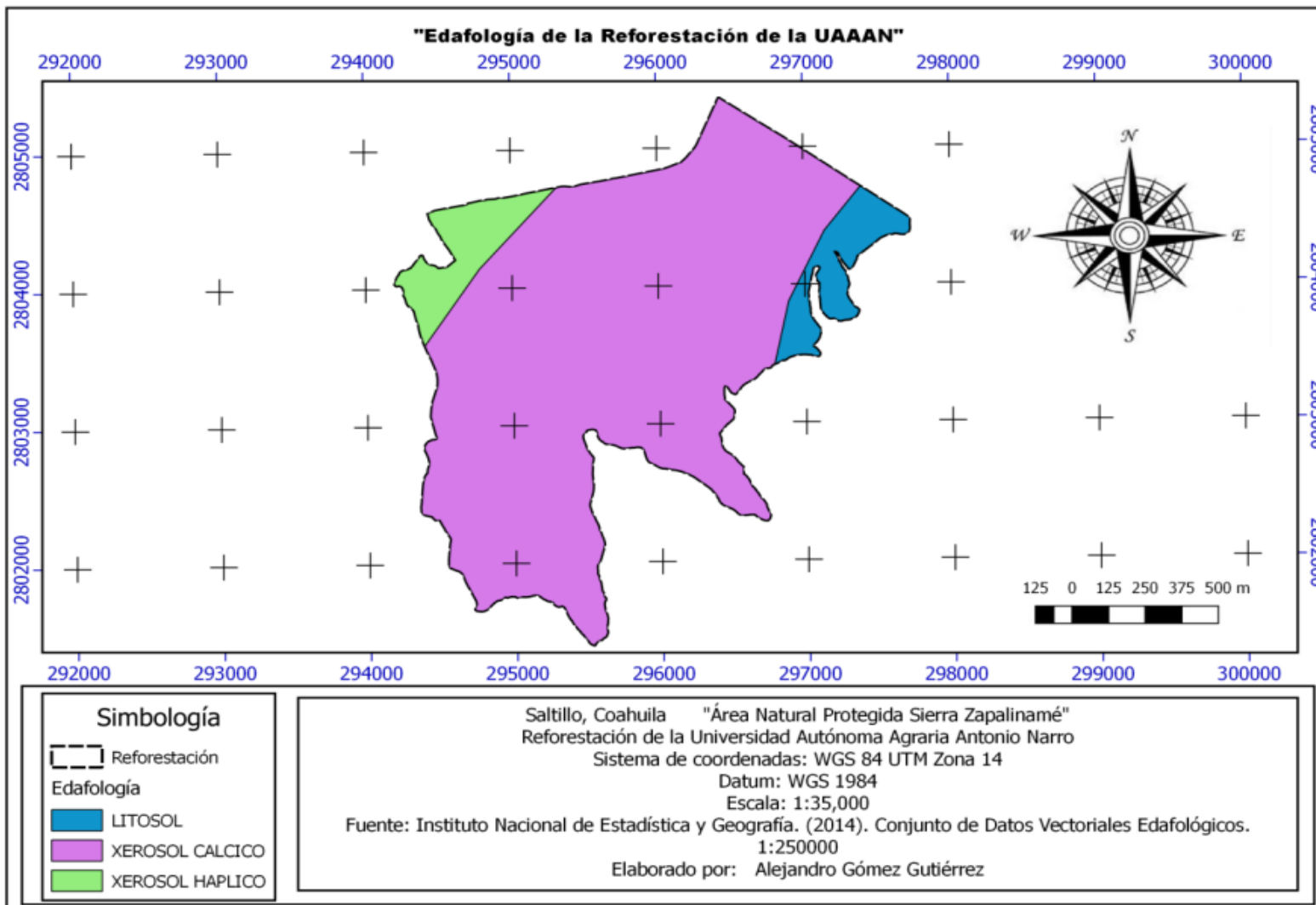


Figura 25. Plano de Edafología

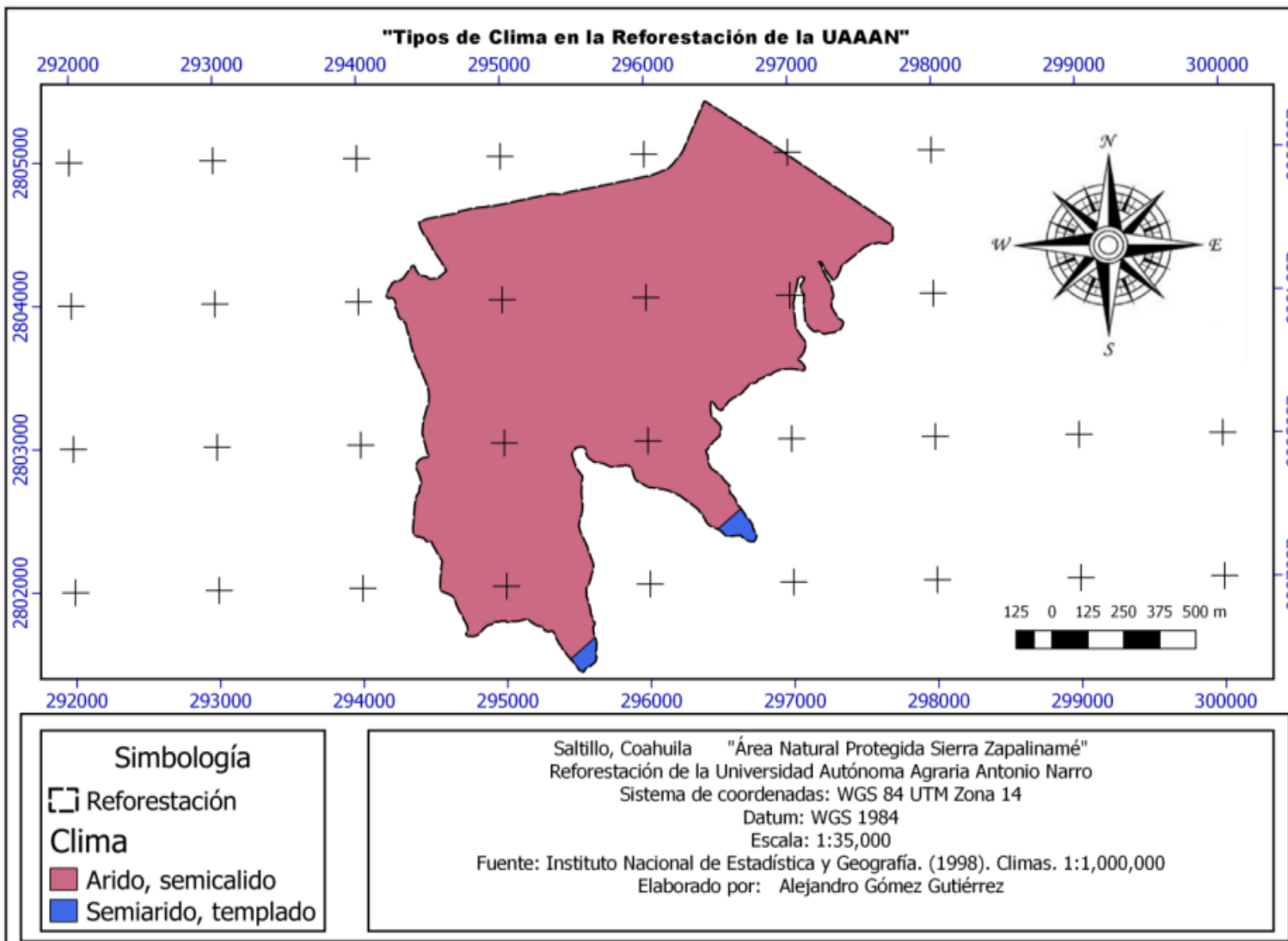


Figura 26. Plano de tipos de clima.

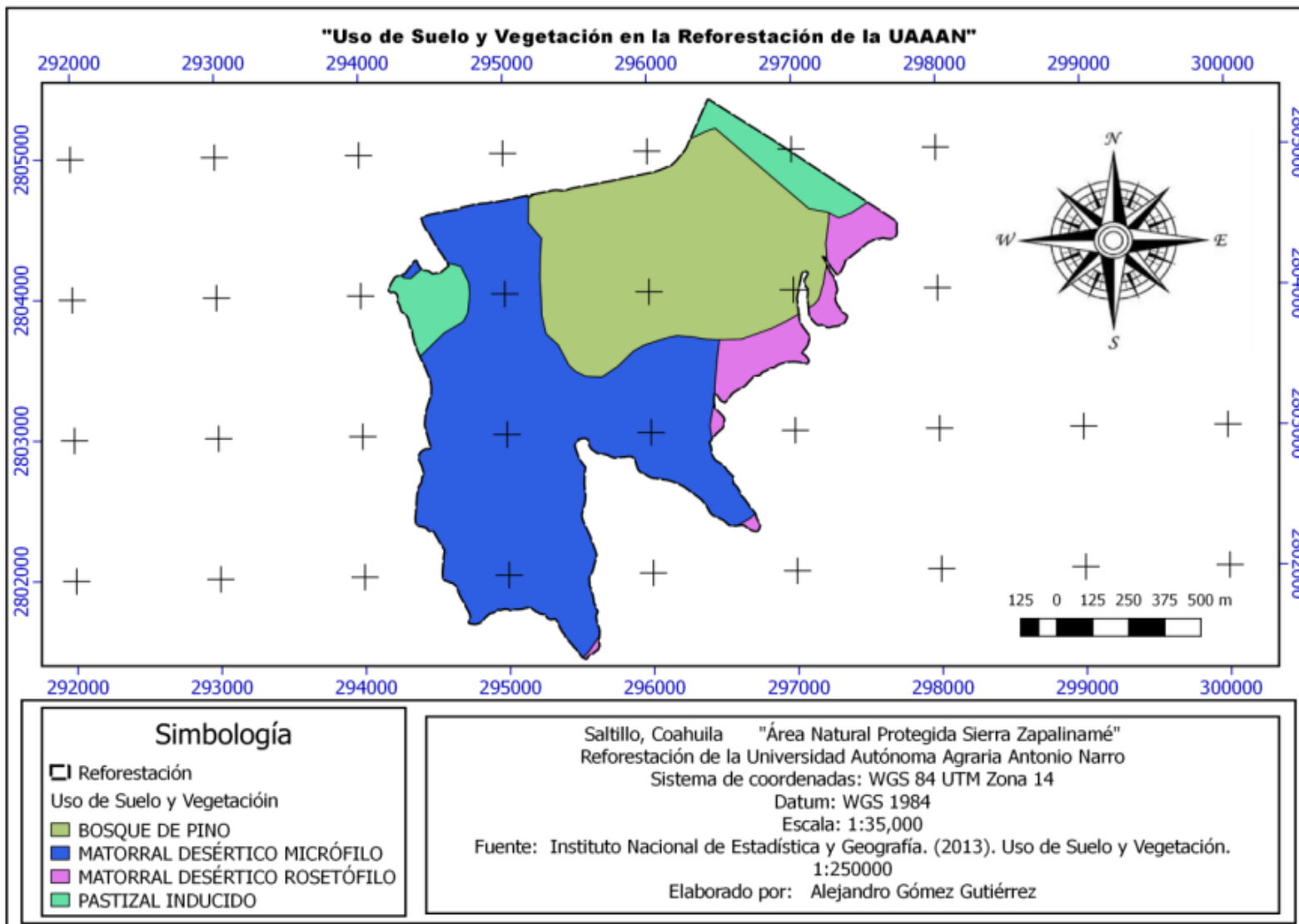


Figura 27. Plano de Uso de Suelo y Vegetación

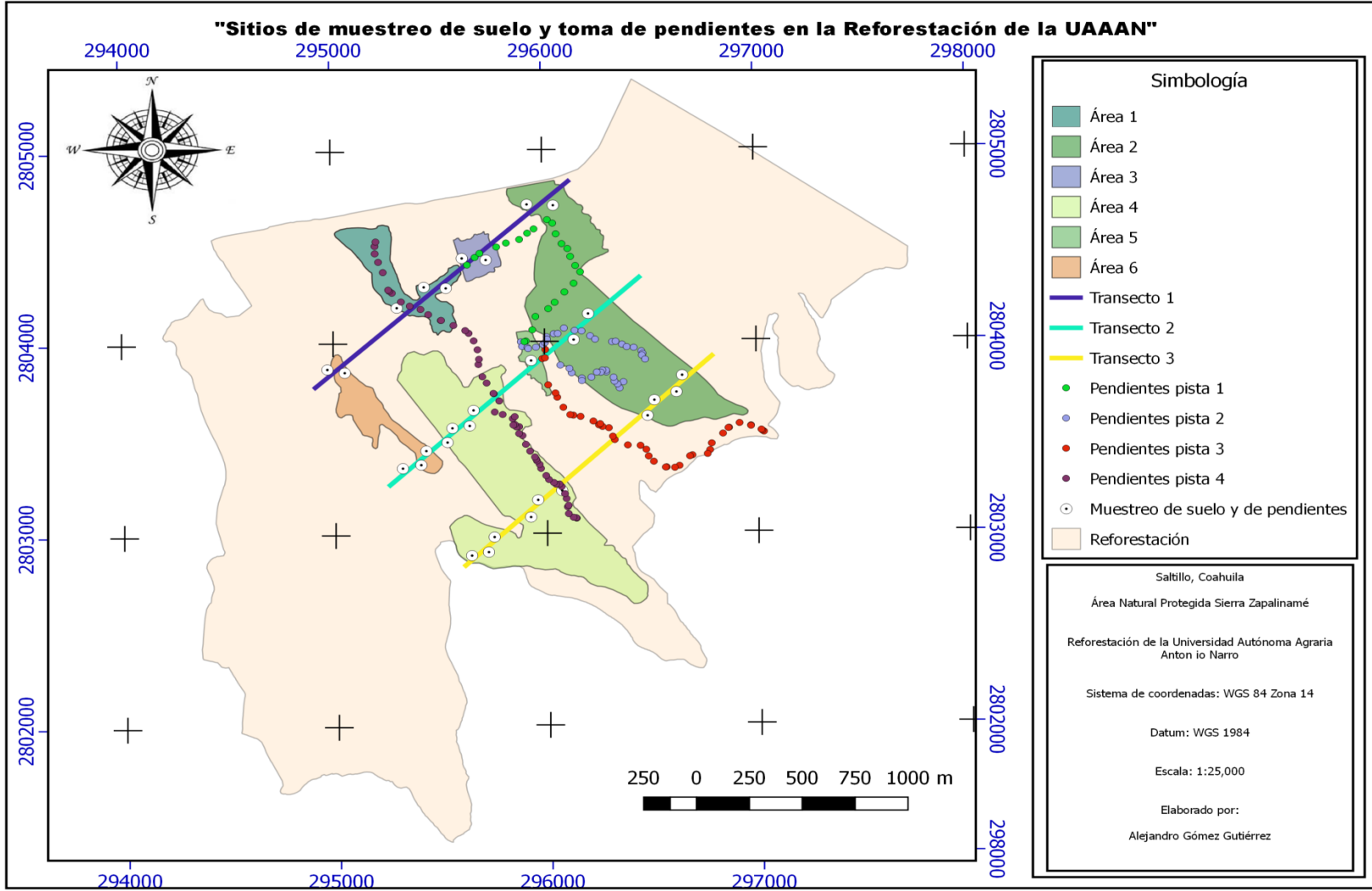


Figura 28. Plano de sitios de muestreo de suelo y toma de pendientes



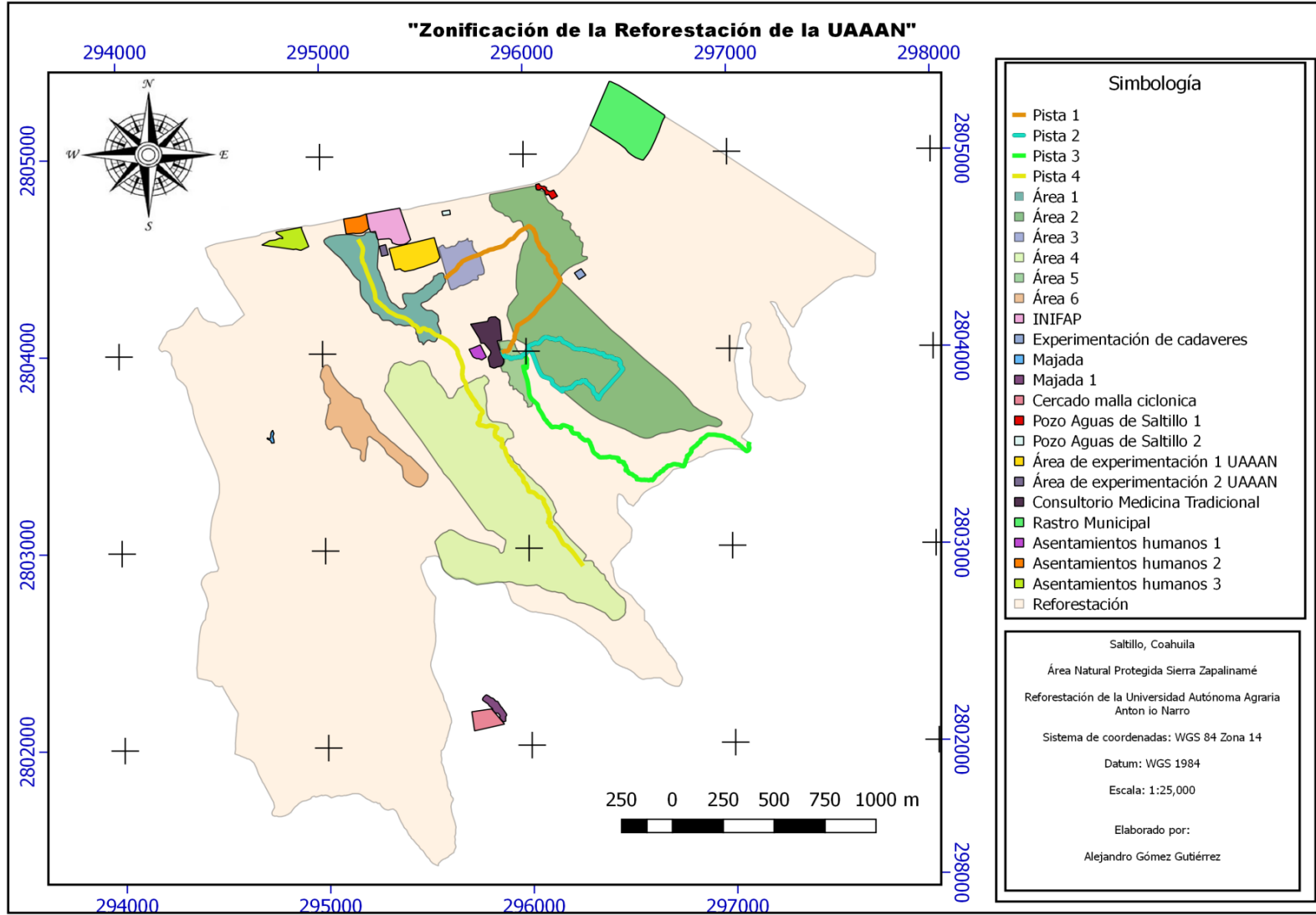


Figura 29. Zonificación de la Reforestación de la UAAAN

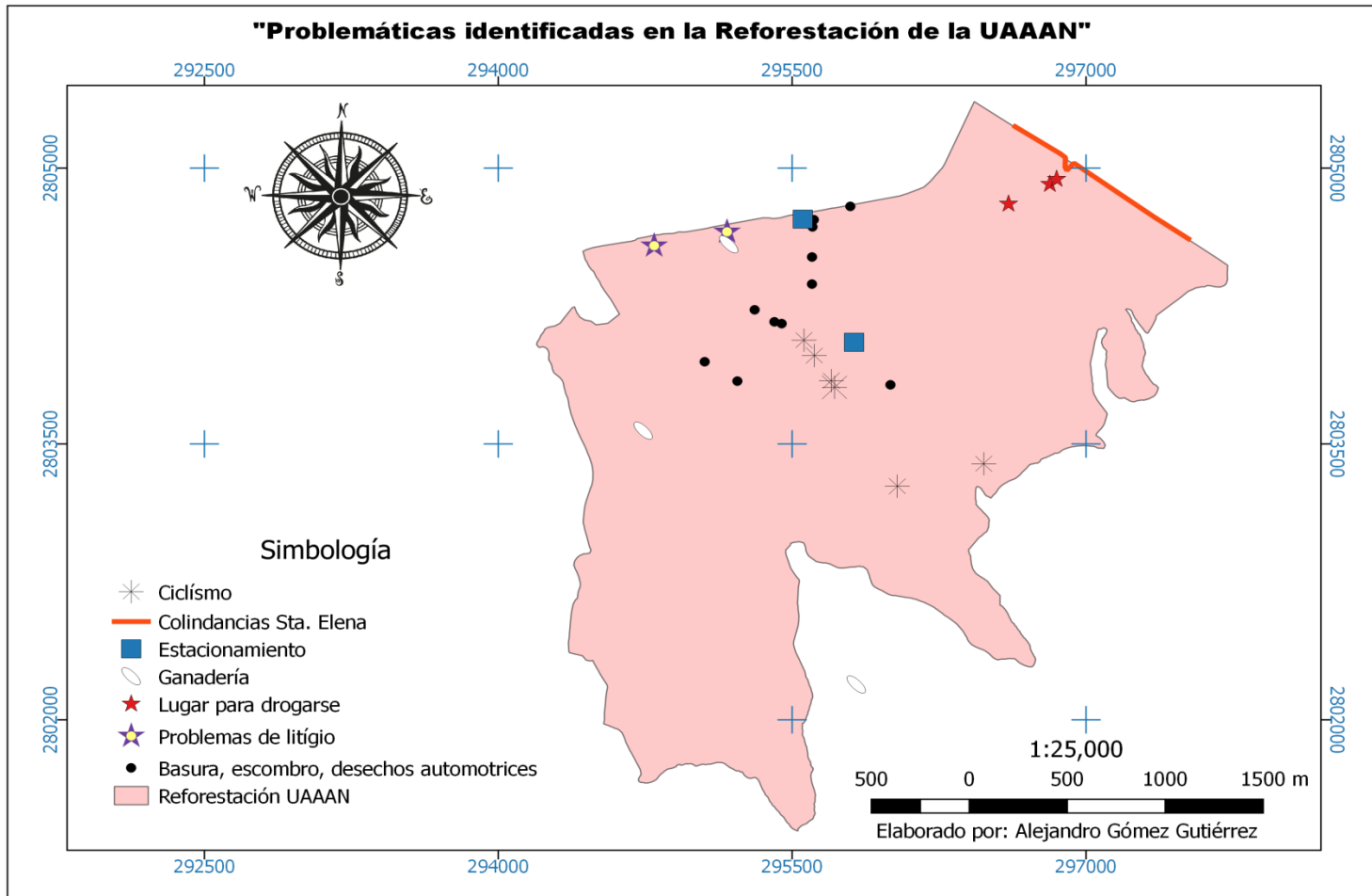


Figura 30. Georreferenciación de problemáticas encontradas



Figura 31. Afectaciones al suelo a causa del ciclismo de montaña sin manejo





Figura 32. Depósito de basura, dentro del área y colindancias con Parajes de Santa Elena



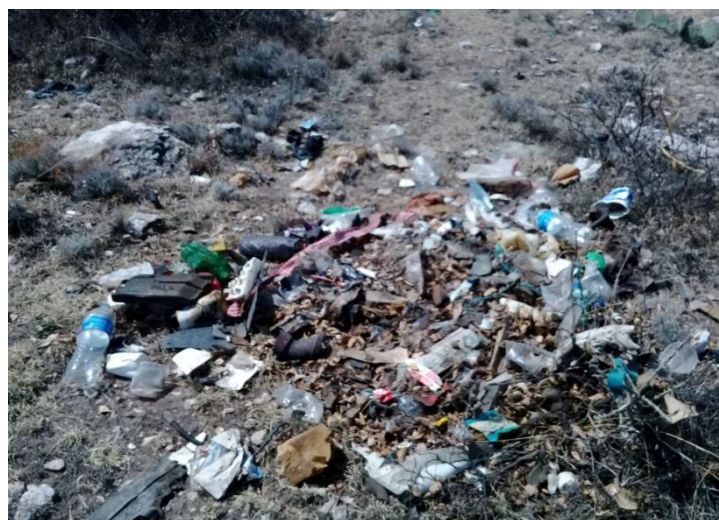
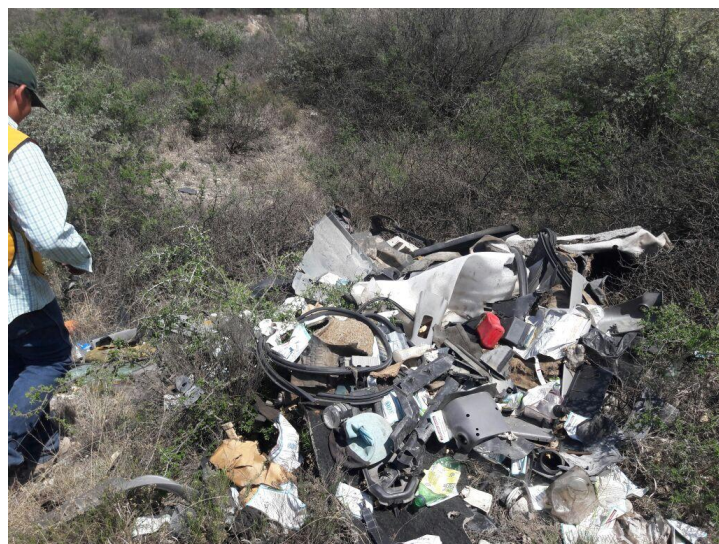
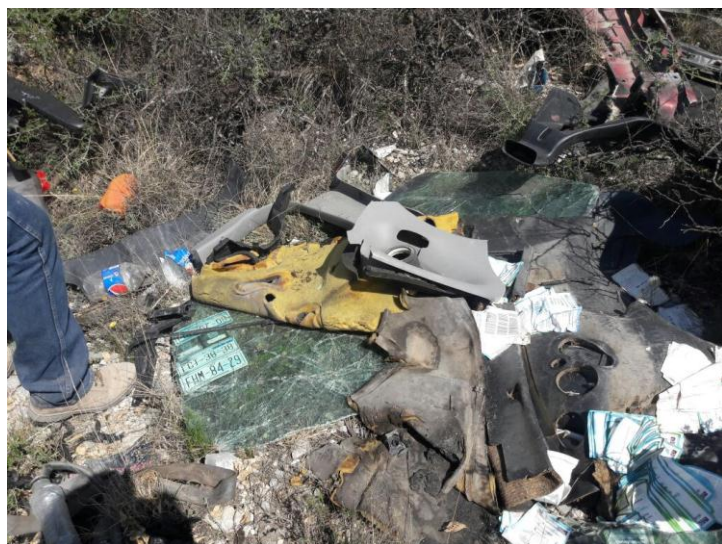


Figura 33. Desechos automotrices





Figura 34. Acondicionamiento del área como refugio para drogarse



Figura 35. Obstáculos para ciclismo de montaña dentro de un cauce natural



Figura 36. Señalización de algunas pistas



Figura 37. Registro de visita de organizadores de eventos de ciclismo

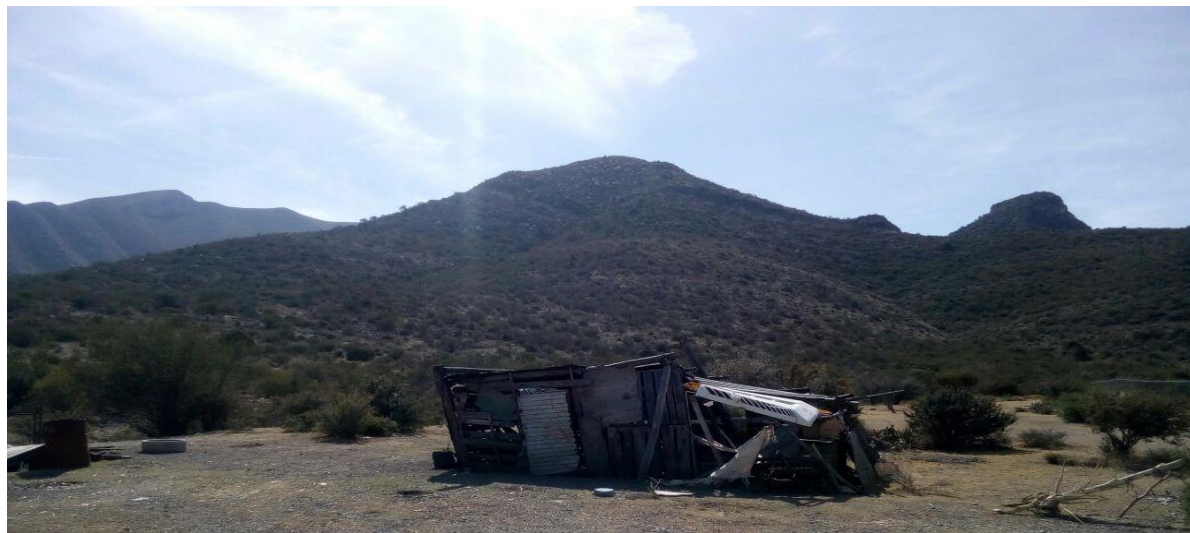


Figura 38. Cambio de uso de suelo para corrales de ganado