

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION**  
**ESCUELA DE POSTGRADO**

**RETORNO FINANCIERO DE LAS ACTIVIDADES AGRICOLA,  
FORESTAL Y ECOTURISMO EN EL VOLCAN SAN PEDRO, GUATEMALA**

**POR**

**CARMEN MARIA LOPEZ ARRIVILLAGA**



CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

PROGRAMA DE EDUCACIÓN  
ESCUELA DE POSTGRADO

CATIE

RETORNO FINANCIERO DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLA,  
FORESTAL Y ECOTURISMO  
EN EL VOLCÁN SAN PEDRO, GUATEMALA

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgrado, Programa de Educación en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar por el grado de

*Magister Scientiae*

Por  
Carmen María López

Turrialba, Costa Rica 1998

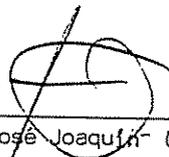
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Dirección de la Escuela de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

*MAGISTER SCIENTIAE*

FIRMANTES:



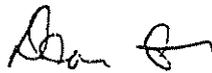
Octavio Ramírez, Ph.D.  
**Profesor Consejero**



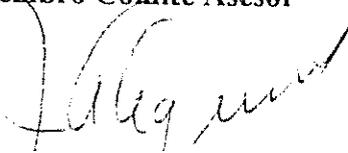
José Joaquín Campos, Ph. D.  
**Miembro Comité Asesor**



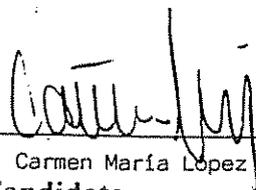
Manuel Gómez, Msc.  
**Miembro Comité Asesor**



Dean Current, Ph. D.  
**Miembro Comité Asesor**



Juan Antonio Aguirre, Ph.D.  
**Director y Decano de la Escuela de Postgrado**



Carmen María López  
**Candidato**

1. 1. 1.

2. 2. 2.

3. 3. 3.

A Christian y Pamela, por su cariño, paciencia y comprensión.

A mi madre y a Gustavo, por su ejemplo y apoyo.

## AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por otorgarme la oportunidad de realizar mis estudios de postgrado.

También agradezco al Dr. Octavio Ramírez, quien como profesor consejero y jefe del área de economía, me guió en el camino de mi formación como profesional; a los demás miembros del comité, Dr. Dean Current, Dr. José Joaquín Campos y Msc. Manuel Gómez por sus revisiones y comentarios a todos los borradores anteriores. Al Dr. Steven Shultz, quien me propuso el tema de tesis, por sus valiosos comentarios y sugerencias. También a la Reserva San Buenaventura, especialmente a Felipe Marin y Alberto Rivera, por el soporte logístico. Debo mencionar y agradecer además, el valioso apoyo brindado por Salvador Ramírez, ex alcalde de Santiago Atitlán.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros de promoción, especialmente a Liliana Rojas, Eddy Díaz y Oscar Flores, por su amistad y compañía durante estos dos años.

## INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	viii
SUMMARY	x
INDICE DE CUADROS	xii
INDICE DE FIGURAS	xvi
1. INTRODUCCION	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Generales	4
2.2. Específicos	4
3. HIPOTESIS	5
4. REVISION DE LITERATURA	6
4.1. El proceso de deforestación en Guatemala	6
4.2. Deforestación en el departamento de Sololá y en la Cuenca del Lago de Atilán	7
4.3. Características socioeconómicas y biofísicas de la Reserva de Uso Múltiple del Lago de Atilán	8
4.4. Cuenca del Lago de Atilán: Declaratoria como área protegida	10
4.5 Método de Valoración Contingente	13
4.5.1. Método de Valoración Contingente dicotómico de límite simple y dicotómico de límite doble	17
4.5.1.1. Análisis de datos y estimación del método de límite simple (LS)	18
4.5.1.2. Análisis de datos y estimación del método dicotómico de límite doble (LD)	20

## CONTINUACION INDICE DE CONTENIDO

4.5.2. Estimación del valor medio de la VDP y obtención del beneficio total	23
5. METODOLOGIA	25
5.1. Descripción del área de estudio	25
5.2. Análisis del ecoturismo bajo tres diferentes niveles de conservación en el área	27
5.2.1. Variables independientes incluidas en el modelo	32
5.2.2. Modelo estadístico para el análisis de datos y determinación de la media de la VDP	36
5.2.3. Determinación de los beneficios para la población total y análisis financiero para el ecoturismo	38
5.3. Análisis financiero de la actividad agrícola	39
5.4. Análisis financiero del establecimiento de plantaciones forestales en el área actualmente bajo producción de maíz del volcán San Pedro	40
6. RESULTADOS	45
6.1. Análisis del ecoturismo bajo tres diferentes niveles de conservación en el área	45
6.1.1. La variable dependiente	45
6.1.2. Las variables independientes	48
6.1.3. Estimación de modelos multivariados	50
6.1.3.1. El modelo de límite simple	53
6.1.3.2. El modelo de límite doble	61
6.1.4. Estimación de la media de VDP	65
6.1.5. Determinación de los beneficios para la población total y análisis financiero para el ecoturismo	67

## CONTINUACION INDICE DE CONTENIDO

6.2. Análisis financiero de la actividad agrícola: producción de maíz bajo sistema tradicional	75
6.3. Análisis financiero del establecimiento de plantaciones forestales en el área actualmente bajo producción de maíz del volcán San Pedro	78
6.3.1. Retorno financiero de plantaciones forestales bajo sistema taungya	78
6.3.2. Consideraciones socioeconómicas e intereses de los productores para el establecimiento de plantaciones forestales	80
6.3.3. Análisis financiero del establecimiento de árboles tomando en cuenta los intereses de los agricultores	91
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
8. BIBLIOGRAFIA	100
9. ANEXO A	106
10. ANEXO B	116

LOPEZ ARRIVILLAGA, C.M. 1998. Retorno financiero de las actividades agrícola, forestal y ecoturismo en el volcán San Pedro, Guatemala. Tesis Mag.Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 105.

*Palabras claves:* Método de Valoración Contingente, formato dicotómico de límite simple, formato dicotómico de límite doble, análisis financiero, plantaciones forestales, producción de maíz

## RESUMEN

En esta investigación se utiliza el Método de Valoración Contingente para medir el potencial económico del volcán San Pedro, en tres niveles de conservación: a) la situación actual, b) ecoturismo y c) reforestación. Este último escenario, supone la reforestación por parte de agricultores en el área, por lo cual se hace un análisis financiero del establecimiento de plantaciones puras y se hace una comparación con la producción de maíz, uso principal de la tierra que realizan los agricultores en el área.

Se aplicaron encuestas de voluntad de pago (VDP) a turistas potenciales, extranjeros y nacionales, en Panajachel, durante el período de abril a agosto de 1977. En las encuestas se utilizó el formato dicotómico de límite doble (LD) y se hace una comparación con el formato tradicional dicotómico de límite simple (LS) para medir su eficiencia estadística y aplicación en un país en vías de desarrollo.

Con el formato dicotómico LS se obtiene una media estimada de VDP en el escenario a de US\$ 4.87 para turistas extranjeros y US\$ 1.25 para nacionales, mientras que la media estimada de VDP con el formato LD en este escenario es de US\$ 3.93 para visitantes extranjeros y US\$ 1.00 para nacionales. En el escenario b se obtiene una media estimada de VDP con el formato LS de US\$ 3.09 para turistas extranjeros y US\$ 2.58 para nacionales, con el formato LD la media estimada de VDP para visitantes extranjeros fue de US\$ 6.10 y para nacionales de US\$ 3.87. Las medias estimadas de VDP en el escenario c para turistas extranjeros y nacionales con el formato LS fue de US\$ 3.09 y US\$ 1.10, respectivamente, mientras que con el formato dicotómico LD para los dos grupos de turistas se obtuvieron medias estimadas de VDP de US\$ 2.45 para extranjeros y de US\$ 0.95 para nacionales.

La eficiencia del modelo LD puede mostrarse por la reducción en los errores estándares de los coeficientes asociados, por lo cual los estimadores de la media de VDP del formato LD son más eficientes.

En la agregación de datos de los valores medios de VDP en cada escenario para toda la población, se obtienen ingresos potenciales en el escenario a entre US\$ 246,500 y US\$ 493,000, en el escenario b podría esperarse un ingreso potencial de US\$ 99,700 y en el escenario c entre US\$ 170,000 y US\$ 340,000 anuales.

El análisis financiero del escenario b muestra que un programa de ecoturismo es altamente rentable, con un VAN = US\$ 273.989, TIR = 43% y RBC=US\$ 1.87. Las plantaciones forestales en sistema taungya para la producción de postes y leña en el volcán San Pedro, demuestran ser viables financieramente, con un VAN = Q. 166.50 (US\$ 27.75), TIR =9% y una RBC = 1.03. Se estimó un incentivo de US\$ 3,000.00 por hectárea en 12 años, diferente al otorgado por el Estado, de manera que se le retribuya al productor el costo del establecimiento y la producción de maíz que dejó de producir. Al tomar en cuenta los intereses de los agricultores sin que reciban un incentivo, se

muestra que un 54% está interesado en plantar árboles en sus parcelas, de este 54%, el 56% sembraría árboles en contorno y el producto que el 98% desea obtener, es leña. Los factores que inciden en el interés en reforestar son el tamaño de la parcela y el tiempo de trabajar en ella. El análisis financiero del sistema agroforestal, maíz-árboles en contorno no es financieramente viable, con un VAN negativo y una RBC menor a uno. Al comparar este sistema productivo con la producción de maíz, se demuestra que éste último es levemente menos rentable que el sistema agroforestal maíz-árboles en contorno. Sin un incentivo que se adapte a las necesidades de los productores en el área, los agricultores se inclinarán por el establecimiento de árboles en contorno para la producción de leña, pues desde la visión campesina, el sistema agroforestal es más ventajoso que el sistema taungya, porque sigue satisfaciendo sus necesidades de alimentación a lo largo de todo el ciclo productivo, tomando a la vez en cuenta las pocas oportunidades de empleo que existen en el área y el riesgo e incertidumbre de las actividades a largo plazo.

## INDICE DE CUADROS

CUADRO1:	Estimaciones sobre la cobertura forestal y deforestación anual en Centro América, 1990	6
CUADRO2:	Estructura de la tenencia de la tierra en el departamento de Sololá	9
CUADRO3:	Rango de BIDs para turistas nacionales	31
CUADRO4:	Rango de BIDs para turistas extranjeros	31
CUADRO5:	Variables independientes y sus categorías correspondientes, incluidas en la encuesta para turistas nacionales	34
CUADRO6:	Variables independientes y sus categorías correspondientes, incluidas en la encuesta para turistas extranjeros	35
CUADRO7:	Estimación del rendimiento de <i>Pinus pseudostrubus</i> en 0.26 ha. con espaciamiento de 2x2	41
CUADRO8:	Respuesta de cada grupo a la pregunta de VDP según escenarios	46
CUADRO9:	Resumen de razones por las cuales los turistas entrevistados respondieron "no" a la pregunta de VDP	47
CUADRO10:	Estadísticas descriptivas de variables independientes en el grupo de turistas extranjeros y turistas nacionales	48
CUADRO11:	Propósitos principales de turistas extranjeros y nacionales durante su visita al lago de Atitlán	50
CUADRO12:	Matriz de correlación para las variables independientes con respecto al grupo de turistas extranjeros	51
CUADRO13:	Matriz de correlación para las variables independientes con respecto al grupo de turistas nacionales	52
CUADRO14:	Resultados del modelo completo de límite simple para turistas extranjeros en programa de educación ambiental	54

## CONTINUACION INDICE DE CUADROS

CUADRO15:	Resultados del modelo completo de límite simple para turistas nacionales en programa de educación ambiental	55
CUADRO16:	Resultados del modelo completo de límite simple para turistas extranjeros en mejoramiento de infraestructura y servicios para el ecoturismo	57
CUADRO17:	Resultados del modelo completo de límite simple para turistas nacionales con mejoramiento de infraestructura y servicios para el ecoturismo	58
CUADRO18:	Resultados del modelo completo de límite simple para turistas extranjeros con aumento de cobertura boscosa	60
CUADRO19:	Resultados del modelo completo de límite simple para turistas nacionales con aumento de cobertura boscosa	61
CUADRO20:	Modelos de límite simple y doble reducidos. Turistas extranjeros en programa de educación ambiental	62
CUADRO21:	Modelos de límite simple y doble reducidos. Turistas nacionales en programa de educación ambiental	62
CUADRO22:	Modelos de límite simple y doble reducidos. Turistas extranjeros en situación de mejoramiento de infraestructura y servicios para el ecoturismo	63
CUADRO23:	Modelos de límite simple y doble reducidos. Turistas nacionales en situación de mejoramiento de infraestructura y servicios para el ecoturismo	64
CUADRO24:	Modelos de límite simple y doble reducidos. Turistas extranjeros en situación de aumento de cobertura boscosa	64
CUADRO25:	Modelos de límite simple y doble reducidos. Turistas nacionales en situación de aumento de cobertura boscosa	65

## CONTINUACION INDICE DE CUADROS

CUADRO26	Resumen de la estimación de la media de VDP para los modelos de límite simple y doble para el grupo de turistas extranjeros según escenarios hipotéticos de mejoramiento ambiental	66
CUADRO27:	Resumen de la estimación de la media de VDP para los modelos de límite simple y doble para el grupo de turistas nacionales según escenarios hipotéticos de mejoramiento ambiental	67
CUADRO28:	Agregación de los valores de VDP esperados para programa de educación ambiental, según diferentes niveles de visitación de turistas extranjeros y nacionales	69
CUADRO29:	Resultados del análisis financiero de un programa de ecoturismo en el volcán San Pedro	70
CUADRO30:	Análisis de sensibilidad de un programa de ecoturismo en el volcán San Pedro, según incrementos en costos y disminución en ingresos	70
CUADRO31:	Agregación de los valores de VDP esperados por el aumento de cobertura boscosa en el volcán San Pedro, según diferentes niveles de visitación de turistas extranjeros y nacionales	72
CUADRO32:	Estadísticas descriptivas de costos y beneficios de la producción de maíz por cuerda en el volcán San Pedro	75
CUADRO33:	Rentabilidad de la producción de maíz por cuerda en el volcán San Pedro	76
CUADRO34:	Estimación del precio sombra de la mano de obra en Santiago Atitlán	77
CUADRO35:	Análisis financiero para sistema Taungya Pino-maíz	78
CUADRO36:	Análisis de sensibilidad con incremento de 10% en costo de mano de obra y disminución del 10% en ingresos	79

## CONTINUACION INDICE DE CUADROS

CUADRO37:	Montos anuales actualizados de rétribución al productor por el establecimiento de plantación forestal en sistema taungya	80
CUADRO38:	Estadísticas descriptivas de variables socioeconómicas, de la finca y la producción de maíz de agricultores en el volcán San Pedro	82
CUADRO39:	Matriz de correlaciones de variables independientes para agricultores en el volcán San Pedro	84
CUADRO40:	Correlación entre el rendimiento y características de la parcela	83
CUADRO41:	Pruebas de "t" individuales para cada variable	85
CUADRO42:	Correlación entre TIEMPOPA y variables socioeconómicas	85
CUADRO43:	Pruebas individuales de "t" para cada variable	86
CUADRO44:	Modelo completo de regresión logística para productores de maíz en el volcán San Pedro	87
CUADRO45:	Modelo reducido de regresión logística para productores de maíz en el volcán San Pedro	88
CUADRO46:	Preferencias de los agricultores para el establecimiento de árboles sin incentivos	89
CUADRO47:	Indicadores financieros del sistema agroforestal maíz - <i>Grevillea</i> en contorno	93

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA1:	Intervalo de la VDP utilizando el formato de límite doble	21
FIGURA2:	Ubicación área de estudio	28
FIGURA3:	Análisis de sensibilidad del programa de ecoturismo en el volcán San Pedro, según incrementos en los costos y disminución en ingresos	71
FIGURA4:	Uso de la tierra	74
FIGURA5:	Probabilidad de que un agricultor se interese en plantar árboles en sus tierras a diferentes valores del tamaño del terreno	89
FIGURA6:	Probabilidad de que un agricultor en el volcán San Pedro se interese en plantar árboles en sus tierras a diferentes valores de tiempo de trabajar en la parcela	90

## 1. INTRODUCCION

Generalmente los bosques y sus beneficios directos e indirectos son bienes públicos que debido a su naturaleza no exclusiva y de no rivalidad, no han sido evaluados adecuadamente en el proceso voluntario del mercado. Como resultado se tiene que no se logra la eficiencia de Pareto y de aquí que muchos han sido sobre explotados o agotados (Hume, 1739; Samuelson, 1954 citados por Shultz, S. 1987)

La deforestación es uno de los problemas ambientales más serios que afronta Guatemala, ocasionando pérdidas económicas incalculables, como consecuencia de la reducción de bienes y servicios directos e indirectos que los bosques proporcionan.

Previniendo esta situación, se han hecho esfuerzos por conservar áreas de rasgos naturales, culturales o por su belleza escénica sobresalientes, de importancia biológica y científica y por las oportunidades que brindan para la recreación y la investigación, entre otras cosas. A mediados del presente siglo se declara el Parque Nacional Atitlán, siendo la belleza escénica uno de los criterios que se tomaron en cuenta para su establecimiento. Sin embargo, los limitados recursos financieros y técnicos para su manejo, aunado al crecimiento poblacional del área, provocaron alteraciones severas de sus ambientes naturales y el sobreuso de los recursos naturales. El Parque Nacional Atitlán muy pronto dejó de cumplir con los objetivos que inspiraron inicialmente su creación como Parque Nacional.

Su recategorización se hizo necesaria y en 1997 el Estado de Guatemala declara área protegida la Cuenca del Lago de Atitlán bajo la categoría de manejo de Reserva de Uso Múltiple. El área es una de las regiones con los índices más altos de pobreza y densidad poblacional, lo cual unido a la urgencia de satisfacer necesidades básicas de subsistencia, hace que exista una fuerte presión sobre los recursos naturales. Es así como para darle solución a esta problemática y poder cumplir además con los objetivos de manejo, se plantearon varias recomendaciones.

Entre ellas se mencionan la realización de programas extensos de reforestación con especies de usos múltiples que incluyan el establecimiento de bosques energéticos, protectores de fuentes de agua y plantaciones forestales para el aprovechamiento maderable y así disminuir la presión sobre los bosques naturales. Se sugiere además que se protejan y desarrollen zonas boscosas que poseen potencial importante para el ecoturismo (Basterrechea, 1993).

El volcán San Pedro a orillas del Lago de Atitlán forma parte de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán y posee en su cima un remanente importante de bosque nuboso de altura con potencial para el ecoturismo (Basterrechea, 1993). Además, desde el punto de vista biológico, su conservación es muy importante por ser un centro de endemismo biológico (Nations *et al.*, 1988). Sus faldas han sido deforestadas en las últimas décadas para dar lugar a cultivos agrícolas, especialmente maíz y café, amenazando severamente la estabilidad ecológica del bosque natural por la fragmentación que el ecosistema ha sufrido, pues se está convirtiendo rápidamente en una isla biogeográfica incapaz de mantener poblaciones viables de especies.

Con las nuevas políticas de reestructuración del Estado, los presupuestos nacionales para la protección de las áreas protegidas son cada vez más limitados. Se hace entonces necesario medir el valor económico potencial que las áreas naturales poseen, para que tomadores de decisiones cuenten con criterios objetivos y de esta manera evalúen estrategias y políticas para alcanzar los objetivos de conservación y manejo de los recursos naturales de forma sostenible.

En esta investigación se utiliza el Método de Valoración Contingente (MVC), el cual es una de las herramientas más ampliamente utilizadas para medir los beneficios ambientales que carecen de precios de mercado. Se utilizó el formato dicotómico de límite doble (LD) y se hace una comparación con el formato dicotómico simple (LS) para determinar la eficiencia del modelo. Durante el período de abril a agosto de 1977, se aplicaron encuestas de MVC a visitantes potenciales, extranjeros y nacionales,

considerando tres escenarios hipotéticos de mejoramiento ambiental en el volcán San Pedro. Con lo anterior se desea determinar el valor económico actual del bosque natural, el potencial financiero del ecoturismo y el valor que tiene para el visitante extranjero y nacional la reforestación de las faldas de dicho volcán. Se hace además un análisis financiero del establecimiento de plantaciones forestales, pues si bien estas podrían tener potencial económico, es muy importante determinar si son viables para los agricultores o mejor alternativa que el uso que actualmente le dan a la tierra.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Generales**

- Proveer a tomadores de decisiones en materia ambiental en Guatemala, de información y metodologías para el adecuado manejo de los recursos naturales en el área del volcán San Pedro para el beneficio de la población local.

### **2.2. Específicos**

- Determinar el valor económico de los beneficios que tiene el bosque natural en la cima del volcán San Pedro para el turista nacional y extranjero, según diferentes niveles de conservación.
- Determinar el potencial financiero del ecoturismo en el Volcán San Pedro, bajo una situación hipotética de mejoramiento de infraestructura y servicios para el turismo naturalista.
- Estimar el retorno financiero de la producción de maíz para determinar si las plantaciones forestales o sistemas agroforestales tienen potencial financiero para los productores de maíz en las faldas del volcán San Pedro.
- Probar la eficiencia estadística y aplicación del Método de Valoración Contingente de límite doble en un país en vías de desarrollo.

### 3. HIPOTESIS

Las hipótesis planteadas en la investigación están de acuerdo a los objetivos propuestos.

- La valoración del bosque para el turista nacional y extranjero es susceptible a diferentes niveles de conservación.
- La implementación de un proyecto de ecoturismo en el volcán San Pedro es financieramente viable.
- La reforestación proporciona beneficios sociales y contribuye a diversificar la producción de los agricultores en el volcán San Pedro.
- La producción de maíz es más rentable a corto plazo que los sistemas forestales y agroforestales.
- En países en vías de desarrollo, debido a las limitaciones de presupuesto para la investigación, es más efectivo el uso del Método de Valoración Contingente de límite doble, que el método de límite simple.

## 4. REVISION DE LITERATURA

### 4.1. El proceso de deforestación en Guatemala

Guatemala, un país cuyos suelos son en su mayoría (70%) de vocación forestal, posee una de las tasas de deforestación más altas de la región. Mientras las estimaciones acerca de la cobertura forestal y tasas de deforestación pueden variar considerablemente, está claro que la tasa de deforestación se ha incrementado agudamente durante la segunda mitad de este siglo (Utting, 1993). Es así como en 1960, el 77 por ciento del territorio nacional estaba cubierto por bosques; para 1989 sólo quedaba el 40 por ciento y para 1995, se había reducido ya a un 31 por ciento. Existen estimaciones sobre la pérdida anual del área forestal que alcanzan las 90,000 ha, lo cual sitúa a Guatemala como el país con la tasa de deforestación más alta a nivel regional (Bradley, citado por Utting, 1993).

**Cuadro 1. Estimaciones sobre la cobertura forestal y deforestación anual en Centro América, 1990**

Pais	Area forestal (000 ha)	% del territorio total	Deforestación anual (ha)
Panamá	3,203	42	34,000
Costa Rica	1,426	33	50,000
Nicaragua	4,140	30	70,000
Honduras	4,731	42	80,000
El Salvador	250	12	14,000
Guatemala	3,762	35	90,000

Fuente: Utting (1993)

Las causas principales de la deforestación en los países en vías de desarrollo, incluida Guatemala, son la agricultura migratoria, la conversión del bosque a pastizales, la expansión de cultivos para la agro-exportación, las actividades de tala inmoderada, el consumo de leña para combustible y la urbanización. El cambio en el uso de la tierra para actividades agropecuarias es la principal causa de deforestación en superficie a nivel nacional, talando alrededor de 6.5 millones de m<sup>3</sup> anualmente, que son quemados como práctica de la actividad agropecuaria (PAFG, 1995). Sin embargo, Utting 1993, señala que no existen explicaciones simples y unicasales sobre la deforestación, sino se trata más bien de varias causas específicas, las

cuales han sido parte de un estilo o estrategia de desarrollo, que ha promovido, simultáneamente, la expansión de la agro-exportación y la exclusión social. Valenzuela de Pisano (1996) coincide en que los procesos de la expansión de la frontera agrícola y de deforestación en el bosque guatemalteco tienen profundas raíces socioeconómicas y políticas. No son casuales, ni se deben al crecimiento demográfico, falta de modernidad o pobreza de los campesinos, sino que obedecen a una lógica determinada de explotación de los recursos y de distribución de la riqueza creada.

#### **4.2. Deforestación en el departamento de Sololá y en la Cuenca del Lago de Atitlán**

La historia de la deforestación en Guatemala tiene cuatro fases espacio-temporales: las tierras bajas del norte en la época precolombina, el altiplano durante la época colonial y la reforma liberal, la costa pacífica a inicios del presente siglo hasta los años 70's y por último, nuevamente las tierras bajas del norte con la colonización dirigida y no dirigida a partir de los años 70's (Cabrera, 1996).

La deforestación en el departamento de Sololá y la Cuenca del Lago de Atitlán se vincula al proceso ocurrido en el altiplano guatemalteco, el cual se inició desde la época de la colonia. Durante ésta se dio la apropiación de las mejores tierras por parte de los colonizadores, con la consecuente expulsión de las poblaciones indígenas hacia las tierras de ladera. Como consecuencia se da la deforestación en tierras de ladera susceptibles a la erosión y la incorporación de prácticas de agricultura migratoria (Cabrera, 1996).

Posteriormente durante la reforma liberal se impulsó la producción y exportación del café, poniendo a disposición de inversionistas nacionales y extranjeros las tierras comunales y estatales. Cabrera (1996) señala que durante esta época se expropiaron las tierras comunales de los indígenas, las cuales habían sido conservadas con cobertura forestal durante varios siglos.

Las actuales políticas de estabilización económica y ajuste han tenido un importante efecto en la deforestación, especialmente en el altiplano de Guatemala. Como resultado de estas políticas se han expandido los llamados sectores agro-exportadores de productos no tradicionales, desplazando a los productores de granos básicos hacia las laderas de montaña con cobertura forestal y zonas de frontera agrícola (Utting, 1993).

Para 1979, el Instituto Forestal (INAFOR) y el Instituto Geográfico Nacional (IGN), reportaron una cobertura forestal en el departamento de Sololá de 276 km<sup>2</sup>, el actual servicio forestal, el Instituto Nacional de Bosques (INAB) reporta para 1997 una cobertura forestal de 158 km<sup>2</sup>. Es decir, que en los últimos dieciocho años se ha perdido más del cuarenta por ciento del bosque (Zepeda, 1983).

#### **4.3. Características socioeconómicas y biofísicas de la Reserva de Uso Múltiple del Lago de Atitlán**

La Reserva de Uso Múltiple de la Cuenca del Lago de Atitlán está ubicada al sudeste del altiplano de Guatemala, abarca la mayor parte del departamento de Sololá y pequeñas áreas de los departamentos de Totonicapán y Quiché hacia el norte, y Suchitepéquez hacia el sur. Tiene una extensión aproximada de 625 km<sup>2</sup>, de los cuales el lago abarca 125.7 km<sup>2</sup>.

En el área existen cuatro zonas de vida, el bosque muy húmedo montano subtropical, el bosque húmedo montano bajo subtropical, el bosque muy húmedo montano bajo subtropical, y el bosque muy húmedo subtropical cálido (De la Cruz, 1982).

Las pendientes que predominan son las mayores a 64%, que se distribuyen en todo el área, pero las extensiones mayores se localizan en los volcanes Tolimán, Atitlán y San Pedro.

La cobertura boscosa tiene una extensión de 165.8 km<sup>2</sup>, predominando el bosque latifoliado y de coníferas. El bosque de coníferas se localiza en la parte norte, mientras que el bosque latifoliado se encuentra en la parte sur, sobre todo en los volcanes San Pedro, Atitlán y Tolimán y en las montañas que drenan hacia el Pacífico (Basterrechea, 1993).

La población estimada para 1993 es de 172,700 habitantes con una densidad promedio de 250 hab/km<sup>2</sup>. El 95% de la población es indígena y según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística (INE), para 1995 la población rural representa el 63%. Alrededor del 60% de la población se encuentra asentada a no más de 3 km en línea recta de la orilla del lago, con lo cual la presión sobre los recursos naturales es más intensa, debido a la demanda de bienes y servicios provenientes del aprovechamiento de los mismos. Sololá cabecera, Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán y Santa Lucía Atitlán son las poblaciones con mayor número de habitantes en el área (Funcede, 1994; Basterrechea, 1993).

En 1979, de acuerdo con el III Censo Nacional Agropecuario, se registraron en el departamento de Sololá 18,301 fincas, con una extensión de 29,797.65 ha. Como se muestra en el cuadro 2, el tipo de tenencia de la tierra en el departamento es típicamente minifundista.

**Cuadro 2: Estructura de la tenencia de tierra en el departamento de Sololá.**

Tamaño de Finca (manzana <sup>1</sup> )	Número	% del total de fincas	% del total de la extensión
< 2	14,220	78	25
>5, < 10	3,785	21	31
> 10	296	2	44

Fuente: elaboración personal con datos de Funcede, 1994  
Los porcentajes no suman 100%, por el redondeo de decimales

A pesar de que el 60% de la capacidad del uso del suelo es forestal, la actividad económica principal en el área es la agricultura para la producción de maíz, el cual es cultivado ampliamente con técnicas tradicionales y rendimientos muy bajos. También se cultiva café, que en muchos municipios es el producto principal, las

<sup>1</sup> 1 manzana = 0.69 ha

hortalizas y el frijol. La producción de maíz y frijol es destinada principalmente para el autoconsumo. Otras actividades económicas importantes son el comercio, los servicios asociados al turismo y la artesanía (Funcede, 1994).

Desde la década del 40, el turismo extranjero ha sido importante para el lago de Atitlán. El área figura como uno de los grandes atractivos del turismo internacional en Guatemala. Se calcula que del total de turistas que ingresan al país anualmente, casi el 50% visitan el lago (INGUAT, 1995). En cuanto al turismo nacional, éste es marcadamente estacional con temporadas altas en los meses de junio a agosto y de diciembre a enero, fines de semana y días festivos. Se estima que al área ingresan, entre nacionales y extranjeros, alrededor de 200,000 turistas anuales. El mayor centro receptivo de este turismo es Panajachel, en donde se ubican la mayoría de hoteles y servicios destinados para esta actividad. Se calcula que al área ingresan unos 20.5 millones de quetzales (casi US\$ 3.5 millones) en concepto de hoteles y restaurantes y alrededor de 10.2 millones de quetzales (US\$ 1.7 millones) en compras locales. La actividad turística genera alrededor de 396 empleos directos en hospedajes y hoteles y cerca de 140 en restaurantes en el área (Funcede, 1994; Basterrechea, 1993).

#### **4.4. Cuenca del Lago de Atitlán: Declaratoria como área protegida**

El Lago de Atitlán y los volcanes adyacentes, Atitlán, Tolimán y San Pedro, fueron declarados Parque Nacional en 1955, siendo el criterio principal para su establecimiento la belleza escénica del paisaje compuesto por el lago y los volcanes que lo rodean. El Parque Nacional Atitlán, sin embargo, nunca fue manejado como tal y el proceso de deforestación con la consecuente degradación ambiental se fue agravando. Entre las razones por las cuales su manejo no fue efectivo pueden mencionarse:

- El objetivo principal de su declaratoria como área protegida fue conservar y proteger la belleza escénica del lago, sin que se tomara en cuenta la conservación

de la biodiversidad y el manejo sostenible de los recursos naturales.

- La conservación nunca fue prioridad del Estado y el presupuesto, personal técnico capacitado y recursos con que contaron las instituciones encargadas del manejo del área fueron escasos o ausentes, repercutiendo en el éxito para alcanzar un manejo sostenible y la conservación y protección del Parque Nacional Atitlán.
- La institución encargada del manejo y administración del Parque Nacional Atitlán fue la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS), que reemplazó al Instituto Forestal (INAFOR). A pesar de que dicha dirección contaba con un departamento de Parques y Vida Silvestre, dentro de sus políticas e intereses no era prioritaria la conservación y protección de la biodiversidad y el manejo sostenible de los recursos naturales.
- Las características socioeconómicas hacían imposible que se manejara el área como Parque Nacional, ya que alrededor del Lago estaban asentadas varias comunidades, muchas de ellas antes de la colonia y otras se fundaron durante la época colonial. Es importante señalar que desde la década de los 80 se recomendó la recategorización del área para que su manejo estuviera de acuerdo a la realidad del lago de Atitlán.
- El gobierno de Guatemala a través del Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) y la iniciativa privada promueve el lago de Atitlán como un lugar de destino para la actividad turística tradicional, lo cual lejos de contribuir a la conservación y manejo sostenible del Parque Nacional Atitlán repercutió directamente en el crecimiento desordenado con la construcción de hoteles, chalets e infraestructura que contaminan el área.

En septiembre de 1997, el organismo legislativo mediante el decreto número 64-97 declara el área protegida de la Cuenca del Lago de Atitlán, bajo la nueva categoría de manejo de Reserva de Uso Múltiple (Congreso de la República, 1997), la cual

corresponde a la categoría de manejo dentro del sistema internacional propuesto por la UICN, de Área Protegida con Recursos Manejados. Sus objetivos son: proteger y mantener a largo plazo la diversidad biológica y otros valores naturales del área, promover prácticas de manejo racionales con fines de producción sostenible, contribuir al desarrollo regional y nacional, entre otros (UICN, 1993).

Entre los objetivos de manejo propuestos en el estudio técnico se señala la protección de la biodiversidad de los conos volcánicos de Atitlán, Tolimán y San Pedro. Específicamente, conservar muestra de estas zonas ecológicas en estado natural; mantener la biodiversidad y los procesos ecológicos de regulación del medio; proveer educación, investigación y estudios sobre el medio; suministrar servicios recreativos y turísticos y proteger áreas de belleza escénica.

Por otro lado, se señala que toda la región actualmente cultivada deberá ser sometida al desarrollo de una agricultura sostenible con prácticas de conservación de suelos. Estas prácticas deberán incluir sistemas agroforestales con lo que se mejorará por un lado la belleza escénica y por el otro se hará un uso racional de los recursos naturales. Además, para solucionar parte de la problemática del cambio de uso del suelo y reducir la presión por la demanda de productos energéticos sobre los bosques naturales, se recomienda implementar proyectos agroforestales y silviculturales que incluyan especies de rápido crecimiento y usos múltiples, que generen otros productos y subproductos tales como leña, semillas, postes, etc. (Basterrechea, 1993).

Tanto la conservación y protección del bosque natural en los conos volcánicos, así como el establecimiento de plantaciones forestales o agroforestales proporcionan múltiples beneficios para las comunidades locales y la sociedad. Entre estos beneficios pueden mencionarse, los beneficios directos e indirectos, como la obtención de recursos maderables (madera para leña, muebles, construcción, etc.) y no maderables (fibras, látex, resinas, aceites esenciales, plantas ornamentales y medicinales, carne silvestre, etc.); la protección de cuencas hidrográficas, los

procesos ecológicos (fijación y reciclaje de nutrientes, formación de suelo, control del microclima, etc.), biodiversidad, fuente para educación e investigación; y beneficios no consuntivos, como los estéticos y espirituales (UICN, 1993).

Muchos de estos beneficios son bienes y servicios públicos, que debido a su naturaleza no exclusiva y de no rivalidad, no han sido evaluados adecuadamente en el proceso voluntario del mercado y como consecuencia la sociedad los ha recibido de forma gratuita o a un precio muy por debajo de su valor real. Para poder valorar estos beneficios, se hace necesario recurrir a metodologías de valoración de no mercado, que evalúen este excedente en el consumidor de forma adecuada. Las metodologías utilizadas para ello son el Método de Valoración Hedónica (MVH), Método de Costo de Viaje (MCV) y el Método de Valoración Contingente (MVC). En esta investigación se utilizará este último método para determinar el valor que tiene el bosque natural en el Volcán San Pedro para el turismo. Más específicamente, determinar cómo el turista internaliza dentro de su curva individual de maximización de utilidad (Azqueta, 1994), la conservación del bosque natural y sus servicios.

#### **4.5 Método de Valoración Contingente**

El Método de Valoración Contingente ha mostrado ser una herramienta útil para conocer las preferencias que se tienen respecto a bienes públicos y ha sido ampliamente utilizada para valorar bienes que carecen de precio de mercado (Mitchell y Carson, 1989). Este método intenta medir el valor económico que los individuos le dan a diferentes recursos naturales y otros bienes públicos, como la preservación de ecosistemas naturales, calidad del aire y el agua, etc. El MVC determina la cantidad máxima que una persona está dispuesta a pagar por un recurso natural en particular, el cual se sitúa bajo un escenario contingente o hipotético. Los escenarios hipotéticos de la valoración contingente son percibidos por la mayoría de personas como acciones de mercado viables y reales y los resultados pueden ser utilizados directamente en los análisis de costo beneficio (Shultz, Luloff y King, 1991).

Mitchell *et al.* (1995) señalan que el CVM mide el comportamiento de intención a pagar por un bien y para hacer una predicción exitosa, debe formularse la pregunta sobre esta intención, de manera congruente con la decisión de compra en términos de lo que se compra y el contexto sobre el cual se hace. Es decir, deben describirse las características específicas del bien y éste debe ser además presentado en un escenario de mercado claramente definido.

El método se basa en la pregunta directa, a una muestra aleatoria de individuos, sobre su disposición a pagar por un bien a través de entrevistas, encuestas, cuestionarios y otros, con lo cual se obtiene un estimado del valor del bien (Azqueta, 1994) para luego hacer inferencias sobre la población. Existen tres procedimientos básicos o formatos que se utilizan para determinar la cantidad que la persona está dispuesta a pagar por un bien o servicio ambiental: el formato abierto, el formato iterativo y el formato binario o dicotómico. La elección sobre qué formato utilizar depende de una variedad de factores que incluyen: el tipo de encuesta que se conduce, el tipo de personas que se entrevistará en la muestra, la naturaleza de la evaluación contingente, la cantidad de sesgos potenciales que existen, y el vehículo de pago elegido (Shultz, *et al.*, 1991).

Existen algunos problemas que están asociados al Método de Valoración Contingente, debidos a sesgos en los estimados del valor. Estos sesgos se dan si las respuestas del MVC sobre o subestiman sistemáticamente el valor del bien que se está evaluando. Se han identificado varias fuentes posibles de sesgos (Azqueta, 1994; Hanley y Spash, 1995; Shultz, Pinazzo y Cifuentes, 1998) que se detallan a continuación:

*Sesgo hipotético:* Dado el carácter hipotético de la situación que se le plantea a la persona, ésta no tiene ningún incentivo para ofrecer una respuesta correcta. Para que la respuesta sea correcta, el entrevistado requiere un tiempo, una reflexión, un esfuerzo. Puede que la persona responda la primera cifra que se le viene a la cabeza, o la que el entrevistador le sugiere, o para quitarse de encima al

entrevistador, debido a que no percibe ningún perjuicio o beneficio. Todo se mueve en el terreno de la hipótesis y equivocarse no tiene consecuencias aparentes (Azqueta, 1994).

*Sesgo en el diseño:* El diseño en el estudio del CVM incluye la manera en que la información es presentada a los individuos, el orden en el cual está presentada, el formato y la cantidad y tipo de información presentada. Existe una amplia evidencia que sugiere que el diseño de la encuesta puede afectar las respuestas (Hanley y Spash, 1995).

- *Sesgo en el vehículo:* El vehículo de pago utilizado puede influir en la disposición media a pagar. Existe cuando la respuesta de la persona está condicionada por el mecanismo propuesto para el pago. La persona puede considerar el vehículo propuesto como no razonable o poco realista (Azqueta, 1994). El sesgo en el vehículo puede reducirse si el mecanismo de pago propuesto es realista y familiar a la persona entrevistada (Shultz *et al.*, 1991).
- *Sesgo en el punto de partida:* Aparece cuando esa cantidad, primeramente sugerida, condiciona la respuesta final. La persona ofrece una respuesta cercana a ella, para acortar tiempo o porque considera que si se la sugiere quien aparentemente tiene mayor información al respecto, debe ser razonable (Azqueta, 1994).
- *Sesgo en la información:* En un mercado hipotético, la persona combina la información que se le provee del bien que se está evaluando y cómo el mercado funcionará con la información que ella ya tiene respecto del bien (Hanley y Spash, 1995). Las respuestas están fuertemente afectadas por la cantidad de información disponible acerca del bien. Por ejemplo, la persona entrevistada que ha visitado un sitio en particular, como un parque nacional, tiende a estar más informada de manera más realista sobre el sitio, que las personas que tienen que basarse únicamente en una descripción verbal sobre

el sitio en un escenario de valoración contingente, y pueden por ello estar dispuestas a pagar cantidades diferentes (Henry, 1997).

*Sesgo de no respuesta:* Ocurre cuando la persona entrevistada no contesta sobre su voluntad de pago (VDP), lo cual no necesariamente significa que su disposición a pagar sea nula. Puede ser que la persona esté manifestando su rechazo al planteamiento (Azqueta, 1994).

*Sesgo estratégico:* Se da cuando la persona cree que con su respuesta puede influir en la decisión final que se tome sobre la propuesta sometida a consideración, de forma que salga favorecida. La persona puede decir que su disposición a pagar por el bien en cuestión es mayor o menor de lo que realmente estaría dispuesta a pagar en el mercado. Por ejemplo, cuando el entrevistado cree que se cobrará por disfrutar del bien, él puede decir que su voluntad de pago por la mejora del bien es menor de lo que realmente es, debido a que los bienes ambientales son típicamente no exclusivos en consumo (lo que en inglés se conoce como el problema de "free riders"). Azqueta (1994) señala que la persona no da una respuesta honesta, sino estratégica.

Estas cantidades estratégicas, menores o mayores, así como las respuestas de protesta pueden tomarse como "valores extremos" y por ello sacarse del análisis (Edwards y Anderson, 1987; Desvousges *et al.*, 1987 citado por Shultz, 1987). Sin embargo, en la mayoría de los casos, el sesgo estratégico puede ser eliminado con un diseño cuidadoso en la encuesta, lo cual hace que la valoración contingente sea más realista y viable. El sesgo estratégico puede ser además eliminado al utilizar el formato binario, dicotómico o cerrado, pues en éste se sugiere un único pago, el cual la persona entrevistada está dispuesta a pagar o no (sí/no). El formato binario tiene muchas ventajas significativas, ya que con este tipo de pregunta (sí/no), la persona se enfrenta con el mismo tipo de decisiones que toma en el mercado: se compra a ese precio, o no se compra. La persona se encuentra en un entorno que le es familiar, y por lo mismo, el esfuerzo que tiene que hacer para encontrar la respuesta

correcta es menor. Por otro lado, el formato binario o dicotómico ha mostrado minimizar tanto el sesgo hipotético como estratégico, ya que a la persona no se le pregunta que establezca directamente su disposición a pagar (Randall *et al.*, 1983; Hanley y Spash, 1995).

#### **4.5.1. Método de Valoración Contingente dicotómico de límite simple y dicotómico de límite doble**

El método tradicionalmente utilizado para la estimación del valor medio de la voluntad de pago, VDP, proveniente de un formato dicotómico es el método que en inglés se conoce con el nombre de "single bounded", o dicotómico de límite simple (LS). En este método se le hace una única pregunta a la persona sobre su VDP: "¿Está usted dispuesto a pagar "x" cantidad de dinero? Las respuestas provenientes de este formato son analizadas utilizando el análisis logit, el cual es una técnica no lineal de estimación de máxima verosimilitud (MLE) para analizar la relación entre la variable dependiente dicotómica y una o más variables independientes. En el MVC dicotómico de límite simple (MVCLS), la ecuación logística describe el patrón de respuestas positivas y negativas (sí/no), respecto a diferentes cantidades de dinero (BID<sup>2</sup>s) propuestas a los entrevistados. El rango de los valores de los BIDs utilizados debe determinarse previamente con una encuesta piloto de formato abierto (Loomis, 1988).

Cuando las muestras son grandes, los estimadores de los coeficientes en la regresión logit son estimadores asintóticos, no sesgados y eficientes, sin problemas de homocedasticidad del término del error, o multicolinealidad entre sus variables independientes. Por ello pueden realizarse pruebas "t" e interpretarlas de una manera similar como las pruebas t asociadas con el método de cuadrados mínimos del error (Aldrich y Nelson, citado por Shultz, 1989).

---

<sup>2</sup> BID se refiere a la cantidad de dinero que se le propone al entrevistado. No hay una traducción al español y por facilidad se utiliza el término en inglés a lo largo del presente documento.

Más recientemente se ha introducido una variante al formato de LS, llamada en inglés "double bounded" (DB) o de límite doble (LD), en la cual se le ofrece a la persona una cantidad de dinero adicional como consecuencia de la respuesta inicial. Si la respuesta inicial es sí, se hace otra pregunta con una cantidad de BID mayor; alternativamente, si la respuesta inicial es no, entonces se hace una pregunta con una cantidad de BID menor (Kanninen y Khawaja, 1995).

El método LS tiene la ventaja de que es de fácil comprensión para la persona entrevistada y los cálculos son menos complicados, pero requiere de muestras muy grandes para alcanzar cierto nivel de precisión y eficiencia estadística. Con el método LD, se obtiene más información sobre la VDP, permitiendo muestras más pequeñas y/o estimados más eficientes y mantiene a la vez, las características favorables de eliminar el sesgo estratégico (Hanemann y Kanninen, 1996).

#### 4.5.1.1. Análisis de datos y estimación del método de límite simple (LS)

La encuesta con el método LS implica preguntarle a la persona si estaría dispuesta a pagar cierta cantidad de dinero,  $B$ , para asegurar una mejora en la calidad ambiental. La probabilidad de obtener una respuesta "no" o una respuesta "sí" puede ser representada, respectivamente, por:

$$\pi^n(B) = G(B;\theta) \quad (1)$$

$$\pi^y(B) = 1 - G(B;\theta) \quad (2)$$

donde  $G(\bullet;\theta)$  es alguna función de distribución estadística con un vector de parámetros  $\theta$ . Hanemann (1984) señala que este modelo estadístico puede ser interpretado como una respuesta de maximización de la utilidad en un contexto de utilidad aleatoria, en el cual  $G(\bullet;\theta)$  es la función de distribución acumulativa (cdf) de los valores máximos de VDP individuales, ya que la maximización de la utilidad implica que:

$$\begin{aligned} \Pr\{\text{no a B}\} &\Leftrightarrow \Pr\{B > \text{VDP máxima}\}, \\ \Pr\{\text{sí a B}\} &\Leftrightarrow \Pr\{B \leq \text{VDP máxima}\} \end{aligned}$$

La función de densidad acumulativa puede expresarse de la forma log logística siguiente:

$$G(B) = \left[ 1 + e^{a-b(\ln b)} \right]^{-1}; \quad \text{donde } \theta \equiv (a, b) \quad (3)$$

Cuando se consideran  $N$  participantes en el experimento LS y  $B_i$  es el BID ofrecido al  $i$ -ésimo participante, entonces la función log de máxima verosimilitud para este grupo de respuestas es:

$$\begin{aligned} \ln L^s(\theta) &= \sum_{i=1}^N \{d_i^y \ln \pi^y(B_i^s) + d_i^n \ln \pi^n(B_i^s)\} \\ &= \sum_{i=1}^n \{d_i^y \ln[1 - G(B_i^s; \theta)] + d_i^n \ln G(B_i^s; \theta)\} \end{aligned} \quad (4)$$

donde  $d_i^y$  es 1 si la  $i$ -ésima respuesta es "sí" y 0 si es lo contrario, y a la vez  $d_i^n$  es 1 si la  $i$ -ésima respuesta es "no" y 0 si es lo contrario.

Si la distribución de la probabilidad del término del error en el modelo sigue una distribución normal, entonces debe de usarse el análisis probit, pero si la distribución sigue una distribución logística, entonces se usa un modelo logit (Walsh *et al*, citado por Shultz, 1989).

El estimador  $\hat{\theta}^s$  ML, es consistente (aunque, en tamaños pequeños de muestra, puede ser sesgado) y asintóticamente eficiente. Por lo tanto, la matriz de varianza-covarianza de  $\hat{\theta}^s$  está dada por:

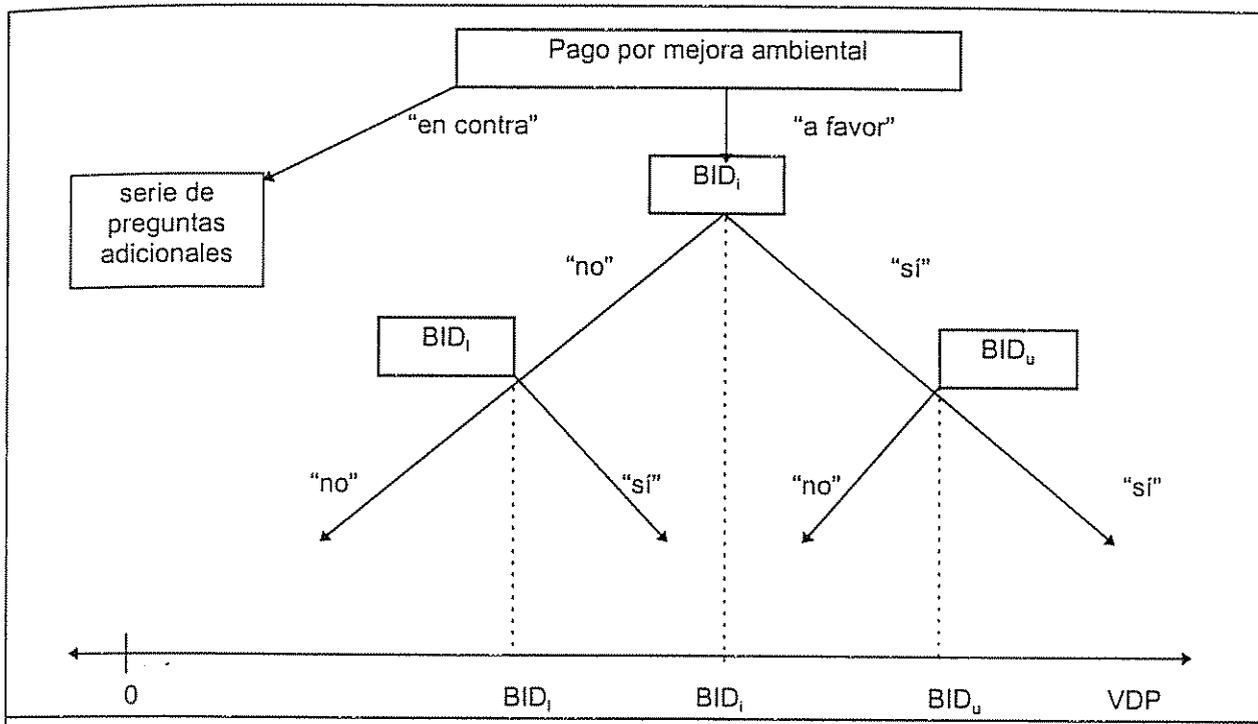
$$V^s(\hat{\theta}^s) = \left[ -E \frac{\partial^2 \ln L^s(\hat{\theta}^s)}{\partial \theta \partial \theta'} \right]^{-1} \equiv I^s(\hat{\theta}^s)^{-1} \quad (5)$$

donde  $I^s(\hat{\theta}^s)$  es la matriz de información.

#### 4.5.1.2. Análisis de datos y estimación del método dicotómico de límite doble (LD)

El modelo de límite doble se construye a partir de las respuestas provenientes de dos preguntas dicotómicas. Como se señalara anteriormente, al individuo se le presenta un BID inicial y luego se le presenta un segundo BID dependiendo de la respuesta que dio al BID inicial,  $BID_i$ . Si la respuesta es sí, se le presenta un BID más alto,  $BID_u$  ( $BID_u > BID_i$ ); si la respuesta es no, se le presenta un BID más bajo,  $BID_l$  ( $BID_l < BID_i$ ). Luego se hace una serie de preguntas adicionales a aquellas personas que repetidamente contestaron "no", para determinar si su VDP efectivamente es 0, está entre 0 y  $BID_i$ , o rechazan alguna parte del escenario. Existen, así, cuatro posibles categorías o combinaciones de respuestas: (a) ambas respuestas son "sí"; (b) un "sí" seguido de un "no"; (c) un "no" seguido de un "sí"; y (d) ambas respuestas son "no". Las probabilidades de éstas salidas son  $\pi^{yy}$ ,  $\pi^{yn}$ ,  $\pi^{ny}$  y  $\pi^{nn}$  respectivamente (Hanemann *et. al.*, 1991). De esta manera, la VDP puede modelarse como un intervalo de la variable dependiente, el cual se ilustra en la figura 1.

Figura 1: Intervalo de la VDP utilizando el formato de limite doble.



fuentes: adaptado de González-Cabán y Loomis, 1996

Bajo el supuesto de maximización de la utilidad, las fórmulas para estas probabilidades son las siguientes. En el primer caso se tiene que  $B_i^u > B_i$ :

$$\begin{aligned} \pi^{''}(B_i, B_i^u) &= \Pr \{B_i \leq \max VDP \text{ y } B_i^u \leq \max VDP\} & (6) \\ &= \Pr \{B_i \leq \max VDP | B_i^u \leq \max VDP\} \Pr \{B_i^u \leq \max VDP\} \\ &= \Pr \{B_i^u \leq \max VDP\} = 1 - G(B_i^u, \theta, ) \end{aligned}$$

$$\text{con } B_i^u > B_i, \Pr \{B_i \leq \max VDP | B_i^u \leq \max VDP\} \equiv 1.$$

$$\text{Similarmente, con } B_i^l < B_i, \Pr \{B_i^l \leq \max VDP | B_i \leq \max VDP\} \equiv 1.$$

Por lo tanto,

$$\pi^{nn}(B_i, B_i^l) = \Pr \{B_i > \max VDP \text{ y } B_i^l > \max VDP\} = G(B_i^l, \theta) \quad (7)$$

En el caso en que un "sí" es seguido por un "no", se tiene que  $B_i^u > B_i$  y

$$\pi^{yn}(B_i, B_i^u) = \Pr \{B_i \leq \max VDP \leq B_i^u\} = G(B_i^u, \theta) - G(B_i, \theta) \quad (8)$$

y cuando un "no" es seguido por un "sí", se tiene que  $B_i^u < B_i$  y

$$\pi^{ny}(B_i, B_i^l) = \Pr \{B_i \geq \max VDP \geq B_i^l\} = G(B_i, \theta) - G(B_i^l, \theta) \quad (9)$$

Hanemann, Loomis y Kanninen (1991) señalan que en las ecuaciones (8) y (9), el segundo BID le permite al investigador construir un límite superior y uno inferior dentro de la VDP real, no observable del entrevistado, y a la vez, en las ecuaciones (6) y (7), el segundo BID estrecha el límite simple — eleva el límite inferior y baja el límite superior.

Dado una muestra de  $N$  entrevistados, donde  $B_i$ ,  $B_u$  y  $B_l$  son los BIDs utilizados para la  $i$ -ésimo entrevistado, la función log de máxima verosimilitud es de la forma siguiente:

$$\begin{aligned} \ln L^D(\theta) = \sum_{i=1}^N \{ & d_i^{yy} \ln \pi^{yy}(B_i, B_i^u) \\ & + d_i^{nn} \ln \pi^{nn}(B_i, B_i^l) \\ & + d_i^{yn} \ln \pi^{yn}(B_i, B_i^u) \\ & + d_i^{ny} \ln \pi^{ny}(B_i, B_i^l) \} \end{aligned} \quad (10)$$

donde  $d_i^{yy}, d_i^{nn}, d_i^{yn}, d_i^{ny}$  son variables indicativas de valor binario y las fórmulas para las correspondientes probabilidades de respuestas están dadas por las ecuaciones (6) – (9). Al igual que en el modelo LS, la función de máxima verosimilitud se

maximiza con respecto a cada uno de los parámetros y la matriz de varianza-covarianza de  $\theta$  está dada por la ecuación análoga de (5).

$$V^D(\hat{\theta}^D) = \left[ -E \frac{\partial^2 \ln L^D(\hat{\theta}^D)}{\partial \theta \partial \theta'} \right]^{-1} \equiv I^D(\hat{\theta}^D)^{-1} \quad (11)$$

#### 4.5.2. Estimación del valor medio de la VDP y obtención del beneficio total

De acuerdo con Hanemann (1989) la fórmula para estimar la media de la voluntad de pago asociada con el modelo, está dada por:

$$\text{Media VDP} = \frac{\alpha}{\beta} \quad (12)$$

Donde  $\alpha$  es una gran constante, que se calcula al multiplicar cada uno de los coeficientes obtenidos por su media (a excepción de la variable BID). Estos productos se suman a la constante original o valor del intercepto y  $\beta$  es el coeficiente de la variable BID.

Una vez se ha estimado la media de la VDP para la muestra, existen diferentes métodos para determinar el valor de VDP total para la población. Un método es multiplicar el valor medio de VDP por el número de unidades muestrales en la población (Walsh *et al.* 1985, citado por Shultz, 1991)). Debe señalarse que este método está inherentemente basado en la suposición de que no existe diferencia estadística entre los entrevistados que sí respondieron a la encuesta y aquellos que no lo hicieron, por lo cual el valor medio de sus voluntades de pago es el mismo.

El método más conservador, es aquel que se basa en asignarle a todos los que no

respondieron la encuesta, un valor medio de VDP igual a cero y luego añadir este valor de cero al producto de la población restante por el valor medio estimado de su VDP. Shultz (1989) señala que este método es más conservador, pues se basa en el supuesto de que los que no respondieron a la encuesta no valoran el recurso en cuestión.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. Descripción del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el Volcán San Pedro, el cual se localiza dentro de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán a orillas de dicho lago, en el departamento de Sololá. El volcán San Pedro tiene una altura de 3020 msnm y está comprendido en la provincia fisiográfica de Tierras Altas Volcánicas.

Se localiza en las zonas de vida de bosque húmedo montano bajo subtropical y bosque húmedo subtropical cálido con una precipitación media anual de 1,500 a 2,000 mm y temperatura media anual de 18 a 24°C.

En la cima alta del volcán existe un bosque nuboso de altura bien desarrollado y caracterizado por especies arbóreas latifoliadas y abundantes helechos arborescentes, lianas y epífitas. Desde el punto de vista biológico, su conservación es muy importante, pues es un centro de alto índice de endemismo, al funcionar como una isla biótica por el aislamiento biogeográfico al que ha estado sometido (Nations *et al*, 1988). Se considera además que aquí existen especies de flora y fauna aún no descritas y endémicas para Guatemala (Basterrechea, 1993).

La vegetación de las partes bajas del volcán ha sido substituida en las últimas décadas por cultivos agrícolas, especialmente maíz y café, lo cual amenaza severamente la estabilidad ecológica del bosque natural que se localiza en la cima del mismo. Lo anterior se debe a la fragmentación que ha sufrido el ecosistema y con ello, se está convirtiendo rápidamente en una isla biogeográfica incapaz de mantener poblaciones viables de especies. La deforestación ocasiona además problemas ambientales a la población local, debidos a la erosión y pérdida de fertilidad del suelo, cambios microclimáticos, pérdida de captación de agua, contaminación del lago con agroquímicos y sedimentación, etc.

Las comunidades aledañas al volcán son Santiago Atitlán y San Pedro la Laguna, siendo Santiago Atitlán el poblado más grande, con una población estimada para 1995 de 33,312 habitantes (INE, 1991). Las actividades comerciales a las cuales se dedica la mayoría son el cultivo de granos básicos (maíz, frijol), café y hortalizas, el comercio, fabricación de artesanías, actividades relacionadas con el turismo y en menor grado, la pesca.

Las tierras del volcán San Pedro son ejidos municipales de Santiago Atitlán y San Pedro la Laguna. Sin embargo, en la encuesta realizada en este estudio muchos productores las reportan como propias. Basterrechea (1993) señala que lo anterior hace suponer que por derecho sucesorio de ocupación de estos terrenos, las personas las asumen como propias. La mayoría de estos terrenos están ocupados por campesinos atitecos, quienes se dedican especialmente al cultivo de maíz para subsistencia. Los productores que cuentan con mayor cantidad de terreno, se han dedicado además al cultivo de café en asocio con árboles de sombra, sobre todo *Grevillea robusta* e *Inga sp.*

Estas especies de árboles son de gran importancia en el área, ya que se utilizan ampliamente como combustible. A nivel nacional, se estima que cerca del 95% de los hogares del área rural utilizan leña como combustible. En la Cuenca del Lago de Atitlán se cortan anualmente alrededor de 130 ha para la extracción de leña (CEE, 1988). En el trabajo de campo realizado se pudo comprobar que el acceso a los bosques aptos para una explotación de leña es cada vez más difícil. Basterrechea (1993) señala que en Santiago Atitlán, el 73% de las personas cortan su leña y un 27% la compran. La mayoría cortan la leña en la montaña comunal y muy pocos en sus propios terrenos, afectando de forma severa el área boscosa comunal de Santiago Atitlán. Debido a la lejanía de los bosques aptos para la extracción de leña, algunas personas se han dedicado a la comercialización de la misma. Por otro lado, a pesar de contar con un área boscosa bastante grande, varias personas de la costa sur llegan a vender leña a Santiago, pues la demanda es bastante alta. Las especies que se utilizan con mayor frecuencia son *Alnus sp.* (ilamo), *Inga sp.* (chalum), *Inga sp.*

(cushín) y *Grevillea robusta*, ésta última proveniente de las podas realizadas en los árboles de sombra en las plantaciones de café (desombres).

Desde el punto de vista turístico, la importancia del volcán San Pedro radica en el paisaje compuesto por el lago de Atitlán y los otros dos volcanes, Atitlán, y Tolimán (Funcede, 1995). Según el estudio técnico para la recategorización del Parque Nacional Atitlán, el bosque natural de la cima del Volcán San Pedro tiene un gran potencial para el desarrollo del ecoturismo. Actualmente el volcán San Pedro es promocionado por algunas agencias de turismo, así como guías locales de San Pedro y Santiago Atitlán quienes llevan a los visitantes hasta la cima del volcán. El área, sin embargo, no cuenta con facilidades ni infraestructura para el turismo, y por el momento, éste no está siendo manejado.

## **5.2. Valor económico del bosque en el volcán San Pedro para el turismo bajo tres diferentes niveles de conservación**

Se realizó una encuesta de voluntad de pago (VDP) a los turistas que llegan a Panajachel, para determinar el valor que tiene para el visitante, el bosque natural del volcán San Pedro en tres diferentes niveles de conservación. Se aplicaron dos diferentes encuestas, una para turistas nacionales y otra para turistas extranjeros, pues en estudios anteriores de voluntad de pago se ha determinado que existen diferencias significativas entre estos dos grupos (Shultz *et al.* 1998; Henry, H.D. 1997). Estas encuestas se realizaron en los meses de abril a agosto.

En total se aplicaron en forma aleatoria 876 encuestas a los dos grupos focales, 434 encuestas a turistas extranjeros y 442 a turistas nacionales. Después de una explicación sobre el propósito de dicha encuesta y siguiendo las recomendaciones de Shultz *et al.* (1997) y Henry (1997), los visitantes llenaron la encuesta en privado, para disminuir así el posible sesgo estratégico y cultural. Las encuestas se hicieron en inglés para turistas extranjeros y en español para turistas extranjeros de habla hispana y turistas nacionales.

Departamento de Sololá  
República de Guatemala

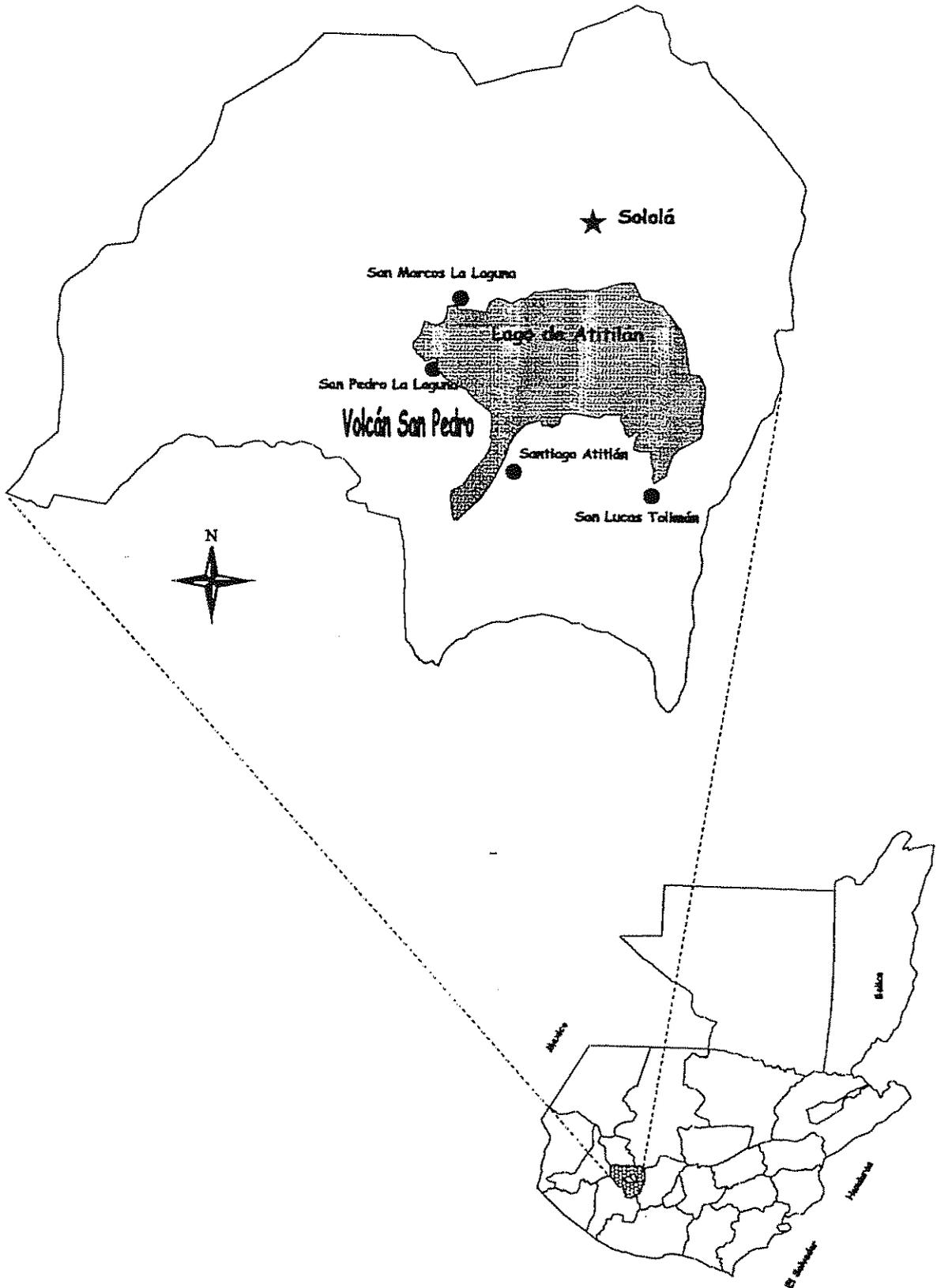


FIGURA 2: UBICACIÓN AREA DE ESTUDIO

La encuesta de voluntad de pago, que constó de 8 páginas, estuvo estructurada de la siguiente manera:

- **Planteamiento del problema y situación de mejoramiento hipotético**

Amplia explicación escrita y fotografías sobre la situación actual del bosque en el volcán San Pedro, los beneficios que éste proporciona, la importancia de su conservación y el proceso de deforestación que aquí se ha dado. Después se presentaron tres escenarios hipotéticos de mejoras ambientales en el área, mediante una descripción escrita y la presentación de un conjunto de fotografías para que el visitante tuviera una idea clara de lo que supone este mejoramiento:

a) *Educación Ambiental*: Bajo este escenario se determinó el valor que tiene para el turista, el bosque natural en el volcán San Pedro, cuya mejora o situación hipotética correspondió a un nivel de conservación, basado en la conservación y protección del bosque a través de educación ambiental por parte de las autoridades locales. La municipalidad de Panajachel cobra un peaje de Q.2.00 a turistas nacionales y extranjeros para el mantenimiento de la ciudad y por ello se eligió como vehículo de pago, un peaje a la entrada de Panajachel, siendo de esta forma más realista la forma de pago.

b) *Mejoramiento de infraestructura y facilidades para la recreación*: Este escenario planteó la situación en la cual existe personal capacitado para proteger y conservar el bosque, facilidades e infraestructura para la recreación dentro del bosque natural y además se brinda servicio de seguridad a los visitantes. La infraestructura consta de construcción de senderos autointerpretativos y centro de visitantes. Se presentaron tres fotografías con ejemplos de senderos autoguiados, centro de visitantes y tour con guía. Además dos fotografías con ejemplos de especies de flora y fauna de la Cuenca del Lago de Atitlán. El vehículo de pago propuesto fue un boleto de entrada al volcán.

c) *Aumento de la cobertura boscosa*: Esta última situación hipotética planteó un nivel de mejoramiento adicional de reforestación de las faldas del volcán San Pedro, para aumentar no solamente la belleza escénica, sino además proporcionar estabilidad ecológica a las especies de flora y fauna que allí habitan, así como revertir los procesos de degradación ambiental en el área. Además de la explicación escrita se mostró una fotografía, en donde se podía apreciar el nivel actual de deforestación en el volcán y otra en donde se hizo una sobreposición de un bosque para dar la impresión de aumento de la cobertura boscosa.

- **Determinación de la voluntad de pago**

Después de cada escenario hipotético de mejoramiento se hicieron preguntas sobre la voluntad de pago. El rango del BID para cada situación se obtuvo con una encuesta previa de formato abierto con 15 personas de cada grupo focal de turistas.

Para el escenario de conservación y protección del bosque a través de un programa de educación ambiental, el rango del BID de los turistas nacionales fue de Q 2.00 a Q.6.00 en incrementos de 1 en 1, y para turistas extranjeros fue de US\$1.00 a US\$5.00, también en incrementos de 1 en 1.

En el caso de la situación de mejoramiento de infraestructura para la recreación, el rango del BID fue de Q.15.00 a Q.60.00 para turistas nacionales en incrementos de 5 en 5, y de US\$5.00 a US\$16.00 para turistas extranjeros en incrementos de 1 en 1.

Por último, en la situación de aumento en la cobertura boscosa se determinó el rango del BID para turistas nacionales de Q.2.00 a Q.11.00 en incrementos de 1 en 1, y para turistas extranjeros de US\$2.00 a US\$12.00, en incrementos de 1 en 1. Ver cuadro 3 (turistas extranjeros) y cuadro 4 (turistas nacionales).

Se utilizó el formato dicotómico para los modelos de límite simple y límite doble. Para el caso LS, se tomó en cuenta la primera parte de la determinación de la

voluntad de pago, es decir, el BID inicial,  $BID_i$ , ofrecido. Para el modelo LD, el  $BID_i$  estuvo seguido de un BID superior,  $BID_u$ , (equivalente al doble del  $BID_i$ ) en caso que la respuesta al  $BID_i$  fue sí, y un BID inferior,  $BID_l$ , (la mitad del  $BID_i$ ) en caso que la respuesta al  $BID_i$  fue no. Después se presentaron una serie de preguntas, para las respuestas negativas consecutivas, y así poder identificar valores verdaderos de voluntad de pago igual a 0, como son las respuestas de "protesta" y "no dispone de esa cantidad de dinero", y aquellas cuya VDP no es igual a 0, como "falta de información para decidir si paga o no" y "no está de acuerdo con el vehículo de pago". Cabe mencionar que se eliminaron las encuestas cuando se identificó que la VDP no es igual a 0.

**Cuadro 3: Rango de BIDs para turistas extranjeros en US\$.**

Educación ambiental			Infraestructura para recreación			Aumento de cobertura boscosa		
$BID_i$	$BID_h$	$BID_l$	$BID_i$	$BID_h$	$BID_l$	$BID_i$	$BID_h$	$BID_l$
1	2	0.50	5	10	2.50	2	4	1
2	4	1	6	12	3	3	6	1.50
3	6	1.50	7	14	3.50	4	8	2
4	8	4	8	16	4	5	10	2.50
5	10	2.5	9	18	4.50	6	12	3
			10	20	5	7	14	3.50
			11	22	5.50	8	16	4
			12	24	6	9	18	4.50
			13	26	6.50	10	20	5
			14	28	7	11	22	5.50
			15	30	7.50	12	24	6
			16	32	8			

**Cuadro 4: Rango de BIDs para turistas nacionales en quetzales (1 quetzal = 6 US\$).**

Educación ambiental			Infraestructura para recreación			Aumento de cobertura boscosa		
$BID_i$	$BID_h$	$BID_l$	$BID_i$	$BID_h$	$BID_l$	$BID_i$	$BID_h$	$BID_l$
2	4	1	15	30	7.50	2	4	1
3	6	1.50	20	40	10	3	6	1.50
4	8	2	25	50	12.50	4	8	2
5	10	2.50	30	60	15	5	10	2.50
6	12	3	35	70	17.50	6	12	3
			40	80	20	7	14	3.50
			45	90	22.50	8	16	4
			50	100	25	9	18	4.50
			55	110	27.50	10	20	5
			60	120	30	11	22	5.5

- **Datos socioeconómicos del visitante**

Las preguntas incluidas en la encuesta están asociadas a variables independientes relevantes que ayudan a explicar la voluntad de pago en un modelo econométrico multivariado, tanto para el modelo de límite simple como para el modelo de límite doble, los cuales se explican con mayor detalle en la sección 5.2.1. Específicamente, se hicieron pruebas de "t" y  $X^2$  para determinar el impacto que éstas tienen sobre la variable dependiente (sí/no a la pregunta de VDP). Las preguntas socioeconómicas de la encuesta se incluyeron, ya sea por estudios previos que indican que influyen en la voluntad de pago (Azqueta, 1994) y/o porque son de interés para el futuro manejo del turismo en el área.

### **5.2.1. Variables independientes incluidas en el modelo**

Las variables independientes incluidas, así como la hipótesis nula asociada se discuten ampliamente más adelante. La hipótesis alternativa (para la prueba de t a una cola) así como las categorías asociadas a cada variable independiente se muestran en la cuadro 5 para turistas extranjeros y cuadro 6 para turistas nacionales.

Origen del visitante (NACION): Variable artificial con cuatro categorías, que anteriormente Henry (1997) encontró que tiene una influencia positiva en la VDP, porque existe diferencias en cuanto a la riqueza de las personas según su origen. Así por ejemplo, las personas de origen norteamericano (NACION1), europeo (NACION2) u otros (NACION4) tienen mayor voluntad de pago que aquellas que provienen de Latinoamérica (NACION3). En cuanto a los turistas nacionales, el origen (ORIGEN, variable artificial con dos categorías) se refiere a que las personas que provienen de las ciudades tienen mayor VDP que las provenientes del área rural.

Visita (VISIT): Se refiere a si ésta es la primera visita del turista al lago o no. En

esta investigación se tiene la hipótesis de que las personas que visitan el área por primera vez, tienen una menor VDP que aquellas que han visitado el área anteriormente.

Frecuencia con que visita el área (FREC): En los turistas nacionales se incluyó esta variable, pues se cree que existen diferencias en la voluntad de pago dependiendo de la frecuencia con que visitan el área. Así por ejemplo, aquellas personas que llegan esporádicamente tendrán menor voluntad de pago que aquellas que llegan con mayor frecuencia.

Impresiones (IMP): Se refiere a las impresiones que tiene el turista respecto al área. Esta es una variable artificial con 3 categorías, única (IMP1), es un área turística normal (IMP2) y el área está muy deforestada (IMP3), esperándose que aquellas personas que opinan que el área es única o turística normal tengan menor VDP que aquellas que piensan que está muy deforestada.

Sexo (SEX): En estudios anteriores sobre VDP (Henry, 1997; Shultz *et al*, 1998) , el sexo de la persona tiene una influencia sobre ésta, de tal forma que las personas de sexo femenino tienen mayor VDP que las de sexo masculino.

Edad (EDAD): Al igual que la variable anterior, en estudios previos de VDP (Azqueta, 1995) se ha obtenido que la edad influye negativamente sobre la VDP. En términos generales, las personas mayores son más reacias a participar en

programas de protección y conservación del medio ambiente que las personas jóvenes.

Educación (EDUC): Esta variable también ha demostrado tener influencia sobre la VDP en el sentido que a medida que la persona tiene mayor nivel educativo, mayor es su VDP, pues entiende y aprecia mejor la importancia de la conservación y protección del medio ambiente y los recursos naturales.

**Cuadro 5: Variables independientes y sus categorías correspondientes incluidas en la encuesta para turistas extranjeros.**

CODIGO	DEFINICION	Ha:
NACION* 1=EEUU y Canadá 2=Europa 3=Latinoamérica 4=Otros	Nacionalidad del visitante	$b_{nacion} > 0$
VISIT* 1=primera visita 0=no es primera visita	Si es su primera visita al área	$b_{visit} < 0$
IMP* 1: unico 2: turística normal 3: muy deforestada	Impresiones del área	$b_{imp} < 0$
SEX* 0=Femenino 1=Masculino	Sexo del visitante	$b_{sex} < 0$
EDAD	Edad del visitante	$b_{edad} < 0$
EDUC* 1=universidad/postgrado 0=primaria/secundaria	Nivel de educación del visitante	$b_{educ} > 0$
INC	Ingreso anual del visitante	$b_{inc} > 0$
AMBI*	Pertenece o simpatiza con grupo ambientalista	$b_{ambi} > 0$
APROT*	Si el visitante ha visitado anteriormente áreas protegidas	$b_{aprot} > 0$
NINOS*	Si el visitante viaja con niños	$b_{ninos} < 0$
DIAS	Número de días que permanece en el lago	$b_{dias} > 0$
HOTEL* 0=menos de 3* 1=3* o más	Tipo de hotel en el cual se hospeda durante su visita al lago	$b_{hotel} > 0$
GASTOS	Gastos que realiza durante su visita al lago	$b_{gastos} > 0$

\* Denota el uso de una variable artificial

Ingreso (INC): En casi todos los estudios de VDP se ha identificado que esta variable influye de forma positiva la VDP, es decir que a mayor ingreso mayor VDP.

**Cuadro 6: Variables independientes y sus categorías correspondientes, incluidas en la encuesta para turistas nacionales.**

CODIGO	DEFINICION	Ha:
ORIG* 1=ciudad 0=rural	Origen del visitante	$b_{origen} > 0$
FREC* 1: más de una vez al año 2: una vez al año 3: esporádicamente	Frecuencia con la que visita el lago	$b_{frec} > 0$
IMP* 1: único 2: turística normal 3: muy deforestada	Impresiones del área	$b_{imp} < 0$
SEX* 0=Femenino 1=Masculino	Sexo del visitante	$b_{sex} < 0$
EDAD	Edad del visitante	$b_{edad} < 0$
EDUC* 1=universidad/postgrado 0=primaria /secundaria	Nivel de educación del visitante	$b_{educ} > 0$
INC*	Ingreso anual del visitante	$b_{inc} > 0$
AMBI*	Pertenece o simpatiza con grupo ambientalista	$b_{ambi} > 0$
APROT*	Si el visitante ha visitado anteriormente áreas protegidas	$b_{aprot} > 0$
NINOS*	Si el visitante viaja con niños	$b_{ninos} < 0$
DIAS	Número de días que permanece en el lago	$b_{dias} > 0$
HOTEL* 0=menos de 3 estrellas 1=3 estrellas o más	Tipo de hotel en el cual se hospeda durante su visita al lago	$b_{hotel} > 0$
GASTOS	Gastos que realiza durante su visita al lago	$b_{gastos} > 0$

\* Denota el uso de una variable artificial

Ambientalista (AMBI): En algunos estudios sobre VDP se ha incluido esta variable, pudiéndose comprobar que influye positivamente en la VDP, porque las personas que pertenecen o simpatizan con grupos ambientalistas tienden a apoyar programas de conservación o mejoramiento del medio ambiente.

Area protegida (APROT): Esta variable está incluida en el modelo, pues se cree que las personas que han visitado anteriormente áreas protegidas tienen mayor VDP, porque poseen un mayor conocimiento al respecto.

Niños (NINOS): Se cree que las personas que viajan con niños tienen menor VDP que aquellas que viajan solas, pues el gasto sería mayor al incluirlos.

Días: Número de días que tiene pensado permanecer en el área. Se cree que mientras disponga de más tiempo (días), aumentará su interés en visitar el área y por ello su VDP es mayor.

Hotel: La hipótesis que se tiene está relacionada a que aquellas personas que se alojan en hoteles de más de 3 estrellas tendrán mayor VDP que aquellas que se alojan en hoteles de 3 estrellas o menos.

Gastos: Estos son una medida indirecta del ingreso y como tal, se espera que influya positivamente en la VDP.

### **5.2.2. Modelo estadístico para el análisis de datos y determinación de la media de la VDP**

Los datos de las encuestas, tanto para turistas nacionales como extranjeros, se transcribieron a una base de datos para ser posteriormente analizados con los paquetes estadísticos SAS y GAUSS. Se hizo un análisis univariado de estadísticas descriptivas, así como un análisis multivariado, en el cual las variables socioeconómicas fueron tomadas como variables independientes. El análisis multivariado se hizo para el modelo LS y el modelo LD; para comparar la eficiencia estadística de los estimados de VDP obtenidos a partir de los dos modelos.

Para el modelo LS, se tomó en cuenta solamente la respuesta a la primera pregunta de VDP, es decir el BID<sub>i</sub>. La ecuación de regresión logit que resulta de la función de máxima verosimilitud utilizada para este modelo fue la siguiente:

$$\begin{aligned} \log(\pi \text{ sí} / \pi \text{ no}) = & B_0 + B_1 \text{BID}_i + B_2 \text{ORIGEN} + B_3 \text{FREC1} + B_4 \text{FREC2} \\ & + B_5 \text{FREC3} + B_6 \text{IMP1} + B_7 \text{IMP2} + B_8 \text{IMP3} + B_9 \text{SEX} \\ & + B_{10} \text{EDUC} + B_{11} \text{INC} + B_{12} \text{AMBI} + B_{13} \text{APROT} \\ & + B_{14} \text{NINOS} + B_{15} \text{DIAS} + B_{16} \text{HOTEL} + B_{17} \text{GASTOS} + U_i \end{aligned}$$

*Turistas nacionales* (13)

$$\begin{aligned} \log(\pi \text{ sí} / \pi \text{ no}) = & B_0 + B_1 \text{BID}_i + B_2 \text{NACION1} + B_3 \text{NACION2} + B_4 \text{NACION3} \\ & + B_5 \text{NACION4} + B_6 \text{VISIT} + B_7 \text{IMP1} + B_8 \text{IMP2} + B_9 \text{IMP3} \\ & + B_{10} \text{SEX} + B_{11} \text{EDAD} + B_{12} \text{EDUC} + B_{13} \text{INC} + B_{14} \text{AMBI} \\ & + B_{15} \text{APROT} + B_{16} \text{NINOS} + B_{17} \text{DIAS} + B_{18} \text{HOTEL} \\ & + B_{19} \text{GASTOS} + U_i \end{aligned}$$

*Turistas extranjeros* (14)

En el modelo LD, como se indicara anteriormente, el BID superior, BID<sub>u</sub> correspondió al doble del BID inicial (BID<sub>i</sub>) y el BID menor (BID<sub>l</sub>) a la mitad del BID<sub>i</sub>. La función de máxima verosimilitud para el modelo DB (ecuación 10) que nuevamente se presenta aquí es:

$$\begin{aligned} \ln L^D(\theta) = & \sum \left\{ d_i^{yy} \ln \pi^{yy}(B_i, B_i^u) \right. \\ & + d_i^{nn} \ln \pi^{nn}(B_i, B_i^l) \\ & + d_i^{yn} \ln \pi^{yn}(B_i, B_i^u) \\ & \left. + d_i^{ny} \ln \pi^{ny}(B_i, B_i^l) \right\} \end{aligned}$$

en donde

$$\pi_i^{yy} = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 BID_u + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n)}}$$

$$\pi_i^{nn} = 1 - \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 BID_l + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n)}}$$

$$\pi_i^{yn} = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 BID_u + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n)}} - \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 BID_l + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n)}}$$

$$\pi_i^{ny} = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 BID_l + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n)}} - \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 BID_u + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n)}} \quad (15)$$

y además,  $d^{yy}$ ,  $d^{nn}$ ,  $d^{yn}$  y  $d^{ny}$  indican la categoría de respuesta para cada entrevistado  $i$ , tomando el valor de 1 cuando está presente y 0 cuando no.

La media y mediana de la VDP fueron calculadas, siguiendo la fórmula propuesta por Hanemann (ecuación 12), para lo cual se usaron los valores de los coeficientes de modelos multivariados anteriores reducidos.

### 5.2.3. Determinación de los beneficios para la población total y análisis financiero para el ecoturismo

Luego de estimar la media de VDP para turistas nacionales y extranjeros con el método LD, se estimó el beneficio total para cada escenario hipotético con base en una afluencia de turismo de 100,000 visitantes nacionales y 100,000 visitantes extranjeros (Estimaciones hechas INGUAT y empresarios del sector turístico en Panajachel). Por último se hizo un análisis financiero para el escenario 2: conservación y protección directa, mejoramiento en infraestructura y servicios para el turismo naturalista, utilizando los indicadores financieros VAN, TIR y RBC. Los ingresos se calcularon, bajo el supuesto que al área llegaría un 10% del turismo total que visita el lago de Atitlán. Los costos se estimaron con base en los costos de inversión y operación de una reserva privada que opera en Panajachel y de acuerdo a la descripción del bien en el escenario hipotético por el cual el visitante está pagando. Se hizo además un análisis de sensibilidad según variaciones de ingreso

y costos.

### 5.3. Análisis financiero de la actividad agrícola

Los productores del área se dedican al cultivo de diferentes productos, como café, frijol, vegetales y maíz, sin embargo la mayoría de productores siembran maíz y para muchos es la actividad económica principal. Por ello el análisis financiero de la actividad agrícola está basado únicamente en la producción de maíz.

El retorno financiero de la producción de maíz se determinó al identificar y evaluar los costos y beneficios directamente con los productores del área que viven en Santiago Atitlán. Por carecerse de un registro de catastro para conocer a los agricultores que siembran en las faldas del Volcán San Pedro, se recurrió a hacer consultas dentro de la comunidad para poder identificar a algunos productores y que luego estos últimos nos refirieran con otros agricultores del área y así sucesivamente. De esta manera se llegó a completar un tamaño de muestra de 89 agricultores. La metodología para la determinación de la rentabilidad de la producción de maíz fue la entrevista directa, con la ayuda de una encuesta estructurada de cuatro páginas. Debe señalarse que se utilizó un traductor de la misma comunidad, porque la mayoría de agricultores no tienen conocimiento total del idioma español. La encuesta estuvo dividida en tres secciones: La primera y tercera secciones se explicarán en la sección 6.4. La segunda sección, siguiéndose el método de recuperación de datos, trató específicamente sobre las cantidades de los costos en que incurre directamente el productor y los beneficios totales que percibe. Una copia completa de la encuesta se encuentra en el apéndice A. Previo a la aplicación de la encuesta se hizo una encuesta piloto con cinco agricultores para validarla, pudiéndose comprobar que el agricultor no tiene una idea exacta de sus costos y beneficios por cuerda<sup>3</sup>, sino por la totalidad de sus tierras. En el análisis de los datos se dividieron estos costos y beneficios entre el número de cuerdas que el campesino posee en el Volcán San Pedro.

---

<sup>3</sup> 1 cuerda = 436.81m<sup>2</sup>.

Por último se realizó un pequeño taller con 15 agricultores de la muestra para poder determinar precios de finca de los insumos, mano de obra, herramientas, tierra y producción de maíz. Durante este taller se hizo además un pequeño ejercicio con los costos e ingresos medios de 15 cuestionarios completados y escogidos al azar para determinar con los productores los beneficios netos a precio de finca en una cuerda de terreno.

La estimación de la rentabilidad de la producción de maíz se utilizó para determinar el costo de oportunidad que tiene para el productor, dejar de producir maíz para el autoconsumo, al establecer plantaciones forestales en sus tierras.

#### **5.4. Análisis financiero del establecimiento de plantaciones forestales en el área actualmente bajo producción de maíz del volcán San Pedro**

##### **a) Retorno financiero del establecimiento de plantaciones forestales:**

En el análisis financiero de plantaciones forestales se tomó en cuenta la media del tamaño de la parcela del agricultor (0.26 ha). En áreas de terreno tan pequeñas son más factibles y viables las plantaciones agroforestales que las plantaciones puras, pues los pequeños productores deben satisfacer sus necesidades básicas de alimentación. Por lo anterior se consideró el sistema taungya, el cual a pesar de no ser un sistema agroforestal como tal, durante los primeros tres años, el agricultor puede combinar la producción de maíz con el establecimiento y mantenimiento de la plantación. De esta manera los agricultores obtienen un ingreso en los primeros años, en donde los costos de las plantaciones forestales son elevados. Por otro lado, se pudo determinar a través de un sondeo de mercado en Santiago que la madera de pino, caoba y cedro tienen alto potencial de mercado. Con base en lo anterior, y según criterios técnicos el análisis financiero se hizo para plantaciones de *Pinus pseudostrobus* en sistema taungya. De acuerdo a la clasificación de zonas de vida para Guatemala esta especie es indicadora de las zonas de vida bosque húmedo montano bajo sub-tropical y bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical. En

esta última, se distribuye naturalmente en los departamentos de Chimaltenango, Totonicapán, Quetzaltenango, Huehuetenango y Sololá, en elevaciones de 1,800 a 3,000 msnm y con precipitación entre 2,065 a 3,900 mm anuales.

La estimación del crecimiento y rendimiento de la especie se hizo con base en los trabajos realizados por Escobedo (1995) e INAFOR (1977), los cuales se muestran en el cuadro 7.

**Cuadro 7: Estimación del rendimiento de *Pinus pseudostrobus* en 0.26 ha con un espaciamiento de 2 x 2.**

Actividad	Edad (años)	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen comercial esperado (m <sup>3</sup> /0.26ha)
Raleo	6	5	5	1.70
Corta final	12	17	15	49.50

Se tomó un período de corta de 12 años, que corresponde a la fase de bosque joven, para la producción de leña y postes, considerando la situación económica de pequeños productores de escasos recursos, quienes difícilmente realizan inversiones a largo plazo, como es un turno de 20 años o más para alcanzar la fase de bosque maduro.

Para cuantificar los costos de la mano de obra del establecimiento, mantenimiento y aprovechamiento de la plantación, se siguió la metodología sugerida por Reiche, Current y Gómez (1991) para Guatemala, y se evaluaron, al igual que los ingresos según precios de mercado local. Los costos e ingresos de la producción agrícola se hicieron de acuerdo a la información recabada en las encuestas de esta investigación. En el análisis financiero se utilizaron los indicadores VAN, TIR y RBC, a una tasa real de descuento del 8%<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Tasa real de descuento = tasa de mercado (14%) - tasa de inflación (6%)

b) Consideraciones socioeconómicas e intereses de los productores para el establecimiento de plantaciones forestales.

La parte 1 de la encuesta dirigida a los agricultores, consideró características socioeconómicas, de la parcela y la producción, elegidas según estudios previos sobre factores que influyen en la decisión de los agricultores para la reforestación. Algunos de estos estudios señalan que la tenencia de la tierra, el tamaño de la finca, el ingreso en la finca, la edad, el nivel de educación, el tamaño de la familia y el acceso a información son variables determinantes en la participación de los agricultores en los programas de reforestación (Rogers, 1995; Hyman, 1983; Cavenes y Kurtz, 1993). En esta investigación no se incluye la variable educación, porque el porcentaje de analfabetismo en el área es muy alto (Funcede, 1994).

Para determinar si las características socioeconómicas y de la parcela tienen alguna influencia en el interés por parte de los agricultores en sembrar árboles, se hizo un modelo de regresión logística, en donde las características socioeconómicas de los agricultores y las características de la parcela fueron utilizadas como variables independientes, la variable dependiente o de respuesta está dada por la probabilidad ( $\pi$ ) del interés en sembrar árboles sobre el no interés en sembrar árboles. La ecuación del modelo de regresión logística utilizada fue:

$$\begin{aligned} \text{Log} (\pi \text{ sí REFOREST} / \pi \text{ no REFOREST}) = & B_0 + B_1 \text{HIJOSCAS} + B_2 \text{EDADAGRI} \\ & + B_3 \text{TAMANOPA} + B_4 \text{TIEMPOPA} + B_5 \text{COSECHAN} + B_6 \text{RENDIMI1} + B_7 \text{RENDIMI2} \\ & + B_8 \text{LOCALIZA} + B_9 \text{ARBOPASA} + B_{10} \text{INGRESOS} + B_{11} \text{DESTINO1} \\ & + B_{12} \text{DESTINO2} + B_{13} \text{IMPORTA1} + B_{14} \text{IMPORTA2} \end{aligned} \quad (17)$$

En donde,

REFOREST: Es la variable dependiente y se refiere al interés o no en sembrar árboles en sus parcelas.

**HIJOSCAS:** Los hijos que viven en la casa, pues en estudios anteriores se ha visto que mientras más hijos vivan en la casa, el padre de familia debe de velar por cubrir las necesidades básicas de alimentación de la familia. Con ello se espera entonces que tenga una influencia negativa sobre el interés en reforestar.

**EDADAGRI:** En estudios anteriores sobre programas en recursos naturales, que generalmente son a largo plazo, se ha visto que la edad influye negativamente.

**TAMANOPA:** Tamaño de la parcela en el volcán San Pedro. Se espera que esta variable tenga una influencia positiva sobre el interés de sembrar árboles.

**COSECHAN:** Cosechas al año de maíz. Se cree que mientras más cosechas de maíz se obtengan menor será el interés en sembrar árboles, porque el número de cosechas es un reflejo de la fertilidad de la parcela.

**RENDIMI:** Rendimiento de la producción en los últimos años, con tres categorías, rendimi1 disminuido, rendimi2 igual y rendimi3 aumentado. Se cree que las categorías 1 y 2 tienen una influencia positiva, en relación a la categoría 3.

**LOCALIZA:** Localización de la parcela, a la orilla del lago o arriba. Se cree que los agricultores con parcelas que no están a la orilla del lago tengan mayor interés en reforestar que los que sí tienen sus tierras a la orilla del lago, porque estas últimas son más fértiles.

**ARBOPASA:** Si el agricultor ha plantado o no árboles en el pasado. Se cree que si el agricultor ha participado anteriormente en proyectos de reforestación, aumente su interés en reforestar.

**INGRESOS:** Ingresos del agricultor provenientes de la producción de maíz en el Volcán San Pedro. En estudios anteriores también se ha visto que esta variable influye en programas de recursos naturales. Se espera que a mayor ingreso, mayor

interés en reforestación.

**DESTINO:** Destino de la producción, con tres categorías, autoconsumo (DESTINO1), venta del excedente (DESTINO2) y venta (DESTINO3). Se cree que las categorías 1 y 2 tienen una influencia negativa en relación a la categoría 3.

**IMPORTA:** Actividad económica más importante del agricultor, con tres categorías, maíz (IMPORTA1), café (IMPORTA2) y comercio (IMPORTA3). Se cree que las categorías 2 y 3 tienen mayor influencia sobre el interés en sembrar árboles que la categoría 1, pues los agricultores que viven principalmente del maíz no poseen excedentes para invertir en programas de largo plazo.

c) Análisis financiero de establecimiento de árboles tomando en cuenta los intereses de los agricultores.

Además del análisis financiero para el sistema taungya se hizo un análisis financiero tomando en cuenta los intereses de los agricultores, para lo cual se utilizó la parte 3 de la encuesta. En esta sección se consideró si el agricultor está interesado en el establecimiento de árboles en sus tierras, bajo qué sistema de plantación estaría dispuesto a plantar árboles, la (s) especie (s) y el producto que desearía obtener. En el anexo A se presenta una copia completa de la encuesta dirigida a los agricultores.

## 6. RESULTADOS

### 6.1. Análisis del ecoturismo bajo tres diferentes niveles de conservación en el área

#### 6.1.1. La variable dependiente

La variable de respuesta (sí/no) para cada escenario describe si la persona está dispuesta a pagar una cantidad específica de dinero (BID) por la mejora hipotética de la conservación del bosque en el volcán San Pedro. En este estudio se determinó la VDP para: la conservación y protección del bosque natural con un programa de educación ambiental (escenario *a*); conservación y protección del bosque directamente a través de un programa de ecoturismo con mejoramiento en infraestructura y servicios para el visitante (escenario *b*) y aumento de la cobertura boscosa (escenario *c*). Del total de encuestas realizadas, 434 de turistas extranjeros y 442 de turistas nacionales, se eliminaron aquellas en las cuales la persona no contestó alguna de las preguntas socioeconómicas, reduciéndose la muestra a 382 encuestas de visitantes extranjeros y 386 de nacionales.

Del total de encuestas válidas para turistas extranjeros con el formato dicotómico LD, el 90% en el escenario *a*, el 60% en el escenario *b* y el 51% en el escenario *c* tienen una voluntad de pago positiva. En cuanto a los turistas nacionales el 89%, 61% y 63% tienen una voluntad de pago positiva para los escenarios *a*, *b* y *c* respectivamente. Lo anterior da una idea de la importancia que tiene para cada grupo de turistas la conservación del bosque en el volcán San Pedro y las diferentes mejoras ambientales propuestas en el mismo. En los dos grupos de turistas las mejoras ambientales para los escenarios *a* y *b* son muy similares, pero existe diferencia en cuanto a la apreciación que tienen respecto al aumento de cobertura boscosa en el volcán San Pedro, 51% de turistas extranjeros contestó "sí" a la pregunta de VDP contra el 63% de turistas nacionales.

En el escenario *a*, puede verse que con el modelo LS, el porcentaje de respuestas "sí" (al BID inicial) es bastante alto, 75% en turistas extranjeros y en nacionales corresponde a un 85%. Sin embargo, puede verse que con el formato LD se capta un porcentaje alto, 34% en turistas extranjeros y 42% en nacionales, que además de estar dispuestos a pagar el BID inicial, también están dispuestos a pagar el segundo BID más alto (el doble del BID<sub>i</sub>). Al utilizar el formato dicotómico LS, esta categoría de respuesta queda fuera, pues solamente incluye la primera parte de la pregunta de VDP.

En el escenario *b*, puede apreciarse también que un 35% de turistas extranjeros y un 32% de turistas nacionales contestaron "no" al BID inicial presentado y luego "sí" al segundo BID, que correspondió como se indicara anteriormente a la mitad del BID inicial. Por lo anteriormente expuesto, puede decirse entonces que el modelo LD determina mejor la máxima VDP individual cuando los rangos del BID inicial no están perfectamente establecidos.

**Cuadro 8: Respuesta de cada grupo de turistas a la pregunta de VDP según escenarios.**

	Turistas extranjeros						Turistas nacionales					
	<i>a</i>		<i>b</i>		<i>c</i>		<i>a</i>		<i>b</i>		<i>c</i>	
	frec	%	frec	%	frec	%	frec	%	frec	%	frec	%
sí-sí	130	34	15	4	22	6	161	42	23	6	65	17
sí-no	157	41	81	21	98	26	165	43	89	23	112	29
no-sí	55	14	133	35	74	19	17	4	122	32	67	17
no-no	40	11	153	40	188	49	43	11	152	39	142	37
Total	382	100	382	100	382	100	386	100	386	100	386	100

Al analizar las razones por las cuales los turistas respondieron "no" en la pregunta de voluntad de pago, resumidas en el cuadro 9, sobresale "precio muy alto", (no dispongo de esa cantidad de dinero) tanto en turistas extranjeros como nacionales en los escenarios *b* y *c*. El 25% de los turistas extranjeros opinaron que el precio por un boleto de entrada al volcán San Pedro con infraestructura, servicios para el

ecoturismo y conservación y protección directa es muy alto. El 20% de este grupo también opinó que el precio por el aumento de cobertura boscosa es muy elevado. En el grupo de turistas nacionales, el 32% y 17% consideró que el precio es muy alto por un boleto de entrada al volcán San Pedro y por el aumento de la cobertura boscosa, respectivamente.

El número de personas extranjeras entrevistadas que señalaron que no les parece que deban pagar por proteger y conservar un bosque, llama la atención que el porcentaje cambia según el escenario. Sin embargo, este porcentaje no alcanzó ni el 10% en ninguno de los tres escenarios planteados. El rango de respuestas en esta categoría en los turistas nacionales estuvo entre 2 y 4%.

En cuanto a respuestas de protesta, en el escenario a correspondió a "no confío en autoridades locales", la cual es una protesta por el vehículo de pago. El porcentaje tanto en el grupo de extranjeros como nacionales fue de un 3%. En el escenario c, las respuestas de protesta, 5% en visitantes extranjeros y 4% en nacionales, correspondieron a la categoría "me gusta el volcán así como está".

**Cuadro 9: Resumen de razones por la cuales los turistas entrevistados respondieron "no" a la pregunta de VDP**

Muestra Tamaño	Turistas extranjeros 382						Turistas nacionales 386					
	<b>a</b>		<b>b</b>		<b>c</b>		<b>a</b>		<b>b</b>		<b>c</b>	
	frec	%	frec	%	frec	%	frec	%	frec	%	frec	%
No debo pagar	11	3	26	7	20	5	8	2	15	4	15	4
BIDs de protesta	11	3			11	3	10	3			10	3
precio muy alto	8	2	95	25	78	20	15	4	124	32	70	18
más información	7	2	28	7	63	17	6	2	11	3	24	6
otro	3	1	4	1	16	4	4	1	2	1	23	6
Total	40	10	153	40	188	49	43	11	152	39	142	37

Las repuestas bajo la categoría "otros" incluyeron: "el gobierno debe ser quien vele por la conservación de los recursos naturales", "propietarios de hoteles y

restaurantes deben pagar y no visitantes” y por último “deben existir tarifas especiales para quienes viajan con familia”.

### 6.1.2. Las variables independientes

Se hizo un análisis de estadísticas descriptivas de las variables independientes incluidas en el modelo para turistas extranjeros y nacionales. Los resultados se resumen en el cuadro 10.

**Cuadro 10: Estadísticas descriptivas de variables independientes en el grupo de turistas extranjeros y turistas nacionales**

Visitantes extranjeros			Visitantes nacionales		
Variable	Media	Desviación estándar	Variable	Media	Desviación estándar
NACION1*	0.33	0.47	ORIGEN*	0.71	0.45
NACION2*	0.33	0.47			
NACION3*	0.28	0.45			
AMBI*	0.66	0.48	AMBI*	0.52	0.50
EDAD*	32.68	11.40	EDAD	33.79	9.97
SEX*	0.47	0.50	SEX*	0.51	0.50
NINOS*	0.18	0.38	NINOS*	0.47	0.51
EDUC*	0.72	0.45	EDUC*	0.58	0.49
INC	21.938	16.73	INC	46.48	43.07
VISIT*	0.59	0.51	FREC1*	0.21	0.41
			FREC2*	0.40	0.49
IMP1*	0.51	0.50	IMP1*	0.54	0.50
IMP2*	0.19	0.39	IMP2*	0.18	0.39
APROT*	0.85	0.36	APROT*	0.68	0.47
DIAS	4.83	9.19	DIAS	2.87	2.80
HOTEL*	0.38	0.48	HOTEL*	0.57	0.50
GASTOS	326.43	419.26	GASTOS	1015.15	1359.90

\* indica variables artificiales

Edad está en años

Días está en número de días que permanece en el lago de Atitlán

El ingreso en turistas extranjeros está en miles ('000) de US\$ y en nacionales en miles ('000) de quetzales

Los gastos para el grupo de visitantes extranjeros está en US\$ y para nacionales en Q.

La descripción de los códigos puede verse en la sección de Metodología (cuadros 5 y 6)

El 0.66 de los visitantes extranjeros pertenecen o simpatizan con grupos ambientalistas, mientras que 0.52 de los turistas nacionales dice serlo o simpatizar

con ellos.

En cuanto a viajar con niños, el 0.18 de turistas extranjeros sí lo hacen y 0.47% de los visitantes nacionales viajan con ellos.

El ingreso medio del turista extranjero es de US\$ 21,000 anuales y para turistas nacionales es de Q. 46,500 (US\$ 7,750), mostrando de esta manera lo señalado anteriormente en Metodología en relación a separar a los visitantes en: grupo de visitantes extranjeros y grupo de visitantes nacionales, especialmente por la diferencia en el nivel de ingresos.

El 0.41 del turista extranjero ha visitado el área anteriormente y el 0.40 del visitante guatemalteco llega más de una vez al año al lago de Atitlán. Lo anterior puede indicar que el turismo que llega al área es repetitivo.

De las impresiones (IMP) que tienen respecto al área es importante señalar que tanto turistas extranjeros (30%) como nacionales (28%) opinan que el área está muy deforestada.

Además de las variables incluidas en el modelo, también se incluyeron otras variables en la encuesta para determinar cuáles son los propósitos principales de la visita del turista al área. Los resultados para turistas extranjeros y nacionales se presentan en el cuadro 11. En el grupo de turistas extranjeros, los propósitos principales de su visita son el descanso con un 57%; disfrutar de la belleza del lago con un 43%; al 36% le interesa conocer cultura indígena, el 35% tiene como propósito de la visita, disfrutar de la naturaleza, y el 34% llega en busca de paz, tranquilidad, y aire puro. Los propósitos principales de los visitantes guatemaltecos, incluyen el descanso con 66%, disfrutar de la naturaleza, 38% y disfrutar de la belleza del lago con 45%.

Si se toma en cuenta que un objetivo en el estudio técnico de la Reserva de Usos

Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán, es el desarrollo de proyectos para el ecoturismo, vemos que existe un alto porcentaje dentro de la población de turistas extranjeros y nacionales que buscan este tipo de atractivos en el área.

**Cuadro 11: Propósitos principales de turistas extranjeros y nacionales durante su visita al Lago de Atitlán.**

Propósito	Turista extranjero (porcentaje)	Turista nacional (porcentaje)
Descanso	57	66
Natación	17	14
Buceo	6	4
Comprar artesanías	21	15
Paseo en lancha	24	17
Observación de aves	9	4
Disfrutar de la naturaleza (flora y fauna)	35	38
Fotografía	28	13
Disfrutar de la belleza del lago	43	45
Investigación científica	3	1
Paz, tranquilidad y aire puro	34	42
Conocer cultura indígena	36	9
Montañismo	17	5
Negocios	7	7

### 6.1.3. Estimación de modelos multivariados

Antes de hacer el análisis multivariado es necesario determinar la existencia de correlación directa entre las variables independientes, y otras formas más complejas de correlación para detectar la existencia de multicolinealidad. Como puede verse en los cuadros 12 y 13, donde se presentan las matrices de correlación para los dos grupos de turistas, los coeficientes de correlación entre las variables independientes son bajos. En el grupo de turistas nacionales aparece el coeficiente de correlación más alto, 0.51, entre considerar que el área es única (IMP1) y considerarla como turística normal (IMP2).

**Cuadro 13: Matriz de correlaciones para las variables independientes con respecto al grupo de turistas nacionales**

	OR	AM	ED	SX	NI	EC	IN	F1	F2	I1	I2	AP	DS	HO	GS
OR	1.00														
AM	0.11	1.00													
ED	0.13	0.06	1.00												
SX	-0.20	0.03	0.07	1.00											
NI	0.13	0.05	0.17	-0.10	1.00										
EC	0.21	0.20	0.16	0.10	0.10	1.00									
IN	0.22	0.10	0.27	0.18	0.27	<u>0.44</u>	1.00								
F1	0.03	-0.06	0.07	-0.06	0.14	-0.07	0.05	1.00							
F2	-0.14	-0.01	0.02	0.11	-0.08	-0.07	-0.03	<u>-0.42</u>	1.00						
I1	0.01	0.01	-0.06	0.03	-0.09	0.07	0.01	-0.04	-0.03	1.00					
I2	0.03	-0.09	-0.04	-0.10	0.04	-0.08	0.02	0.04	-0.04	<u>-0.51</u>	1.00				
AP	0.11	0.22	0.02	0.06	0.01	0.15	0.12	-0.03	0.09	0.05	-0.26	1.00			
DS	-0.02	0.06	0.07	-0.03	-0.03	0.05	0.09	-0.05	0.05	-0.01	-0.07	0.12	1.00		
HO	0.22	0.15	0.15	-0.04	0.23	0.27	0.32	0.06	-0.07	-0.06	-0.05	0.21	-0.017	1.00	
GS	0.12	0.05	0.22	0.10	0.15	0.20	0.39	0.13	-0.07	0.01	-0.09	0.15	0.21	0.31	1.00

Cuadro 12: Matriz de correlaciones para las variables independientes con respecto al grupo de turistas extranjeros

	N1	N2	N3	AM	ED	SX	NI	EC	IN	VS	I1	I2	AP	DS	HO	GS
N1	1.00															
N2	<u>-0.49</u>	1.00														
N3	<u>-0.44</u>	<u>-0.44</u>	1.00													
AM	0.03	-0.01	-0.01	1.00												
ED	-0.03	0.05	-0.01	-0.02	1.00											
SX	-0.08	-0.11	0.17	-0.04	0.09	1.00										
NI	-0.02	-0.17	0.23	0.09	0.13	0.01	1.00									
EC	-0.10	0.12	-0.05	0.08	0.32	-0.01	0.12	1.00								
IN	-0.01	0.16	-0.18	-0.02	<u>0.49</u>	0.09	0.16	0.36	1.00							
VS	-0.04	0.10	-0.09	-0.08	-0.26	-0.06	-0.19	-0.09	-0.03	1.00						
I1	-0.08	0.04	0.05	-0.07	-0.15	-0.11	-0.04	-0.12	-0.05	0.14	1.00					
I2	0.03	-0.03	-0.01	-0.13	0.02	0.08	-0.06	0.01	-0.11	0.09	<u>-0.49</u>	1.00				
AP	-0.06	0.10	-0.10	0.24	0.03	0.06	0.01	0.17	0.12	-0.08	0.03	-0.20	1.00			
DS	0.01	0.06	-0.08	-0.02	0.01	0.01	-0.06	-0.14	-0.03	-0.08	0.09	-0.06	-0.10	1.00		
HO	-0.01	-0.13	0.19	0.06	0.35	0.11	0.31	0.17	0.31	-0.25	-0.09	-0.05	-0.01	-0.06	1.00	
GS	-0.01	-0.07	-0.01	0.04	0.21	0.05	0.15	0.09	0.26	-0.19	0.02	-0.07	0.06	0.33	<u>0.45</u>	1.00

Una metodología también útil para detectar multicolinealidad entre las variables independientes, pero el cual no fue llevado a cabo en este estudio, es realizar regresiones auxiliares con cada variable independiente del modelo en función de las demás variables independientes. Si uno o más de los  $R^2$  resultantes es elevado, entonces hay evidencia de un problema de multicolinealidad.

Otro método útil para sospechar que existe multicolinealidad, es tomar en cuenta los errores estándares de los coeficientes asociados con cada variable independiente después de hacer el análisis multivariado.

#### **6.1.3.1. El modelo de límite simple**

Se hicieron regresiones logit multivariadas para cada grupo de turistas, según el escenario planteado. La variable dependiente se tomó como el logaritmo de la probabilidad de respuesta sí/no a la pregunta de VDP, y todas las variables socioeconómicas incluyendo el BID, como variables independientes. Se utilizaron las ecuaciones 14 para turistas nacionales y 15 para extranjeros. Los resultados se presentan separadamente según el grupo de turistas y por escenario. Al final se hace un resumen de las variables individualmente significativas en cada modelo.

- Educación ambiental:

El cuadro 14 muestra los resultados del modelo de regresión logit para el grupo de extranjeros. La mayoría de las variables no son significativas al nivel de 0.1. Sin embargo, el estadístico score, prueba para determinar la significancia en conjunto de las variables independientes, nos dice que el efecto combinado de las variables independientes ( $\text{Chi-cuadrado} = 56.247$ ) es significativo a un nivel de  $p = 0.0001$ . De igual manera, el valor de  $\text{Chi-cuadrado} = 59.78$  para  $-2 \log \text{likelihood ratio}$  indica una relación significativa entre las variables independientes y la variable dependiente con un valor de  $p = 0.0001$ . El modelo predice correctamente las respuestas "sí"/"no" en un 77%.

**Cuadro 14: Resultados del modelo completo de límite simple para turistas extranjeros para programa de educación ambiental.**

Variable	Coefficiente	Error estándar	Wald chi-cuadrado
Intercepto***	3.5734	1.0784	***10.9804
BID***	-0.6471	0.1283	***25.4337
NACION1	0.3690	0.6200	0.3541
NACION2	0.6313	0.6116	1.0667
NACION3	-0.3413	0.6291	0.2944
AMBI	0.4429	0.2990	2.1934
EDAD	-0.0147	0.0150	0.9543
SEX	-0.2618	0.2961	0.7818
NINOS	-0.1089	0.3942	0.0762
EDUC	0.0311	0.3389	0.0084
INC	-0.00063	0.0108	0.0034
VISITA	0.2644	0.3048	0.7526
IMP1	-0.8811	0.3997	**4.8585
IMP2	-1.3084	0.4613	***8.0460
APROT	0.0185	0.4095	0.0021
DIAS	0.00268	0.0210	0.0163
HOTEL	0.5333	0.3951	1.8223
GASTOS	0.000205	0.000562	0.1334

n= 365      si= 287      no=78      -2 log likelihood = 318.953

Chi-cuadrado  $(17_{gl}) = 56.247$  (p= 0.0001)

Concordantes= 76.5%

Disconrdantes= 23.3%

nivel de significancia:      \*\*\*0.01

                                 \*\*0.05

                                 \*0.10

Las variables independientes individualmente significativas son BID ( $p > 0.01$ ), IMP1 ( $p > 0.05$ ) e IMP2 ( $p > 0.01$ ). Lo anterior significa que a mayor BID, disminuye la probabilidad de tener una respuesta "sí" a la pregunta de VDP, y que considerar el área como única (IMP1) o turística normal (IMP2) disminuye la probabilidad de respuesta "sí" en relación a considerar que el área está deforestada. Debe señalarse que otros estudios han encontrado que el ingreso y la educación son variables individualmente significativas, sin embargo, en este contexto vemos que las impresiones que el visitante tenga del área influyen significativamente en la VDP.

En relación a las demás variables, aunque no puedan hacerse inferencias

estadísticas por no ser individualmente significativas, es importante señalar que en general, los signos cumplen con lo esperado.

En relación a los resultados obtenidos para el grupo de turistas nacionales (cuadro 15), puede apreciarse que el modelo, con un valor de Chi-cuadrado = 51.75 es altamente significativo ( $p = 0.0001$ ) y tiene además una tasa de predicción correcta de 79%.

En este modelo también son individualmente significativas las variables BID e IMP1, mostrando que las personas que consideran el área única tienen menor VDP que aquellas que consideran que está deforestada.

**Cuadro 15: Resultados del modelo completo de límite simple para turistas nacionales para programa de educación ambiental.**

Variable	Coficiente	Error estándar	Wald chi-cuadrado
Intercepto	4.6605	1.0791	***18.6521
BID	-0.5214	0.1599	***10.6319
ORIGEN	0.7606	0.3858	**3.8858
AMBI	-0.2082	0.3750	0.3082
EDAD	-0.0269	0.0172	2.4347
SEX	-0.4051	0.3779	1.1494
NINOS	-0.6389	0.3668	*3.0348
EDUC	0.7282	0.4126	*3.1149
INC	0.0591	0.0587	1.0162
FREC1	-0.3822	0.5021	0.5794
FREC2	-0.7029	0.4065	*2.9890
IMP1	-0.8450	0.4682	*3.2581
IMP2	-0.8414	0.5727	2.1587
APROT	0.4804	0.3850	1.5570
DIAS	-0.0276	0.0523	0.2791
HOTEL	0.3900	0.4154	0.8813
GASTOS	0.000261	0.000289	0.8151

n = 373      si = 326    no = 47      -2 log likelihood = 230.5621

Chi-cuadrado<sub>(16gl)</sub> = 51.757 (p = 0.0001)

Concordante = 79.2 %

Discordante = 20.4 %

Nivel de significancia =

\*\*\* = 0.01

\*\* = 0.05

\* = 0.10

Además de estas variables, también son significativas las variables ORIGEN,

NINOS, EDUC, FREC2 e IMP1. Los signos de estos coeficientes cumplen con lo esperado, en el sentido de que las personas originarias (ORIGEN) de las ciudades tienen mayor VDP que aquellas del interior del país. Cuando un visitante viaja con niños (NINOS), se disminuye la probabilidad de tener una respuesta "sí" a la pregunta de VDP. En relación a la frecuencia con que llegan al área, aquellas personas que llegan una vez al año (FREC2) tienen menor VDP que aquellas que llegan esporádicamente. Lo anterior resulta ser lógico si se toma en cuenta que el vehículo de pago propuesto fue un peaje a la entrada de Panajachel. Al igual que para el grupo de turistas extranjeros, aquí, las personas que consideran que es un área turística normal tienen menor VDP en relación a aquellas que piensan que está muy deforestada.

- Infraestructura y servicios para el ecoturismo:

Los resultados del grupo de turistas extranjeros utilizando el método LS se presentan en el cuadro 16. El modelo es altamente significativo ( $\alpha \leq 0.01$ ) con un valor de Chi-cuadrado = 40.375, indicando que todas las variables independientes en su conjunto explican la variación en y. El modelo predice correctamente la respuesta "sí"/"no" en un 72%.

Las variables individualmente significativas son BID, INC, DIAS y GASTOS. El signo del coeficiente para la variable DIAS no corresponde a lo esperado, ya que se esperaba que la probabilidad de una respuesta "sí" aumentara con el número de días, especialmente porque se está haciendo un planteamiento de recreación. Sin embargo, debe de tomarse en cuenta que el turista extranjero que permanece más días, algunos hasta más de un mes, son generalmente "mochileros" con presupuestos más limitados.

Al comparar este modelo con el modelo anterior para turistas extranjeros, aquí sí es significativa individualmente la variable ingreso (INC con  $\alpha = 0.05$ ) y esto puede deberse a que el rango del BID es mayor. Las impresiones que tiene el visitante

sobre el área, no son significativas individualmente, siendo esto lógico, porque el bien que se está evaluando es la recreación dentro del bosque natural en el volcán San Pedro.

**Cuadro 16: Resultados del modelo completo de límite simple para turistas extranjeros en mejoramiento de infraestructura y servicios para el ecoturismo.**

Variable	Coefficiente	Error estándar	Wald chi-cuadrado
Intercepto	0.2253	0.8689	0.0673
BID	-0.1585	0.0408	***15.0777
NACION1	0.0348	0.5143	0.0046
NACION2	-0.3774	0.5122	0.5429
NACION3	-0.4366	0.5535	0.6223
AMBI	0.1541	0.2931	0.2766
EDAD	0.00911	0.0137	0.4423
SEX	-0.2770	0.2675	1.0721
NINOS	-0.2753	0.3850	0.5115
EDUC	-0.0274	0.3301	0.0069
INC	0.0187	0.0095	**3.8161
VISITA	0.3794	0.2850	1.7725
IMP1	0.1965	0.3076	0.4050
IMP2	-0.4321	0.4128	1.0953
APROT	-0.1486	0.3903	0.1450
DIAS	-0.1153	0.0513	**5.0512
HOTEL	-0.4615	0.3524	1.7149
GASTOS	0.00107	0.000453	**5.5558

n = 356      sí = 96      no = 260      -2 log likelihood = 369.606

Chi-cuadrado<sub>(df=17)</sub> = 40.375 (p = 0.0011)

Concordante = 72 %

Discordante = 27.7

Nivel de significancia:      \*\*\* = 0.01

   \*\* = 0.05

En el grupo de turistas nacionales, el modelo de regresión logit también es estadísticamente significativo ( $\alpha \leq 0.001$ ) con un valor de Chi-cuadrado = 25.202 y un valor de  $p = 0.0001$ . La tasa de predicción correcta del modelo es de 74.3 %. Ver cuadro 17.

En este modelo, además de las variables BID e ingreso (INC), que fueron significativas en el modelo de turistas extranjeros en el escenario *b*, resultan ser

significativas de forma individual, las variables ORIGEN, EDAD, NINOS, EDUC, y APROT.

**Cuadro 17: Resultados del modelo completo de límite simple para turistas nacionales con mejoramiento de infraestructura y servicios para el ecoturismo.**

Variable	Coefficiente	Error estándar	Wald chi-cuadrado
Intercepto	-1.3397	0.7483	***3.2047
BID	-0.0480	0.0114	***17.7784
ORIGEN	0.5834	0.3101	***3.5396
AMBI	-0.0926	0.2570	0.1298
EDAD	0.0237	0.0126	***3.5523
SEX	0.4145	0.2692	2.3704
NINOS	0.4398	0.2644	*2.7679
EDUC	-0.8853	0.2999	**8.7159
INC	0.00808	0.00356	**5.1479
FREC1	-0.0925	0.3496	0.0701
FREC2	0.1584	0.2858	0.3073
IMP1	-0.1087	0.2885	0.1420
IMP2	0.0124	0.3880	0.0010
APROT	0.6059	0.3070	***3.8947
DIAS	0.0536	0.0429	1.5643
HOTEL	0.0116	0.2843	0.0017
GASTOS	0.000065	0.0001	0.4241

n = 375      sí = 112      no = 263      -2 log likelihood = 397.752

Chi-cuadrado<sub>(17df)</sub> = 55.202 (p = 0.0001)

Concordante = 74.3 %

Discordante = 25.4 %

Nivel de significancia =      \*\*\* = 0.01  
    \*\* = 0.05  
    \* = 0.10

Los signos de las variables EDAD, NINOS y EDUC no cumplen con lo esperado. En relación a la variable EDAD, otros estudios señalan que a mayor edad menor VDP, y aquí se tiene lo contrario. El signo de la variable NINOS, señala que cuando el visitante viaja con niños, aumenta la probabilidad de tener una respuesta "sí" a la VDP y esto puede que se deba a que se está planteando una alternativa de recreación. En este modelo sobresale el signo negativo de la variable EDUC, pues se esperaba que a mayor nivel educativo, mayor VDP, lo cual hace pensar que el bien fue percibido por parte de la persona entrevistada solamente como un planteamiento de recreación y no de conservación y protección directas. Además de

esto, debe tomarse en cuenta que para el visitante con mayor nivel educativo, y generalmente con mayor ingreso existen varias alternativas de recreación en los grandes hoteles, a las cuales las personas de menor nivel educativo no tienen acceso.

Al hacer la comparación con el modelo de turistas nacionales en el escenario *a*, se tiene que en este escenario las variables ingreso (INC) y Areas Protegidas (APROT) son individualmente significativas, posiblemente porque aquí el rango del BID es más alto y existe un planteamiento directo del establecimiento de un área protegida para el ecoturismo.

- Aumento de cobertura boscosa:

Los resultados del modelo LS para turistas extranjeros se presentan en el cuadro 18. Las únicas variables individualmente significativas son BID e IMP2. Sin embargo, según el estadístico Score, todas las variables independientes en su conjunto explican el modelo con un valor de Chi-cuadrado = 40.809 ( $p = 0.0010$ ). El modelo predice correctamente el 72.3% de las veces las respuestas "sí/no".

En este modelo, como se mencionó anteriormente, son significativas estadísticamente las variables BID e IMP2. En relación a esta última, considerar el área como turística normal, disminuye la probabilidad de una respuesta "sí" en relación a las personas que consideran el área como muy deforestada. El hecho de que resultara individualmente significativa desde el punto de vista estadístico, tiene lógica, pues en este escenario se plantea la reforestación del volcán San Pedro.

Los resultados para el grupo de turistas nacionales se muestran en el cuadro 19. Este modelo es, al igual que los anteriores, altamente significativo con un valor de Chi-cuadrado = 36.902 ( $p = 0.0022$ ). Predice correctamente el 69.4% de las veces las respuestas "sí"/"no".

**Cuadro 18: Resultados del modelo completo de límite simple para turistas extranjeros con aumento de cobertura boscosa.**

Variable	Coefficiente	Error estándar	Wald chi-cuadrado
Intercepto	1.6040	0.8507	**3.5556
BID	-0.2443	0.0525	***21.5163
NACION1	0.1176	0.5296	0.0493
NACION2	-0.3167	0.5325	0.3536
NACION3	-0.1769	0.5536	0.1021
AMBI	-0.3161	0.2762	1.3103
EDAD	-0.0136	0.0133	1.0557
SEX	-0.0804	0.2605	0.0953
NINOS	-0.2766	0.3775	0.5369
EDUC	0.000104	0.3028	0.0000
INC	0.00744	0.00943	0.6234
VISITA	0.1736	0.2744	0.4000
IMP1	-0.4046	0.3024	1.7898
IMP2	-0.7132	0.3915	*3.3174
APROT	0.00798	0.3670	0.0005
DIAS	-0.00802	0.0270	0.0880
HOTEL	-0.2622	0.3378	0.6025
GASTOS	0.000536	0.000448	1.4342

n = 320                      si = 119                      no = 201                      -2 log likelihood = 378.084

Chi-cuadrado<sub>(df=16)</sub> = 40.809 (p = 0.0010)

Concordante = 72.3%

Discordante = 27.5%

Nivel de significancia:

\*\*\* = 0.01

\*\* = 0.05

\* = 0.10

Las variables individualmente significativas son BID, ORIGEN, EDAD e IMP2. Los signos de los coeficientes de estas variables son los esperados. Nuevamente destaca que en este escenario tanto para el grupo de visitantes extranjeros como nacionales también sea individualmente significativa la variable IMP2, indicando que el turista percibe el problema de deforestación en el área y está dispuesto a pagar una cantidad de dinero para que se conserve y proteja el bosque natural en el volcán San Pedro y además se reforeste.

**Cuadro 19: Resultados del modelo completo de límite simple para turistas nacionales con aumento de cobertura boscosa.**

Variable	Coefficiente	Error estándar	Wald chi-cuadrado
Intercepto	1.7757	0.6689	*7.0464
BID	-0.2054	0.0504	***16.5916
ORIGEN	0.5599	0.2671	**4.3948
AMBI	0.0587	0.2321	0.0640
EDAD	-0.0272	0.0119	**5.2463
SEX	-0.0908	0.2428	0.1398
NINOS	0.0563	0.2384	0.0557
EDUC	-0.0764	0.2617	0.0853
INC	0.00333	0.00325	1.0501
FREC1	-0.1588	0.3129	0.2577
FREC2	-0.0588	0.2556	0.0529
IMP1	-0.1893	0.2656	0.5079
IMP2	-0.5719	0.3492	*2.6814
APROT	0.1643	0.2599	0.3995
DIAS	-0.0395	0.0578	0.4669
HÓTEL	0.1796	0.2568	0.4893
GASTOS	0.000133	0.000112	1.4229

n = 362

sí = 177

no = 185

-2 log likelihood = 462.687

Chi-cuadrado<sub>(189)</sub> = 36.902 (p = 0.0022)

Concordante = 69.4 %

Discordante = 31.3 %

Nivel de significancia =

\*\*\* = 0.01

\*\* = 0.05

\* = 0.10

### 6.1.3.2. El modelo de límite doble

El modelo de regresión logit simple es una buena primera aproximación de las variables independientes que son relevantes. La estimación del modelo LD se hizo con base al modelo simple, utilizando solamente aquellas variables que fueron significativas a un  $\alpha = 0.20$ .

Los resultados de los modelos LS y LD reducidos para el grupo de turistas extranjeros en el escenario de educación ambiental se presentan en el cuadro 20.

Las variables estadísticamente significativas en el modelo simple también son significativas en el modelo doble. Por otro lado, las variables significativas a un nivel

de 0.05 ó 0.10 en el modelo LS son significativas en el LD a un nivel de 0.01. Los signos de los coeficientes se mantienen y cumplen con lo esperado.

**Cuadro 20: Modelos de límite simple y doble reducidos.  
Turistas extranjeros en programa de educación ambiental**

Variable	Límite simple			Límite doble		
	Coefficiente estimado	Error estándar	X <sup>2</sup>	Coefficiente estimado	Error estándar	valor "t"
Intercepto	3.8240	0.5357	***50.9505	1.90009	0.19399	***9.79483
BID	-0.6692	0.1249	***28.7165	-0.68767	0.03419	***20.11318
NACION3	-0.7865	0.2959	***7.0638	-0.6122	0.0617	***9.9216
AMBI	0.4665	0.2867	*2.6470	0.56611	0.10026	***5.64635
IMP1	-0.7897	0.3794	**4.3323	-0.77815	0.09355	***8.31836
IMP2	-1.3037	0.4333	***9.0512	-0.74108	0.1921	***3.85789

nivel de significancia: \*\*\*0.01  
\*\*0.05  
\*0.01

Más importante aún, es la disminución del error estándar asociado a los coeficientes de las variables. Estos errores estándares se redujeron con este modelo más de la mitad en muchos de los coeficientes y con ello puede verse que el LD es mucho más eficiente que el modelo simple.

Para el grupo de visitantes nacionales, los resultados de los modelos reducidos LS y LD en el escenario de educación ambiental se presentan en el cuadro 21.

**Cuadro 21: Modelos de límite simple y doble reducido.  
Turistas nacionales en programa de educación ambiental**

Variable	Límite simple			Límite doble		
	Coefficiente estimado	Error estándar	X <sup>2</sup>	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor "t"
Intercepto	3.1474	0.7871	***15.9910	1.70748	0.39119	***4.36484
BID	-0.5156	0.1497	***11.8546	-0.5164	0.03306	***15.61829
ORIGEN	0.8691	0.3523	***6.0846	0.69995	0.23088	***3.03162
EDAD	-0.0209	0.0160	1.7082	-0.00082	0.001031	0.07948
EDUC	0.8746	0.3621	***5.8356	0.66748	0.21385	***3.12123
HOTEL	0.6498	0.3646	**3.1755	0.92029	0.21482	***4.28401

nivel de significancia: \*\*\*0.01  
\*\*0.05

Aquí, al igual que en el caso anterior, las variables significativas al 0.05 ó 0.10 en el modelo LS, son significativas en éste a un nivel de  $\alpha = 0.01$ . Los signos de los coeficientes no cambian y cumplen con lo esperado. Los errores estándares asociados a los coeficientes de las variables también se redujeron significativamente, por lo que los estimadores de los coeficientes con el modelo LD son más eficientes que los del modelo LS.

En la situación de mejoramiento en infraestructura y servicios para el ecoturismo, en el grupo de turistas extranjeros (los resultados se presentan en el cuadro 22), los modelos LD comparados con los modelos LS son también más eficientes, al tener errores estándares asociados a los coeficientes de las variables, mucho más pequeños.

**Cuadro 22: Modelos de límite simple y doble. Turistas extranjeros en situación de mejoramiento en infraestructura y servicios para el ecoturismo.**

Variable	Límite simple			Límite simple		
	Coefficiente estimado	Error estándar	X <sup>2</sup>	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor "t"
Intercepto	0.0961	0.4533	0.0450	0.88810	0.25111	***3.53671
BID	-0.1639	0.0400	***16.7591	-0.28410	0.01832	***15.50978
NACION1	0.3948	0.2680	2.1702	0.40729	0.20683	**1.96923
INC	0.0205	0.00795	***6.6718	0.09426	0.03062	***3.07832
IMP1	0.4014	0.2577	2.4267	0.52196	0.19518	***2.67424
DIAS	-0.1110	0.0500	**4.9187	-0.02434	0.01630	*1.49326
HOTEL	-0.5808	0.3180	**3.3353	-0.05720	0.22971	0.24898
GASTOS	0.00103	0.000433	***5.6964	0.04107	0.02884	*1.42373

nivel de significancia: \*\*\*0.01  
 \*\*0.05  
 \* 0.01

El modelo LD incorpora además, dentro de las variables estadísticamente significativas las variables NACION1 ( $\alpha = 0.05$ ) e IMP1 ( $\alpha = 0.01$ ). Las variables DIAS y GASTOS estadísticamente significativas ( $\alpha = 0.05$  y  $\alpha = 0.01$  respectivamente) en el modelo SB, son significativas a un nivel inferior en el DB ( $\alpha = 0.10$  y  $\alpha = 0.05$  respectivamente). El modelo DB excluye dentro de las variables significativas, la variable HOTEL.

Para el grupo de turistas nacionales, al comparar el modelo LD con el LS, notamos que los signos de los coeficientes se mantienen iguales. Además, algunas variables son en el modelo LD más significativas que en el LS, tal es el caso de las variables ORIGEN, NINOS y APROT, mientras que otras variables son menos significativas, como EDAD y EDUC. Ver cuadro 23.

**Cuadro 23: Modelos de límite simple y límite doble. Turistas nacionales en situación de mejoramiento en infraestructura y servicios para el ecoturismo.**

Variable	Límite simple			Límite doble		
	Coefficiente estimado	Error estándar	X <sup>2</sup>	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor "t"
Intercepto	-1.3957	0.6507	**4.6009	0.49217	0.41558	1.18428
BID	-0.0483	0.0112	***18.7584	-0.074774	-0.004815	***15.52875
ORIGEN	0.5627	0.3050	*3.4035	0.46329	0.23711	**1.95393
EDAD	0.0250	0.0124	**4.0940	0.003211	0.009966	0.32216
SEX	0.4272	0.2648	2.6020	0.10276	0.20502	0.50122
NINOS	0.4404	0.2589	*2.8925	0.33541	0.19809	**1.69327
EDUC	-0.9069	0.2909	***9.7125	-0.36311	0.21794	**1.66607
INC	0.0871	0.0335	***6.7716	0.12864	0.03991	***3.233
APROT	0.6228	0.2856	**4.7552	0.47658	0.21332	**2.2341
DIAS	0.0595	0.0416	2.0464	0.003621	0.003621	0.0986

nivel de significancia:  
 \*\*\*0.01  
 \*\*0.05  
 \* 0.01

En el escenario hipotético de aumento de cobertura boscosa en el grupo de turistas extranjeros (cuadro 24), las variables independientes que no fueron individualmente significativas desde el punto de vista estadístico, muestran serlo en el modelo de límite doble reducido, tal es el caso de la variable NACION1.

**Cuadro 24: Modelos de límite simple y doble reducidos. Turistas extranjeros en situación de aumento de cobertura boscosa.**

Variable	Límite simple			Límite doble		
	Coefficiente estimado	Error estándar	X <sup>2</sup>	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor "t"
Intercepto	0.7733	0.2876	***7.2292	0.89265	0.16026	***5.56996
BID	-0.2592	0.0498	***27.1204	0.38344	0.02722	***14.08729
NACION1	0.3506	0.2580	1.8461	0.35146	0.20529	**1.71201
IMP2	-0.4388	0.3156	*1.9323	-0.32388	0.24931	*1.29911

nivel de significancia:  
 \*\*\*0.01  
 \*\*0.05  
 \* 0.01

Los signos de los coeficientes se mantienen y cumplen con lo esperado. En este modelo los errores estándares asociados a los coeficientes de las variables también son más bajos, lo cual demuestra que los estimadores de los coeficientes del modelo LD son más eficientes.

El cuadro 25 muestra los resultados obtenidos en el modelo reducido de límite simple y doble para el grupo de turistas nacionales en la situación hipotética de aumento de cobertura boscosa. Aquí también puede apreciarse que los estimadores de los coeficientes en el modelo LD son más eficientes, pues el error estándar asociado a los coeficientes de las variables independientes es significativamente menor.

**Cuadro 25: Modelos de límite simple y doble reducidos.  
Turistas nacionales en situación de aumento de cobertura boscosa.**

Variable	Límite simple			Límite doble		
	Coefficiente estimado	Error estándar	X <sup>2</sup>	Coefficiente estimado	Error estándar	Valor "t"
Intercepto	1.5871	0.5249	***9.1424	1.37155	0.36062	***3.80332
BID	-0.2040	0.0487	***17.5701	-0.22609	0.0151	***14.96953
ORIGEN	0.6683	0.2492	***7.1929	0.56438	0.21174	***2.66541
EDAD	-0.0239	0.0113	**4.4511	-0.01445	0.009361	*1.54303
IMP2	-0.4555	0.2865	2.5280	-0.44763	0.24068	*1.85989
GASTOS	0.000178	0.000103	*2.9938	0.0000866	0.0000743	1.16642

nivel de significancia: \*\*\*0.01  
\*\*0.05  
\*0.01

#### 6.1.4. Estimación de la media de VDP

Para la estimación de la media de VDP se utilizaron los coeficientes obtenidos de los modelos de límite simple y doble para cada grupo de turistas y según el escenario hipotético de mejoramiento ambiental. La media de VDP fue calculada utilizando la ecuación (12) explicada en la sección de Revisión de Literatura y Metodología.

$$\text{Media} = \alpha/\beta \quad (12')$$

En donde  $\alpha$  es igual a una gran constante, que se calculó mediante la sumatoria del producto de cada coeficiente (a excepción del coeficiente del BID) por su media y añadiendo este resultado al valor del intercepto. Por último, esta gran constante es dividida entre  $\beta$  (el coeficiente de la variable BID) para obtener el estimado de la media de VDP. El resumen de las medias para los modelos LS y LD obtenidas para el grupo de turistas extranjeros se presenta en el cuadro 26 y para turistas nacionales en el cuadro 27.

**Cuadro 26: Resumen de la estimación de la media de VDP para los modelos de límite simple y doble para el grupo de turistas extranjeros según escenarios hipotéticos de mejoramiento ambiental.**

	Educación ambiental		Ecoturismo		Reforestación	
	LS	LD	LS	LD	LS	LD
Gran constante	3.26122	2.700392	0.50611	1.731862	0.801239	0.939694
Coefficiente del BID	-0.6692	-0.68767	-0.1639	-0.2841	-0.2592	-0.38344
media de VDP (US\$)	4.87	3.93	3.09	6.10	3.09	2.45

Estos resultados muestran una diferencia en la estimación de la media de VDP con los dos métodos. En los escenarios a (educación ambiental) y c (aumento de cobertura boscosa) la diferencia tanto en el grupo de turistas extranjeros como nacionales no es tan grande como en el escenario b (mejoramiento en infraestructura y servicios para el ecoturismo) para el grupo de turistas extranjeros. Lo anterior puede deberse a que el rango del BID inicial, no estuvo bien determinado con la encuesta de formato abierto. Hay que recordar que en este grupo de visitantes un 35% de los entrevistados entraron dentro de la categoría de respuestas "no" - "sí" (no pagan EL BID inicial, pero sí la mitad) y con ello se confirma lo señalado por Hanemann, Loomis y Kanninen (1991) en el sentido de que el segundo BID eleva el límite inferior o baja el límite superior. Por otro lado, como se demostrara en la sección anterior, los estimadores de los coeficientes del modelo LD

son más eficientes que los del modelo LS

Al comparar los resultados obtenidos entre los dos grupos de visitantes, se tiene que para todos los escenarios propuestos la media de VDP de los turistas nacionales es menor que la de visitantes extranjeros, cumpliéndose así con lo esperado. Estos resultados nos indican que la encuesta estuvo bien diseñada, especialmente al dejar que el turista nacional llene el formulario en privado para evitar un sesgo estratégico - cultural (Shultz *et al.*, 1997). Aunado a esto debe señalarse que es probable que con el método LD, se reduzca este sesgo mencionado por los autores anteriormente citados, pues al sugerírsele al visitante nacional un segundo BID más bajo, éste se siente en libertad para manifestar su VDP real.

**Cuadro 27: Resumen de la estimación de la media de VDP para los modelos de límite simple y doble para el grupo de turistas nacionales según escenarios hipotéticos de mejoramiento ambiental.**

	Educación Ambiental		Ecoturismo		Reforestación	
	LS	LD	LS	LD	LS	LD
Gran constante	3.965082	3.105776	0.746709	1.737847	1.3400995	1.2930391
Coefficiente del BID	-0.5156	-0.5164	-0.0483	-0.074774	-0.204	-0.22609
media de VDP quetzales (Q)	7.48	6.01	15.46	23.24	6.57	5.72
dólares (US\$)	1.25	1.00	2.58	3.87	1.10	0.95

### 6.1.5 Determinación de los beneficios para la población total y análisis financiero para el ecoturismo

Es importante que los tomadores de decisiones, tanto a nivel nacional como local, conozcan el valor económico potencial que tienen las áreas naturales, las cuales son usualmente bienes públicos sin precios de mercado. En el caso particular de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán, interesa además determinar si la conservación del bosque natural en el Volcán San Pedro puede ser

autosuficiente y sustentable para su operación y manejo, según diferentes niveles de conservación. Al conocer la media de la VDP en cada nivel hipotético de mejoramiento del área, pueden hacerse proyecciones, así como análisis de sensibilidad para conocer los beneficios potenciales totales que se percibirían por el cobro de un peaje o boleto de entrada para la protección del bosque natural en el volcán San Pedro.

Para estimar el valor agregado anual de la VDP que tienen los visitantes que llegan al lago de Atitlán y los visitantes potenciales al volcán San Pedro por la protección del bosque natural según diferentes niveles de conservación, se utilizó la media de VDP obtenida con los modelos LD anteriormente descritas. Se tiene entonces que:

- Programa de educación ambiental: El vehículo de pago propuesto fue un peaje de entrada a Panajachel, y para la estimación del valor agregado anual de la VDP se tomó en cuenta el número de turistas nacionales y extranjeros que llegan al área. Según estimaciones hechas, tanto por el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT) como empresarios del sector turístico en el área, al lago llegan alrededor de 200,000 turistas anualmente, 50% nacionales y 50% extranjeros. Utilizando el valor medio de VDP para el grupo de turistas extranjeros (US\$ 3.93) se esperaría entonces que se generen US\$ 393,000 anualmente. De igual manera, el grupo de visitantes nacionales, con una media de VDP de US\$ 1.00, generaría un beneficio anual de US\$ 100,000. Es decir, que por la conservación y protección del bosque en el volcán San Pedro con programas de educación ambiental por parte de las autoridades locales, se obtendría al cobrar un peaje a la entrada de Panajachel un total de US\$ 493,000 al año. Tratando de ser conservadores en el sentido de que puede haber una disminución en la afluencia de turistas por el cobro de un peaje, se hace un análisis de sensibilidad para la agregación de los valores de medios de VDP con tasas menores de visitación. Ver cuadro 28.

Los valores agregados estimados (provenientes de los dos grupos de visitantes)

oscilan entre US\$ 246,500 y 493,000.00 al año. Estos resultados son muy importantes para realizar análisis de costo beneficio, de manera que facilite a los diseñadores de políticas, en la toma de decisiones sobre los planes de manejo que deberán seguirse para alcanzar los objetivos propuestos de conservación de los recursos naturales en el área.

**Cuadro 28 Agregación de los valores de VDP esperados para programa de educación ambiental según diferentes niveles de visitación para turistas extranjeros y nacionales.**

Número de turistas (por grupo) que anualmente llegan a Panajachel	Visitantes extranjeros	Visitantes nacionales
	VDP media (US\$ 3.93)	VDP media (US\$ 1.00)
50,000	196,500	50,000
75,000	294,750	75,000
100,000	393,000	100,000.00

- **Ecoturismo:** El vehículo aquí propuesto fue un boleto de entrada al volcán San Pedro. A pesar de que todas las personas que fueron entrevistadas en Panajachel, dijeron que sí visitarían el área en el futuro, para la agregación de los valores de VDP y tratando de ser conservadores, se tomó en cuenta que solamente un 10% del total de visitantes al lago, llegaría al volcán San Pedro. Al tomar una tasa de visitación potencial al año de 10,000 turistas extranjeros y 10,000 visitantes nacionales, cuyas medias estimadas de VDP con el modelo LD son de US\$ 6.10 y US\$ 3.87 y utilizando este valor como el precio que se cobraría por un boleto de entrada al volcán San Pedro, se obtendría un ingreso bruto de US\$ 99,700 al año. Lo anterior sería el ingreso percibido anualmente por la implementación de un programa de ecoturismo, el cual está de acuerdo al bien que se le planteó al visitante y por la cual él manifestó una VDP. Este bien o mejora ambiental propuesta consiste en conservación y protección directa, tours guiados, seguridad, lo cual implica que deberá contratarse con personal administrativo y técnico. La infraestructura consta de construcción de senderos autointerpretativos y centro de visitantes.

El análisis financiero para determinar la viabilidad de dicho programa, proyectado a 12 años, se hizo a una tasa real de descuento de 0.08. Tomando como base que el número de turistas potenciales es de 20,000 al año, se determinó el ingreso bajo el supuesto de que en el año 1 llegaría el 60% de estos, en el año 2 el 80%, en el año 3 el 90% y a partir del año 4 el 100%. Los costos de inversión y operación se determinaron con base a los costos de una reserva privada que opera en el área y de acuerdo al programa de ecoturismo que se planteó en la encuesta. El flujo de caja se presenta en el Cuadro 1.1 del anexo B. Los resultados de dicho análisis financiero, presentados en el cuadro 29, muestran que el VAN > 0, la RBC > 1 y la TIR = 43%. El VAN nos indica que en el año 12, luego de haber recuperado la inversión, se tendrá una ganancia de US\$ 273,989.00 en términos del valor que tiene el dólar actualmente.

**Cuadro 29. Resultados del análisis financiero de un programa de ecoturismo en el volcán San Pedro**

INDICADOR FINANCIERO	
VAN	US\$ 273,989.00
TIR	43%
RBC	US\$ 1.87

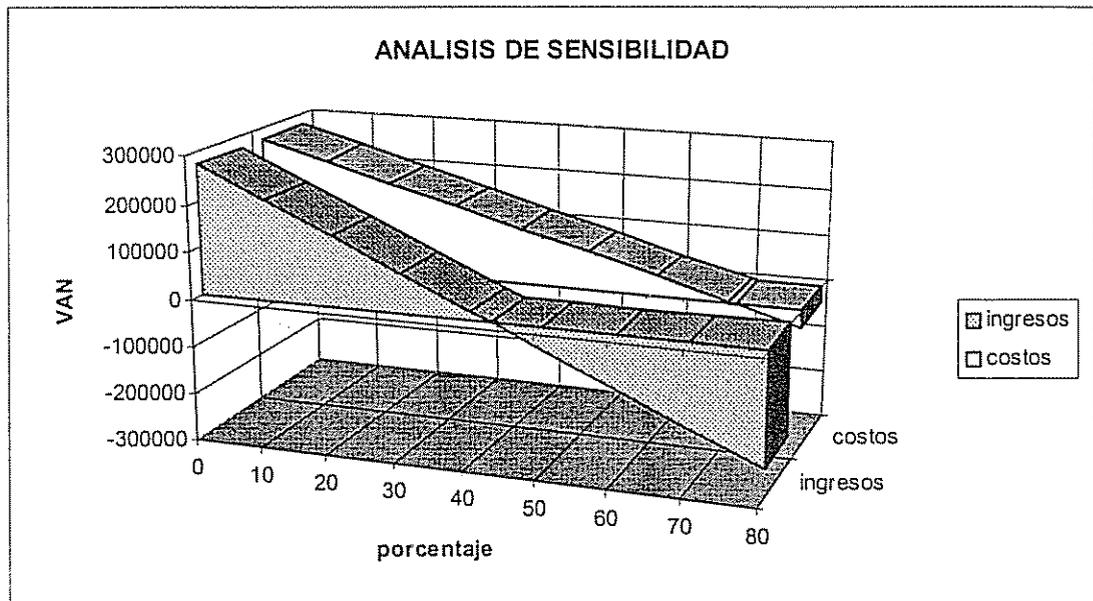
Se hizo además un análisis de sensibilidad según incrementos de costos y disminución de ingresos percibidos por la entrada de visitantes (cuadro 30).

**Cuadro 30: Análisis de sensibilidad de un programa de ecoturismo en el volcán San Pedro, según incrementos en costos y disminución en ingresos.**

AUMENTO EN COSTOS/ INDICADORES FINANCIEROS	10	20	30	40	50	60	70	80
VAN	235,804.14	197,479.06	159,013.78	120,408.29	81,662.58	42,776.66	3,750.53	-35,415.81
TIR	36%	30%	25%	20%	16%	12%	8%	4.75%
RBC	1.70	1.55	1.43	1.33	1.24	1.16	1.09	1.02
DISMINUCION EN INGRESOS/ INDICADORES FINANCIEROS	10	20	30	40	50	60	70	80
VAN	210,154.62	146,320.25	82,485.88	18,651.51	-45,182.86	-109,017.23	-172,851.60	-236,685.97
TIR	35%	28%	20%	11%	0%	-	-	-
RBC	1.69	1.50	1.32	1.13	0.95	0.77	0.58	0.40

Estos resultados muestran que el sistema es más sensible a disminuciones en el ingreso que aumentos en los costos, pues el sistema deja de ser rentable con una disminución en el ingreso (disminución en el número de visitantes) del 40%, mientras que soporta un incremento en los costos de casi 70%. Esta relación puede apreciarse mejor en la figura 3.

**Figura 3: Análisis de sensibilidad del programa de ecoturismo en el volcán San Pedro, según incrementos en costos y disminución en ingresos**



- Aumento en cobertura boscosa: La agregación de los valores de VDP en este escenario, sería el monto total que puede percibirse por parte de los visitantes que llegarían al volcán San Pedro si se reforestaran sus faldas.

Utilizando nuevamente los valores medios de la VDP del grupo de turistas extranjeros (US\$ 2.45) y nacionales (US\$ 0.95) y bajo el supuesto que el turismo potencial al volcán San Pedro es de 20,000 al año (50% nacionales y 50% extranjeros), se tiene que el grupo de turistas extranjeros generaría un total de US\$ 24,500 y el grupo de turistas guatemaltecos US\$ 9,500, obteniéndose entonces un beneficio total por los dos grupos de visitantes de US\$ 34,000.00 al año.

El resultado anterior se calculó con base en el supuesto del número de visitantes potenciales, por lo cual es importante determinar valores agregados de VDP según diferentes niveles de visitación. Ver cuadro 31. El rango de los valores agregados de VDP de los dos grupos de turistas, por el aumento de cobertura boscosa oscila entre US\$ 6,800.00 y US\$ 34,000.00.

**Cuadro 31: Agregación de los valores de VDP esperados por el aumento de cobertura boscosa en el volcán San Pedro, según diferentes niveles de visitación de turistas extranjeros y nacionales.**

Número de turistas (por grupo) que anualmente llegarían al volcán San Pedro	Visitantes extranjeros	Visitantes nacionales
	VDP media (US\$ 2.45)	VDP media (US\$ 0.95)
2,000	4,900.00	1,900.00
4,000	9,800.00	3,800.00
6,000	14,700.00	5,700.00
8,000	19,600.00	7,600.00
10,000	24,500.00	9,500.00

Estos valores agregados obtenidos representan la cantidad de dinero que los visitantes extranjeros y nacionales están dispuestos a pagar por el aumento de la cobertura boscosa en el volcán San Pedro, de manera que con ello se aumente la belleza escénica, se proporcione estabilidad ecológica a las poblaciones de flora y fauna que existen en el bosque natural en la cima del volcán y se reviertan los procesos de degradación ambiental ocasionados por la deforestación existente. Dicho de otra manera, éste es el valor económico que tiene para el turista nacional y extranjero, la mejora ambiental que proporciona la reforestación.

La información proporcionada por la agregación de los valores de VDP de los dos grupos de turistas es muy importante para determinar si este valor económico cubre por lo menos los costos que implica un programa de reforestación.

El área con cobertura boscosa, que incluye bosque primario, secundario y plantaciones de café con sombra, y el área deforestada fue calculada en esta

investigación, utilizando fotografías aéreas. El área con cobertura boscosa en el volcán San Pedro tiene una extensión de 1,811 ha, mientras que el área sin bosque es de 1,294 ha. Según el trabajo realizado por el Proyecto Nacional de Bosques de Usos Múltiples, los costos para el establecimiento de una plantación de pino en una hectárea de terreno en Guatemala, es de US\$ 495.00 por hectárea. Utilizando este dato, esto significa que el costo total para la reforestación del volcán San Pedro ascendería a US\$ 640,530. Un aspecto muy importante aquí es que si se captara la VDP adicional del visitante (US\$6,800 a US\$34,000) al boleto de entrada al volcán San Pedro para la reforestación, esto podría ser la base para un sistema de incentivos locales.

En el caso que el vehículo de pago fuera un pago adicional al peaje a la entrada de Panajachel y no en el boleto de entrada al volcán San Pedro, se generarían entre US\$ 170,000 y US\$340,000.00 anuales, de acuerdo a una visitación anual de 100,000 a 200,000 turistas al lago de Atitlán. Con este ingreso se podría llevar a cabo, incluso, la reforestación no solamente en el volcán San Pedro, sino también en las partes más críticas de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán.

Como puede verse, a nivel social, los beneficios percibidos por la reforestación, sin incluir los beneficios directos por el aprovechamiento forestal, son bastante altos. Es importante, sin embargo, determinar si a nivel privado, el establecimiento de plantaciones forestales es viable desde un punto de vista financiero. Por lo anterior, es necesario realizar un análisis financiero del establecimiento de dichas plantaciones en las tierras que actualmente cultivan los agricultores en el volcán San Pedro y comparar esta rentabilidad con la producción de maíz (actividad agrícola principal en el área) que realizan.

Volcán San Pedro  
Departamento de Sololá

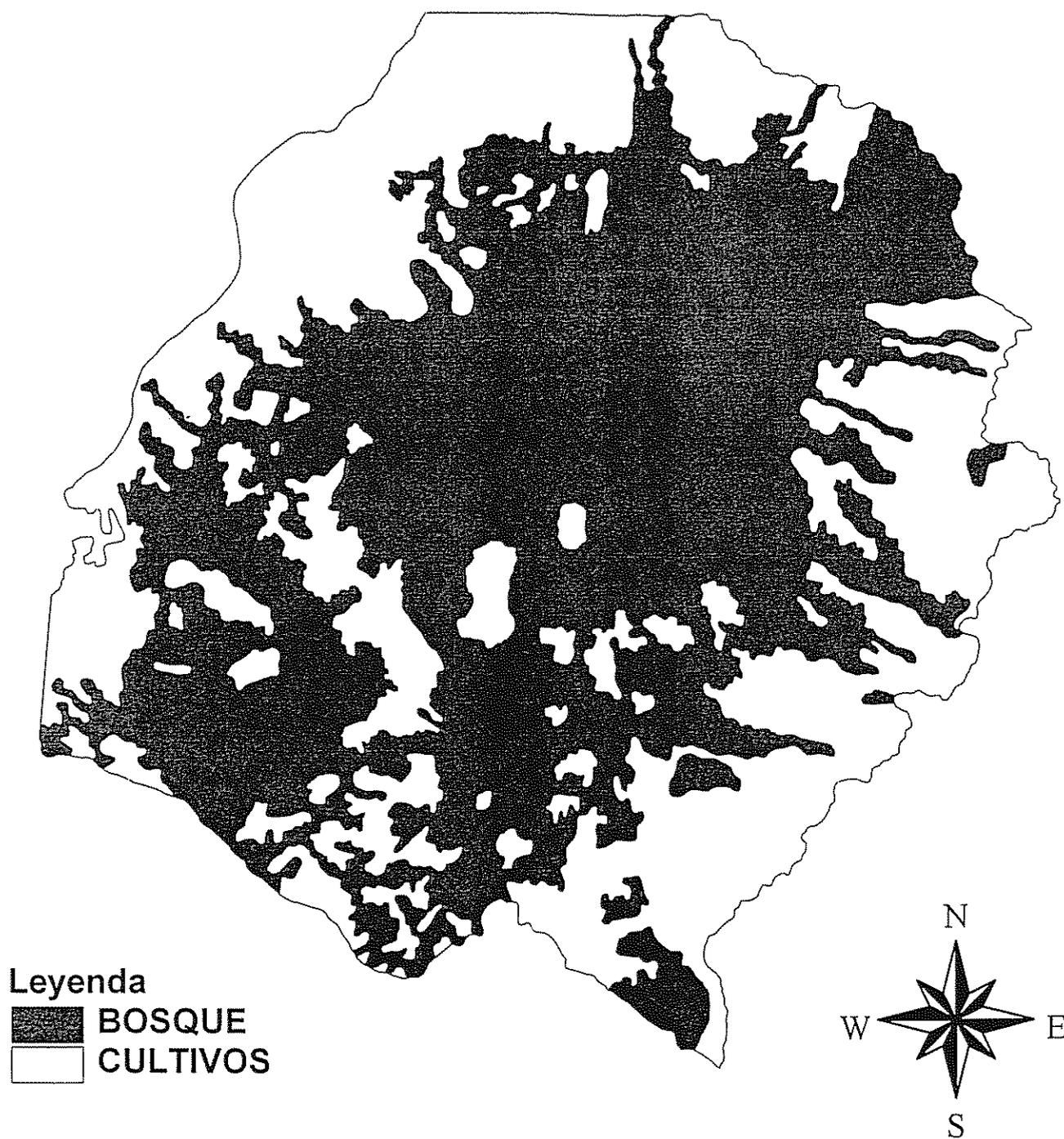


FIGURA 4: USO DE LA TIERRA

## 6.2. Análisis financiero de la actividad agrícola: producción de maíz bajo sistema tradicional

Se hizo un análisis de estadísticas descriptivas de los costos y los beneficios de la producción con los datos recopilados en las encuestas. Como se indicó en el capítulo de Metodología, estos datos fueron divididos por el número de cuerdas que el agricultor posee en el Volcán San Pedro, obteniéndose así costos y beneficios por cuerda. En el cuadro 32 se presentan las estadísticas descriptivas de todos los costos y beneficios de la producción de maíz que fueron identificados.

**Cuadro 32: Estadísticas descriptivas de costos y beneficios de la producción de maíz por cuerda en el Volcán San Pedro.**

	Media	Error estándar
<b>COSTOS</b>		
<i>Insumos</i>		
Semilla (lb)	1.38	0.1022
Fertilizante (qq)	0.58	0.0416
Insecticida (lb)	1.77	0.1269
<i>Mano de obra</i>		
Preparación del terreno (horas)	9.96	0.6516
Siembra (horas)	2.99	0.1529
Deshierbe (horas)	8.48	0.5208
Aplicación agroquímicos (horas)	3.31	0.2025
Dobla (horas)	2.98	0.1676
Cosecha (horas)	4.41	0.26
Jateo (horas)	3.82	0.2421
Acarreo (horas)	4.81	0.3862
Desgrano (horas)	8.62	0.3894
<i>Herramientas (azadón)</i>	1.40	0.0743
<b>INGRESOS</b>		
Producción de maíz (qq)	1.56	0.0938

La preparación del terreno tiene varianzas grandes debido a la diferencia entre las parcelas que se localizan a la orilla del lago y aquellas que se encuentran a alturas mayores, con mayores pendientes y más lejanas de Santiago Atitlán. Debe señalarse que el desgrano resulta ser más alto de lo reportado en otros estudios, porque éste lo realizan las mujeres manualmente según el consumo diario de la familia y el productor tiene una idea aproximada del tiempo necesario para el

desgrano de la producción total.

La rentabilidad de la producción de maíz por cuerda se determinó con los costos y beneficios medios y se evaluaron según precios locales que los agricultores en consenso dieron durante el taller realizado. El precio de herramientas corresponde al valor de depreciación, que se calculó por el método de línea. Esta rentabilidad se presenta en el cuadro 33.

La producción de maíz deja a los agricultores una pérdida neta de Q.35.98 (equivalente a US\$ 6.00) por cuerda. Este resultado no es diferente de otros estudios que se han hecho sobre la producción de maíz en el altiplano y los productores tienen conocimiento pleno de ello.

**Cuadro 33: Rentabilidad de la producción de maíz por cuerda en el volcán San Pedro.**

	Media	Precio Unitario (Q)	Costos (Q)	Total Costos (Q)	Total Ingresos (Q)	Ganancia (Q)
semilla (lb)	1.38	1.30	1.79	160.78		-35.98
fertilizante(lb)	0.58	100.00	58.00			
insecticida (lb)	1.77	2.50	4.43			
mano de obra (jornales)	6.17	15.00	92.55			
Herramientas (azadón)	1.39	1.80	2.50			
Tierra (Q)	1	1.50	1.50			
Producción (qq)	1.56	80.00			124.80	

1US\$=6Q.

1 jornal = 8 horas de trabajo

Es importante señalar que esta pérdida no significa una pérdida monetaria para el productor, pues el costo de la mano de obra es el rubro más grande de la producción, que asciende a un 50% del costo total. En la visión campesina, la rentabilidad de la producción se mide por los costos monetarios en que incurre y los ingresos percibidos, y toma además en cuenta las pocas oportunidades de trabajo que existen a nivel local. Por lo anterior, se estimó un precio sombra de la mano de obra de Q. 9.17, el cual refleja su verdadero valor, de manera que el productor no presenta pérdidas (cuadro 34).

**Cuadro 34: Estimación del precio sombra de la mano de obra en Santiago Atitlán**

	Media	Precio Unitario (Q)	Costos (Q)	Total Costos (Q)	Total Ingresos (Q)	Ganancia (Q)
semilla (lb)	1.38	1.30	1.79	124.80		0.00
fertilizante(lb)	0.58	100.00	58.00			
insecticida (lb)	1.77	2.50	4.43			
mano de obra (jornales)	6.17	9.17	56.58			
Herramientas (azadón)	1.39	1.8	2.50			
Tierra (Q)	1	1.50	1.50			
Producción (qq)	1.56	80.00			124.80	

Además de lo anteriormente expuesto, también deben considerarse otros factores que influyen para que los productores continúen sembrando maíz, a pesar de que desde el punto de vista financiero, esta actividad no les es rentable.

1. Incertidumbre acerca de la tenencia de la tierra. Las tierras en el volcán San Pedro son tierras comunales de Santiago Atitlán y San Pedro La Laguna. Muchos productores han venido sembrando en estas tierras desde mucho tiempo atrás, y está establecido dentro de las comunidades cierta tenencia de la tierra por el uso que se ha hecho en ellas. Ningún productor posee título de propiedad registrado, lo cual hace que el tipo de tenencia de la tierra que existe, carezca de base legal y con ello se crea esta incertidumbre. Los productores señalaron durante el taller realizado, que la única garantía que poseen, es el uso que le dan a la tierra y por ello, a pesar de que tienen conocimiento que la producción de maíz no les deja beneficios, es el precio que ellos pagan por mantener ese derecho de uso. Este precio viene a ser el esfuerzo en mano de obra que se requiere para la producción. Además, como señalan algunos autores, hay que recordar que la tierra es parte integral de la vida del indígena.
2. Tradición y cultura. Desde hace cientos de años, los agricultores indígenas han sembrado maíz para el consumo familiar. Es una actividad que por tradición y cultura se transfiere de padres a hijos. Los hijos de los agricultores desde muy temprana edad trabajan la tierra al lado del padre y han tenido pocas

oportunidades para conocer otras alternativas de uso de la tierra. Por otro lado, los pequeños agricultores no cuentan con recursos financieros, ni tienen acceso a crédito dentro del sistema bancario, lo cual hace que su inversión en actividades productivas esté restringida a la mano de obra, la cual es prácticamente su mayor capital. Importante también es que, la producción de maíz es una actividad económica de corto plazo, con la cual el campesino cubre por lo menos parte de sus necesidades de alimentación. Debe considerarse además que debido al conocimiento que tienen de este cultivo, unido a la vulnerabilidad a que están expuestos los pequeños agricultores, minimizan el riesgo e incertidumbre que existe en toda producción agrícola.

### 6.3. Análisis financiero del establecimiento de plantaciones forestales en el área actualmente bajo producción de maíz del volcán San Pedro.

#### 6.3.1. Retorno financiero de plantaciones forestales bajo sistema taungya

El análisis financiero del sistema taungya de *Pinus pseudostrobus* en asocio con maíz para la producción de leña y madera para postes, cuyos resultados se muestran en el cuadro 35, tiene un VAN positivo y una relación beneficio costo un poco mayor a 1, indicando así que este sistema tiene viabilidad financiera para los productores del área.

**Cuadro 35: Análisis financiero para sistema Taungya Pino-maíz.**

ANALISIS FINANCIERO	
VAN	Q. 166.47
TIR	9%
RBC	1.03

Tasa real de descuento = 0.08

El análisis de sensibilidad, con variaciones de costo de la mano de obra e ingresos, muestra que el sistema productivo maíz-pino es altamente susceptible tanto en una disminución en los ingresos como en un aumento en el costo de mano de obra. En

el cuadro 36 puede apreciarse que con solamente un cambio en un 10%, en precio de madera para postes y leña como aumento en precio de mano de obra, el sistema deja de ser rentable.

**Cuadro 36: Análisis de sensibilidad con incremento de 10% en costo de mano de obra y disminución del 10% en ingresos**

Indicadores financieros	Aumento en 10% mano de obra	Disminución en 10% precio de madera para postes y leña
VAN	-Q. 13.08	- Q. 77.60
TIR	8%	8%
RBC	1.00	0.98

El flujo de caja (anexo B) muestra que se tienen ingresos positivos solamente en el año 6 y 12, que es cuando ocurren los aprovechamientos y por ello debe incentivarse al productor de manera que se le compense por la inversión realizada en el establecimiento de la plantación y por la producción de maíz que dejó de percibir.

El Instituto Nacional de Bosques (INAB) promueve, a partir de 1997, el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) con el propósito de impulsar la producción forestal. La ley determina que el área mínima de terreno para entrar al PINFOR es de dos hectáreas, pertenecientes a uno o más propietarios. Los montos por hectárea fijados por el INAB son de Q. 5,000.- (alrededor de US\$830) en el año 1 para el establecimiento de la plantación y luego para el mantenimiento, el incentivo descende anualmente de Q. 2,100.- (US\$350) en el año 2 hasta Q.800.- (US\$130) en el año 5, sumando en total Q. 12,400.- (US\$ 2,067.-) para un período de 6 años. A pesar de que los montos otorgados por el PINFOR para estimular la producción forestal son de los más altos a nivel regional, no resulta atractivo para los pequeños agricultores en el área, especialmente por las pocas oportunidades de empleo y fuentes de otros ingresos durante el período previo al aprovechamiento forestal.

Por lo anterior es importante estimar montos anuales para compensar al productor por reforestar en sus tierras, de manera que se le retribuya la inversión realizada

durante los primeros tres años y el costo por dejar de producir maíz para su propio consumo hasta antes del aprovechamiento. Para cuantificar los montos anuales para la reforestación se utilizó el precio sombra de la mano de obra calculado en la sección 6.2 (cuadro 34), el cual refleja su precio real. El cuadro 37 muestra que para reforestar 0.26 ha, habría que pagarle al productor US\$ 805.00, equivalente a US\$ 3,010.00 por hectárea, en un período de 11 años. Este monto es el incentivo que habría que darle al productor para el establecimiento de plantaciones forestales puras. Aquí es importante señalar que el análisis financiero de este sistema productivo, demostró que las plantaciones puras son rentables, por lo cual el productor, después del aprovechamiento de los árboles, podría devolver parte del incentivo que se le otorga.

**Cuadro 37: Montos anuales actualizados de retribución al productor por el establecimiento de plantación forestal en sistema taungya**

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Q	906 15	146 02	77 84	594 69	550 64	509 85	472 09	437 12	404 74	374 76	347 00
US\$	150 00	25 00	15 00	100 00	92 00	85 00	79 00	72 00	67 00	62 00	58 00

Area = 0.26 ha

Precio de mano de obra = Q. 9.17

Si se captara el ingreso proveniente de la VDP de los visitantes por la reforestación, a través del cobro de un peaje a la entrada de Panajachel, lo que generaría en promedio US\$ 255,000 al año ( el ingreso generado oscila entre US\$ 170,000 y US\$ 340,000, bajo el supuesto que por el cobro de un peaje la visitación actual disminuyera en un 50%) se podría financiar la reforestación de 85 hectáreas anualmente, con lo cual se contribuiría no solamente a la mejora ambiental sino también a la calidad de vida de la población local.

### 6.3.2. Consideraciones socioeconómicas e intereses de los productores para el establecimiento de plantaciones forestales

Antes de realizar un análisis sobre las variables socioeconómicas de los agricultores, es importante señalar que en este estudio las variables analizadas se refieren

solamente a las tierras que los productores poseen en el volcán San Pedro, sin llegar a analizar la economía total de la familia campesina. Muchos de estos productores poseen además de las tierras en el volcán San Pedro, otras parcelas localizadas en el municipio de Santiago Atitlán. Además de ello, algunos productores se dedican no solamente al cultivo del maíz, sino como se señalara anteriormente, a la producción de otros cultivos agrícolas, al comercio, y en menor grado a la pesca. Durante la época fuera de la cosecha de maíz, algunos también bajan a la costa sur al corte de caña y otros jornalean en fincas de café. Debido a que se hace difícil cuantificar el ingreso familiar de los campesinos, porque ellos se muestran reacios a dar este tipo de información, se incluyen dentro de las variables socioeconómicas, las actividades económicas principales de los productores sin que se llegue a cuantificar el ingreso total percibido por la familia campesina. Además es importante señalar que durante las entrevistas no se les preguntó a los productores sobre sus intereses para reforestar en el caso que existiera un incentivo forestal para el establecimiento de plantaciones puras.

Se hizo un análisis de estadísticas descriptivas de todas las variables, las cuales se presentan en el cuadro 38, en donde puede apreciarse que:

La media del tamaño de las tierras de los agricultores en el volcán San Pedro es de casi 6 cuerdas es decir, 0.26 Ha.

El 17% de los agricultores logran obtener dos cosechas al año, mientras que el 83% restante sólo obtiene una por año.

El 87% de los agricultores dice que la producción de maíz ha permanecido igual, solamente el 4.5% opina que ha aumentado y para un 9% ha disminuido. Este resultado es muy diferente de lo esperado, pues en tierras con alta pendiente (>de 60%), se espera que exista una fuerte erosión, especialmente en cultivos limpios y con ello pérdida de la fertilidad del suelo. Sin embargo, los agricultores durante la preparación del terreno incorporan al suelo, las plantas secas de maíz de la cosecha

anterior y con ello han podido mantener cierta fertilidad.

**Cuadro 38: Estadísticas descriptivas de variables socioeconómicas, de la finca y la producción de maíz de agricultores en el volcán San Pedro**

Variable	media	Desviación estándar	Mínima	Máxima
EDADAGRI	43.07	2.3908	22	76
HIJOSCAS	3.62	2.3908	0	10
TAMANOPA	5.90	3.9537	1	16
TIEMPOPA	15.26	13.9899	2	65
COSECHAN	1.17	0.3765	1	2
RENDIMI1	0.09	0.2876	0	1
RENDIMI2	0.87	0.3435	0	1
LOCALIZA	0.74	0.4403	0	1
DESCANSO	0.87	0.3435	0	1
DESTINO1	0.96	0.2084	0	1
DESTINO2	0.03	0.1815	0	1
ARBOPASA	0.43	0.4974	0	1
REFOREST	0.55	0.5003	0	1
IMPORTA1	0.48	0.5025	0	1
IMPORTA2	0.29	0.4573	0	1
IMPORTA3	0.22	0.4198	0	1
INGRESOS	-2.74	5.4090	-20.22	23.82

Ver en Metodología descripción de códigos.

El ingreso se refiere al ingreso neto expresado en cientos de quetzales para el total de cuerdas que el agricultor posee en el volcán San Pedro.

Además puede verse que para el 95% de los agricultores la producción de maíz está destinada para el autoconsumo. Un 3% vende el excedente y solamente un 2% siembra para la venta.

La producción de maíz es para la mayoría la actividad económica principal. En este sentido puede notarse que las variable "IMPORTA" indica que para el 48% de los agricultores, el maíz es la actividad económica principal, para el 29% el café y para el 22% es el comercio<sup>5</sup>.

Por último, es importante señalar que el ingreso neto medio es Q.-274.19, para el total de cuerdas que el agricultor posee en el volcán San Pedro, el cual como se

<sup>5</sup> Los números no suman 100%, pero se debe al redondeo de los decimales.

indicara anteriormente, no significa una pérdida monetaria para el productor, pues se está tomando en cuenta el precio de la mano de obra.

Antes de hacer un análisis logit multivariado, es importante determinar si existe correlación entre las variables independientes y con ello poder detectar la posible existencia de multicolinealidad. Se hizo un análisis de correlación entre las variables independientes para detectar correlación simple o directa entre estas variables. Los resultados de la matriz de correlaciones en el cuadro 39, muestran que existe correlación simple (directa) entre las variables edad del agricultor (EDADAGRI) y tiempo de trabajar en la parcela (TIEMPOPA) ( $r = 0.59$ ), y entre las variables localización de la parcela (LOCALIZ) y cosechas al año (COSECHAN) ( $r = 0.625$ ). Lo anterior resulta ser lógico, pues la edad del agricultor está correlacionada con el tiempo que tiene de trabajar en la parcela. La localización está correlacionada con el número de cosechas que el agricultor saca en el año, porque las parcelas que están a la orilla del lago mantienen el suelo húmedo, pudiéndose obtener dos cosechas al año, mientras que en las otras, sólo una.

Se hicieron además regresiones auxiliares entre las variables independientes, para así examinar la posibilidad de una forma más compleja de multicolinealidad. Los resultados de estas regresiones evidencian la presencia de multicolinealidad entre las variables socioeconómicas y entre las variables que caracterizan las parcelas. En el cuadro 40 se presentan los resultados de la regresión auxiliar entre rendimiento<sup>1</sup> (utilizada como variable dependiente) y demás características de la parcela. Como puede verse el modelo es altamente significativo ( $p < 0.01$ ) con un  $R^2$  de 0.74.

**Cuadro 40: Correlación entre el rendimiento y características de la parcela**

	Suma de cuadrados	Prob>F	R <sup>2</sup>
Modelo	5.37132	0.0001	0.7377
Error	1.90959		
C. Total	7.28090		

### Cuadro 39: MATRIZ DE CORRELACIONES VARIABLES INDEPENDIENTES EN EL GRUPO DE AGRICULTORES

Pearson Correlation Coefficients / Prob > |R| under Ho: Rho=0 / N = 89

	EDADAGRI	HIJOSCAS	TAMANOPA	TIEMPOPA	COSECHAN	RENDIM1	RENDIM2	LOCALIZA	DESCANSO	ARBOPASA	IMPORTA1	IMPORTA2	INGRESOS
EDADAGRI	1.00000												
HIJOSCAS	-0.01058	1.00000											
TAMANOPA	0.15892	0.22728	1.00000										
TIEMPOPA	0.59135	0.01318	0.15261	1.00000									
COSECHAN	0.24712	0.08497	0.01158	0.16209	1.00000								
RENDIM1	-0.00154	-0.16431	-0.18177	-0.01713	-0.14149	1.00000							
RENDIM2	0.00913	0.08878	0.04005	-0.02104	0.08986	-0.79608	1.00000						
LOCALIZA	-0.08500	-0.10566	-0.07394	-0.10527	-0.62555	0.18552	0.06755	1.00000					
DESCANSO	-0.06518	0.10262	0.00658	-0.09908	0.17774	-0.22099	0.13312	-0.23304	1.00000				
ARBOPASA	-0.12673	0.03360	-0.04135	-0.14177	-0.08523	-0.03302	0.00822	0.09445	0.14124	1.00000			
IMPORTA1	0.17548	0.14591	0.16499	0.29399	-0.01485	0.01060	-0.07915	-0.09695	-0.07915	-0.10726	1.00000		
IMPORTA2	-0.07517	-0.22935	-0.10603	-0.09897	0.10679	-0.02912	0.03658	0.04059	-0.03577	0.04490	-0.62111	1.00000	
INGRESOS	0.07337	-0.00552	-0.13931	0.09556	0.07254	-0.00321	0.09632	-0.16438	-0.12544	-0.04952	0.18154	-0.10483	1.00000

Las pruebas individuales de "t" para cada variable (cuadro 41) muestran que el tamaño de la parcela, cosechas al año, y localización son significativas, con lo cual hay una clara evidencia de que existe multicolinealidad.

**Cuadro 41: Pruebas de "t" individuales para cada variable**

Variable	Prob >  T
INTERCEPTO	0.00220
TAMANOPA	0.0722
COSECHAN	0.0922
RENDIMI2	0.0001
LOCALIZA	0.0001
DESCANSO	0.3792
DESTINO1	0.4147
DESTINO2	0.4709
IMPORTA1	0.3532
IMPORTA2	0.2765
INGRESOS	0.1027

La regresión entre la variable TIEMPOPA y demás variables socioeconómicas del agricultor, cuadro 42, también indican que existe multicolinealidad entre este grupo de variables.

**Cuadro 42: Correlación entre TIEMPOPA y variables socioeconómicas**

	Suma de cuadrados	Prob>F	R <sup>2</sup>
Modelo	6887.26854	0.0001	0.40
Error	10335.78764		
C. Total	17223.05618		

Las pruebas individuales de "t" para cada variable (cuadro 43), demuestran que existe correlación entre el tiempo de trabajar en la parcela, la edad del agricultor y la actividad económica principal.

En el análisis multivariado de regresión logística se excluyó la edad del agricultor, porque existe una correlación directa con el tiempo de trabajar en la parcela. Además la edad del agricultor está siendo explicada por la variable tiempo de trabajar en la parcela. Tampoco se incluyó el número de cosechas al año, porque

también existe correlación directa con localización, según se mostró en la matriz de correlaciones, cuadro 39. La variable destino de la producción tampoco se incluyó, pues no presentó mucha variabilidad (el 95% de los agricultores siembran para el autoconsumo). Se hizo un modelo completo y otro reducido que aún explica el comportamiento de los datos. Al reducir el número de variables en el modelo, el modelo resultante es numéricamente más estable y puede generalizarse más fácilmente (Hosmer y Lemeshow, 1989).

**Cuadro 43: Pruebas individuales de "t" para cada variable**

Variable	Prob >  T
INTERCEPTO	0.3538
HIJOSCAS	0.9671
TAMANOPA	0.7503
EDADAGRI	0.0001
COSECHAN	0.9641
RENDIMI1	0.7729
RENDIMI2	0.8044
LOCALIZA	0.8182
DESCANSO	0.6009
ARBOPASA	0.6505
INGRESOS	0.9466
IMPORTA1	0.0479
IMPORTA2	0.4359

Los resultados del modelo completo (cuadro 44) de regresión logística muestran que la mayoría de variables independientes no son significativas al nivel de  $\alpha \leq 0.1$ , especialmente por la presencia de multicolinealidad. Sin embargo, todas en su conjunto explican la variación de la variable dependiente, en este caso explican el interés o no interés de los agricultores en reforestar a un nivel de significancia de 0.06.

En el modelo reducido (cuadro 45), se eliminó la variable hijos que viven en la casa (HIJOSCAS), que no mostró estar correlacionada con las otras variables. En el modelo reducido se obtuvo un resultado similar al del modelo completo, por lo que puede decirse que esta variable no aporta información adicional para explicar el modelo.

**Cuadro 44: Modelo completo de regresión logística para productores de maíz en el volcán San Pedro**

Variable	Parámetro estimado	Error estándar	Wald chi-cuadrado
INTERCEPTO	0.0356	1.7201	0.0004
HIJOSCAS	-0.00041	0.1074	0.0000
TAMANOPA	0.1436	0.0750	**3.6606
TIEMPOPA	-0.0310	0.0182	*2.9131
RENDIMI1	-2.0102	1.6068	1.5652
RENDIMI2	-0.0495	1.2211	0.0016
LOCALIZA	0.9510	0.6241	2.3219
DESCANSO	-1.1898	0.9533	1.5577
ARBOPASA	-0.4180	0.5051	0.6849
IMPORTA1	0.9634	0.6539	2.1709
IMPORTA2	0.8608	0.6872	1.5690
INGRESOS	0.0480	0.0520	0.8527

n = 89      sí = 49      no = 40      -      -2 log likelihood = 103.504

Chi-cuadrado (11,91): 16.987 (p = 0.10)

Concordante: 76.8%

Discordante: 23.1%

Nivel de significancia =      \*\* = 0.05

   \* = 0.10

Las únicas variables individualmente significativas son el tamaño de la parcela (TAMANOPA  $\alpha \leq 0.05$ ) y tiempo de trabajar en la parcela (TIEMPOPA  $\alpha \leq 0.10$ ). Sin embargo, el modelo es estadísticamente significativo con un Chi-cuadrado igual a 16.984 (p= 0.07), indicando que todas las variables en su conjunto explican el modelo, pero por la presencia de multicolinealidad su efecto individual queda enmascarado.

En relación a las variables individualmente significativas (TAMANOPA y TIEMPOPA), el signo de los coeficientes indica que a mayor tamaño de la parcela aumenta la probabilidad del interés por sembrar árboles, y mientras más tiempo tenga el agricultor de sembrar en la parcela disminuye la probabilidad del interés en sembrar árboles. Respecto a las demás variables, por no ser estadísticamente significativas, no pueden hacerse inferencias respecto a los signos de los coeficientes, pero en general se cumple con lo esperado.

**Cuadro 45: Modelo reducido de regresión logística para productores de maíz en el volcán San Pedro**

Variable	Parámetro estimado	Error estándar	Wald chi-cuadrado
INTERCEPTO	0.0345	1.6961	0.0004
TAMANOPA	0.1435	0.0729	**3.8788
TIEMPOPA	-0.0310	0.0182	*2.9144
RENDIMI1	-2.0098	1.6034	1.5712
RENDIMI2	-0.0495	1.2212	0.0016
ARBOPASA	-0.4181	0.5051	0.6851
LOCALIZA	0.9511	0.6240	2.3228
DESCANSO	-1.1901	0.9502	1.5687
INGRESOS	0.0480	0.0520	0.8531
IMPORTA1	0.9634	0.6539	2.1706
IMPORTA2	0.8612	0.6773	1.6168

n=89      sí = 49      no = 40      -      -2 log likelihood = 103.504

Chi-cuadrado (10 g): 16.984 (p = 0.07)

Concordantes: 76.8%

Discordantes: 23.0%

Nivel de significancia =      \*\* = 0.05

   \* = 0.10

Con este último modelo puede predecirse la probabilidad del interés en reforestar. Para ello y según la ecuación 17 de la sección 5.4, se utilizan los coeficientes estimados y las medias muestrales y se calcula la estimación logística de la probabilidad del interés en reforestar para un agricultor típico o medio.

$$\log(p) = 'z'$$

$$'z' = 0.0345 + 0.1435 (\text{TAMANOPA}) - 0.0310 (\text{TIEMPOPA}) - 2.0098(\text{RENDIMI1}) - 0.0495(\text{RENDIMI2}) - 0.4181(\text{ARBOPASA}) + 0.9511(\text{LOCALIZA}) - 1.1901(\text{DESCANSO}) + 0.0480(\text{INGRESOS}) + 0.9634(\text{IMPORTA1}) + 0.8612(\text{IMPORTA2}).$$

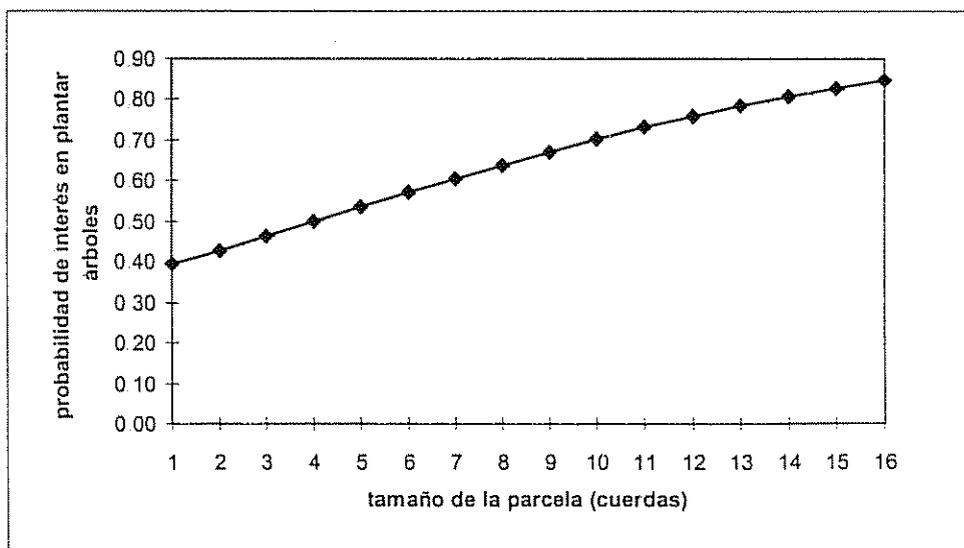
$$'z' = 0.0345 + 0.1435 (5.8989) - 0.0310 (15.2584) - 2.0098(0.0899) - 0.0495(0.8652) - 0.4181(0.4270) + 0.9511(0.7416) - 1.1901(0.8652) + 0.0480(-2.7419) + 0.9634(0.4831) + 0.8612(0.2921) = 0.26697$$

$$y(p) = e^{0.26697} / (1 + e^{0.26697}) = 0.5663 \text{ ó } 57\%$$

Este valor (p), es la probabilidad estimada para que un agricultor medio, se interese en plantar árboles en sus tierras localizadas en el volcán San Pedro. Dicho de otra manera, existe una probabilidad del 57% de que un agricultor medio o "típico" se interese en establecer árboles en el volcán San Pedro.

Además, también interesa conocer el efecto individual de variables independientes seleccionadas para predecir la probabilidad del interés en reforestar. En las pruebas "t" individuales, el tamaño de la parcela es estadísticamente significativo ( $p > 0.05$ ), mostrando que a mayor tamaño aumenta la probabilidad en plantar árboles. Esta relación puede demostrarse gráficamente al convertir los valores logit predichos en probabilidades predichas y luego graficar la variable "tamaño de la parcela" contra la probabilidad de que el agricultor se interese o no en plantar árboles, manteniendo constantes todas las otras variables independientes al nivel de sus medias. La figura 5 muestra la probabilidad de que un agricultor se interese en establecer árboles a diferentes tamaños de parcela.

**Figura 5:** Probabilidad de que el agricultor se interese en plantar árboles en sus tierras a diferentes valores del tamaño del terreno.

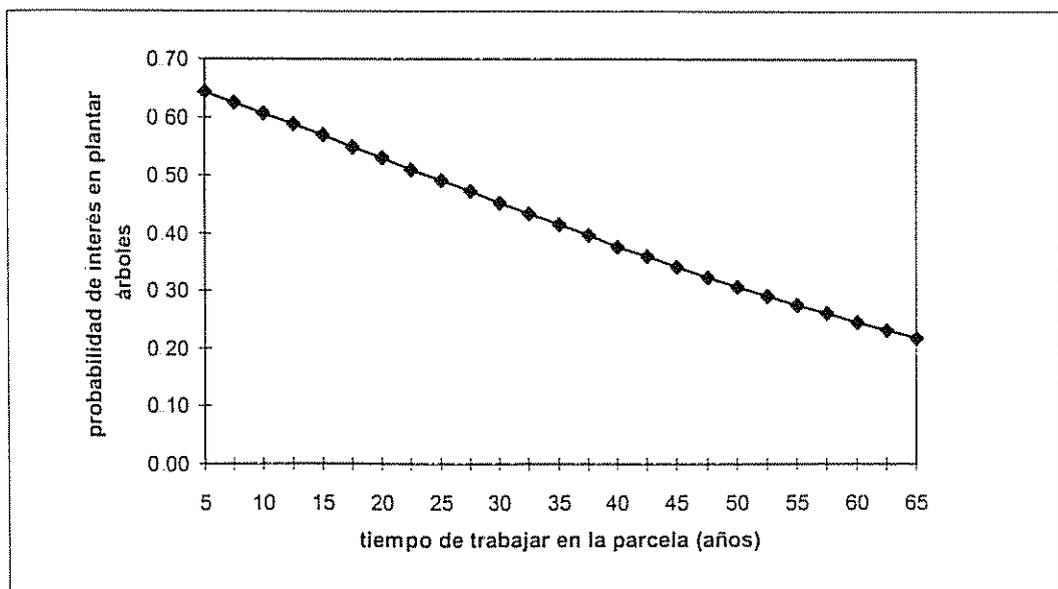


Según esta gráfica resulta que existe una probabilidad del 50% de que el productor en el volcán San Pedro se interese en plantar árboles cuando la parcela tiene un

área de 4 cuerdas (1,747.24 m<sup>2</sup>). Cabe señalar que si bien los resultados muestran que a partir de un tamaño de parcela de 0.17 ha, el 50% de los agricultores se interesan en sembrar árboles, esto se debe a que su interés es en cultivo en contorno y no plantación pura. Lo anterior se explica más detalladamente en el cuadro 46 de la sección 6.3.3.

Al igual que con la variable "tamaño de la parcela" puede también predecirse la probabilidad del interés en establecer árboles, analizando el efecto individual de la variable "tiempo de trabajar en la parcela" y manteniendo todas las demás variables constantes a nivel de sus medias. La figura 6 muestra como disminuye la probabilidad del interés en plantar árboles cuando el tiempo de trabajar en la parcela aumenta. Según la gráfica, a partir de 23 años de trabajar en la parcela, la probabilidad de que el agricultor se interese en establecer árboles en el volcán San Pedro es menor que 50%.

**Figura 6:** Probabilidad de que el agricultor en el volcán San Pedro se interese en plantar árboles en sus tierras a diferentes valores de tiempo de trabajar en la parcela.



### 6.3.3. Análisis financiero del establecimiento de árboles tomando en cuenta los intereses de los agricultores

Al tomar en cuenta los intereses de los agricultores, los resultados de la encuesta, resumidos en el cuadro 46 muestran que, sin incentivos para la reforestación, el 46% de los agricultores no están interesados en sembrar árboles, mientras que un 54% dice sí estarlo. De este 54%, el 56% estaría interesado en sembrar árboles en contorno, el 23% como plantación pura y un 21% intercalados con cultivos. La especie preferida para la reforestación es *Grevillea robusta* y el producto que la mayoría (98%) desea obtener es leña. Es probable que si se le señalara al productor la posibilidad de un incentivo para la producción forestal, el número de agricultores interesados en plantaciones puras hubiera sido más alto.

**Cuadro 46. Preferencias de los agricultores para el establecimiento de árboles sin incentivos.**

Sistema de plantación			Especie			Producto
Arboles en contorno	Plantaciones puras	Intercalado con cultivos	<i>Grevillea robusta</i>	<i>Inga sp</i> (cuxín)	<i>Inga sp2</i> (chalum)	leña
56%	23%	21%	64%	19%	9%	98%

Con base en lo anterior se hizo un análisis financiero para el sistema agroforestal de maíz y árboles en contorno para la producción de leña con *Grevillea robusta*. Esta especie es extensamente utilizada en Africa, en donde los agricultores la prefieren sobre otras especies por su alta capacidad de soportar podas intensivas y su interferencia es relativamente baja con los cultivos agrícolas. En Kenia, es comúnmente utilizada en cercos vivos e intercalada con cultivo de maíz, frijol y otros. Su madera es utilizada principalmente para leña a partir de podas y madera de pequeñas dimensiones para construcción de muebles.

Al igual que muchas otras especies forestales, no existen tablas de crecimiento y rendimiento para *G. robusta* en Guatemala. La especie ha sido poco estudiada y la

información que se tiene no ha sido sistematizada. Los estudios realizados sobre la producción de leña a partir de podas, se basan en estimaciones realizadas de los desombres en plantaciones en asocio con café. En estas plantaciones se hacen desombres de las ramas cada dos o tres años, obteniéndose leña y postes. Villatoro (1986), señala que en una plantación de una hectárea en asocio con café, de tres años de edad y densidad de 567 árboles se obtienen 20 tareas<sup>6</sup> de leña. Esto significa que a un espaciamiento como el anterior, 147 árboles en 0.26 ha, se obtendrían 5.7 tareas de leña. Lo anterior coincide con las consultas realizadas con productores en el área, quienes manifestaron que alrededor de 75 árboles a un distanciamiento de 4x4 producen entre 3 y 4 tareas de leña cada dos años como resultado del desombre. Es importante señalar que la cantidad de leña depende de la intensidad de la poda y la frecuencia con que ésta se hace.

El análisis financiero se hizo bajo el supuesto de que en una plantación en línea de 200 metros, a un distanciamiento de 4 metros, se producen 3 tareas de leña como producto de las podas a partir del tercer año y luego cada 2 años. Por otro lado, los ingresos al igual que los costos de la producción de maíz, se disminuyeron en un 10% por el espacio necesario para el establecimiento de los árboles. Para facilidad del análisis, se consideró que la producción de maíz permanecía constante a lo largo del tiempo, a pesar de que algunos estudios indican que la producción agrícola se ve beneficiada con la incorporación de árboles en el sistema productivo. El flujo de caja se presenta en el anexo B. Para el análisis financiero se usaron los indicadores financieros VAN, TIR y RBC, tomándose una tasa real de descuento del 8% (cuadro 47). Tanto el VAN, como la RBC indican que la incorporación de árboles en la producción de maíz, desde el punto de vista financiero no es rentable.

Anteriormente se indicó que la producción de maíz para los agricultores en el volcán San Pedro tampoco es rentable. Al comparar ambos sistemas productivos proyectados a 12 años, se ve que con el establecimiento de árboles en contorno se obtienen pérdidas levemente menores, ya que la pérdida acumulada de la

---

<sup>6</sup> 1 tarea = 1.22 m<sup>3</sup>

producción de maíz en 12 años es de -Q.1873.78 (flujo de caja está en el anexo B, cuadro 4).

**Cuadro 47: Análisis financiero del sistema agroforestal maíz - *Grevillea* en contorno.**

ANÁLISIS FINANCIERO	
VAN	- Q. 1,668.23
TIR	—
RBC	0.76

Tasa de descuento = 0.08

Sin un incentivo para la producción forestal en plantaciones puras, el sistema agroforestal maíz-árboles en contorno es más ventajoso para los pequeños productores que el sistema taungya, a pesar de que este último es, desde el punto de vista financiero, rentable. El sistema agroforestal le permite al agricultor seguir percibiendo los ingresos provenientes de la producción de maíz a lo largo de todo el ciclo productivo, contribuye a diversificar la producción y los ingresos se perciben en el corto plazo. Lo anterior significa que de no existir un incentivo para los pequeños productores, estos se inclinarán por el establecimiento de árboles en contorno, aunque habrá que hacer un estudio para determinar cuáles serán sus intereses al conocer que existe la posibilidad de un incentivo para la producción forestal y cuánto es el monto mínimo que estarían dispuestos a recibir en compensación por dejar de sembrar maíz para el establecimiento de plantaciones forestales puras.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones a las que se llegan en este trabajo de investigación están de acuerdo a los objetivos propuestos y las hipótesis planteadas.

Resumen de los resultados:

Se determinó que la media de VDP por el cobro de un peaje a la entrada de Panajachel para que las autoridades locales, mediante educación ambiental, protejan y conserven el bosque natural en el volcán San Pedro es de US\$ 3.93 para turistas extranjeros y US\$ 1.25 para visitantes nacionales. En la situación hipotética de protección y conservación directa del bosque, mejoramiento en infraestructura y servicios para el ecoturismo, el turista extranjero está dispuesto a pagar en promedio US\$ 6.10, mientras que la VDP media del turista nacional fue estimada en US\$ 3.87. En el caso de la situación hipotética de mejora ambiental por el aumento de cobertura boscosa, la VDP media para el visitante extranjero fue estimada en US\$ 1.25 y para nacionales US\$ 0.95.

No puede concluirse que la VDP sea susceptible a diferentes niveles de conservación en el área, porque se usan diferentes vehículos de pago y por eso los rangos del BID inicial también son diferentes para cada nivel de conservación o escenario. Sin embargo, en casi todos los modelos las personas que consideran que el área es única (IMP1) y aquellas les parece que es un área turística normal (IMP2) tienen menor VDP que aquellas que piensan que el área está muy deforestada.

Utilizando el valor medio estimado de la VDP y una tasa anual de visitación de 200,000 visitantes al año (50% extranjeros y 50% nacionales) descendiendo hasta un 50%, se tiene que el valor agregado esperado o beneficio económico total por la conservación y protección del bosque natural a través de educación ambiental con respecto al grupo de turistas extranjeros oscila entre US\$ 196.500 y US\$ 393,000

anuales. Respecto al grupo de turistas nacionales, el beneficio económico total por la protección y conservación del bosque natural a través de educación ambiental oscila entre US\$ 50,000 y US\$ 100,000 al año de acuerdo a las diferentes tasas de visitación anual. En el caso de un programa de ecoturismo en el volcán San Pedro, el beneficio total esperado, que se generaría por el cobro de un boleto de entrada al turista potencial extranjero es de US\$ 61,000 al año y US\$ 38,700 anuales por el turismo nacional potencial al área. El aumento de cobertura boscosa, según diferentes tasas de visitación al volcán San Pedro, generaría un beneficio total que va de US\$ 4,900 a US\$ 24,500 al año, proveniente del grupo de turistas extranjeros potenciales. En el grupo de turistas nacionales potenciales al área el rango esperado de ingresos totales generados es de US\$ 1,900 a US\$ 9,500 anuales. Sin embargo, si el vehículo de pago fuera un peaje a la entrada de Panajachel, el beneficio total percibido por el turismo extranjero, siendo conservadores, oscila entre US\$ 122,500 y US\$ 245,000 y por el turismo nacional está entre US\$ 47,500 y US\$ 95,000. En total, los dos grupos de turistas generaran un beneficio que oscila entre US\$ 170,000 y US\$ 340,000 al año.

El programa de desarrollo de ecoturismo propuesto, que consiste en la protección y conservación directa del bosque primario, la construcción de infraestructura y proporción de servicios para el turismo naturalista en el volcán San Pedro, tiene un alto potencial financiero, con una RBC = 1.80, una TIR = 41% y un VAN = US\$ 261,928.86. Debe señalarse que según el análisis de sensibilidad, el proyecto es más sensible a una disminución en el ingreso que a aumentos en los costos, pues soporta un aumento de hasta el 70% en los costos y una disminución en los ingresos del 50%.

En relación al aumento de cobertura boscosa, para aumentar la belleza escénica, brindar estabilidad ecológica a las poblaciones de flora y fauna y revertir procesos de degradación ambiental ocasionados por la deforestación, desde el punto de vista económico, sin considerar los beneficios directos del aprovechamiento forestal, tiene un gran potencial. El ingreso total promedio que se podría generar por el cobro de

un peaje a la entrada de Panajachel es de US\$ 255,000 anuales, con lo cual podría llevarse a cabo un programa de incentivos locales para la producción forestal.

A nivel privado comparando el establecimiento de plantaciones forestales con el uso que actualmente le dan los agricultores a la tierra, se tiene que la producción de maíz, deja al agricultor una pérdida por cuerda de Q. 35.98 (US\$ 6.00) en un ciclo productivo. El análisis financiero para el establecimiento de una plantación de *Pinus pseudostrobus* en sistema taungya, para un tamaño medio de parcela en el volcán San Pedro de 0.26 ha, muestra que para la producción de postes y leña, el sistema es financieramente viable, con un VAN = Q. 166.47, TIR = 9% y una RBC = 1.03. Sin embargo, por las pocas oportunidades de empleo y fuentes de otros ingresos que tienen los agricultores en el área, se hace difícil que adopten una actividad económica de largo plazo en donde los beneficios se perciben hasta en el año 12. Aún si ingresan al programa de incentivos forestales (PINFOR) que contempla el Instituto Nacional de Bosques, el establecimiento de plantaciones forestales no es viable para los pequeños productores del área, pues los montos para el establecimiento y mantenimiento de las plantaciones se dan en los 6 primeros años. Se calcularon los montos y momentos de un incentivo para el establecimiento de plantaciones puras en sistema taungya, de manera que el flujo de caja sea igual a 0 en los tres primeros años y luego a partir del cuarto año hasta antes del aprovechamiento se le compense por la producción de maíz que deja de percibir. Con base en lo anterior, se estimó que para que las plantaciones puras sean viables para los pequeños agricultores se deberá dar un incentivo de US\$ 3,010.00 por hectárea en un período de 11 años. El financiamiento para este incentivo puede ser a través del ingreso generado por la VDP para la reforestación de los visitantes nacionales y extranjeros que llegan a Panajachel. Con este ingreso potencial, estimado en US\$ 255,000 anuales, pueden reforestarse 85 hectáreas al año.

En ausencia de un incentivo para la reforestación, los resultados demuestran que el 55% de los agricultores estarían interesados en plantar árboles en sus parcelas. Las variables individualmente significativas para determinar la probabilidad que existe

para que un agricultor se interese o no en plantar árboles, son el tamaño de la parcela y el tiempo que tienen de trabajar en ella. Del 55% de los productores interesados en establecer árboles, el 56% estaría dispuesto a plantar árboles en contorno, al 64% le gustaría plantar *Grevillea robusta* y el producto que el 98% desea obtener es leña. El análisis financiero del sistema agroforestal *Grevillea* - maíz en contorno, señala que este sistema productivo no es financieramente viable, pues el VAN = - Q. 1,696.01 y la RBC = 0.76. Al comparar este sistema con el sistema productivo maíz, los resultados muestran que el sistema agroforestal deja menos pérdidas al agricultor. Desde la visión que tiene el campesino, el sistema agroforestal maíz - *Grevillea* es más ventajoso que el sistema taungya, cuando no se le da un incentivo, a pesar de que este último es financieramente viable, porque sigue satisfaciendo las necesidades alimentarias de la familia a lo largo de todo el ciclo productivo, contribuyendo además a diversificar la producción. El agricultor toma además en cuenta las pocas oportunidades de empleo que existen en el área y la incertidumbre y el riesgo de las actividades productivas a largo plazo.

#### Implicaciones:

Dados los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, especialmente en relación a las ganancias potenciales que se generarían con programas de conservación y manejo de los recursos naturales, los diseñadores de políticas y tomadores de decisiones encargados de la conservación y manejo de los recursos naturales en la Cuenca del Lago de Atitlán deberán analizar las estrategias que se seguirán para alcanzar los objetivos de manejo. Existe un porcentaje alto de visitantes que llega al área para disfrutar de la belleza del lago (45% en nacionales y 43% en extranjeros) y de la naturaleza (38% nacionales y 35% extranjeros) y entre el grupo de turistas extranjeros existe un 18% cuyo interés es el montañismo. Actualmente las autoridades gubernamentales o municipales no cobran por el ingreso al volcán San Pedro, ni tampoco por la conservación de la belleza del lago. Dado que el turista extranjero y nacional tiene una voluntad de pago por la protección y conservación del bosque en el volcán San Pedro, deberán diseñarse

estrategias para captar este ingreso de manera que no solamente el volcán San Pedro como área protegida pueda ser autosuficiente en un sentido financiero, sino se garantice a largo plazo la conservación de los recursos naturales de la Reserva de Usos Múltiples de la Cuenca del Lago de Atitlán.

Es importante además que se incluyan a los otros sectores de la sociedad, hogares y empresas que brindan servicios al turismo, para que ellos también paguen por la conservación de los recursos naturales en el lago de Atitlán. Por lo anterior, es recomendable que se realicen estudios de VDP dirigidos a esta población.

En cuanto a implementar proyectos de ecoturismo en zonas boscosas que poseen potencial para ello, la investigación señala que esta actividad es altamente rentable. Sin embargo, debido a que esta rentabilidad es más susceptible al nivel de ingresos, deberá diseñarse cuidadosamente el programa, para que no se pierdan los objetivos primarios de conservación de la biodiversidad. Por lo anterior, se recomienda que previo a cualquier programa que se implemente, se hagan estudios de impacto ambiental y de capacidad de carga, para garantizar que la conservación sea sostenible en el largo plazo.

En relación a un programa de reforestación en las faldas del volcán San Pedro, y en general cuando está dirigido a pequeños productores, es importante que sea participativo de manera que se tomen en cuenta sus intereses, por lo que se recomienda que se hagan estudios sobre la cantidad mínima que ellos estarían dispuestos a recibir por dejar de sembrar maíz para su propio consumo, de manera que un programa de incentivos para la reforestación esté de acuerdo a sus necesidades e intereses.

Por otro lado, sabiendo que una de las principales causas de la deforestación en Guatemala es el cambio en el uso de la tierra, y la fuerte presión que hay sobre los bosques naturales, es importante que se incluyan dentro de los incentivos para la reforestación, los sistemas agroforestales.

En relación a la metodología, los resultados tienen varias implicaciones. El modelo de límite simple es una buena primera estimación de las variables independientes significativas que influyen en la VDP. La influencia que tienen varía de acuerdo al escenario planteado, en donde se define el bien ambiental que se está evaluando., y además los signos de algunos de los coeficientes cambian según la situación hipotética de mejora ambiental.

Respecto al modelo de límite doble, los signos de los coeficientes se mantienen iguales e incorpora algunas de las variables que no fueron significativas en el modelo simple. Los estimadores del modelo de límite doble son más eficientes que los del modelo simple, porque los errores estándares asociados a los coeficientes se reducen significativamente. Además de la eficiencia estadística, en el caso de los turistas nacionales, es probable que el modelo de límite doble reduzca el sesgo estratégico cultural, al sugerirle al visitante nacional una segundo BID más bajo, con lo cual éste se siente en completa libertad para manifestar su verdadera VDP. Se recomienda por eso, que se hagan estudios para confirmarlo.

En países en vías de desarrollo, debido a las limitaciones financieras que existen para la investigación, es más recomendable el uso del modelo de límite doble, cuya complejidad en la estimación del modelo se ve compensada por las ventajas que tiene sobre el modelo de límite simple.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Asesoría Basterrechea. 1993. Estudio Técnico para la Recategorización del Parque Nacional Atitlán. Amigos del Lago. Guatemala, Guatemala. 211 p.
- Azqueta Oyarzún, D. 1994. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.A. Madrid. 290p.
- Berle, P. 1991. Nature Tourism. Managing for the Environment. Editado por Tensie Whelan. Island Press, Washington. 223 p.
- Cabrera, C. 1996. Síntesis Histórica de la Deforestación en Guatemala. In Tikalia. Facultad de Agronomía, USAC. Guatemala.
- Caveness, F.; Kurtz, W. 1993. Participation in farmer-owned reserve program: a discrete choice model. American Journal of Agricultural Economics. (65): 120-124.
- Cruz, J. de la . 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala Ministerio de Agricultura y Ganadería. 42 p.
- Dixon, J.; Sherman, P.B. (eds). 1990. Economics of protected areas: a new look at benefits and costs. Island Press, Washington, D.C.
- Elandt-Johnson, R.C. ; Johnson, N.L. 1980. Survival Models and Data Analysis. Nueva York. John Wiley & Sons, Inc.
- Escobedo, M. A. 1995. Indices de Sitio para *Pinus pseudostrobus* Lindl., en los Departamentos de Chimaltenango y Sololá. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala. 81 p.

- Fucede. 1994. Diagnóstico del Municipio de San Pedro La Laguna departamento de Sololá. -----32 p.
- Funcede. 1994. Diagnóstico del Municipio de Santiago Atitlán Departamento de Sololá. ----- 41 p.
- Gittinger, J.P. 1982. Economic Analysis of Agricultural Projects. 2a. Edición. World Bank Economic Development Institute Series in Economic Development. Johns Hopkins University Press. Baltimore, MD. 505 pp.
- Gómez, M. *et al.* 1983. El Estado Actual de las Areas Silvestres Protegidas. Manejo y Desarrollo. In Primer Seminario Taller sobre Areas Protegidas Silvestres en Guatemala. José Miguel Leiva Editor. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 75-105 p.
- González - Cabán, A.; Loomis, J. 1996. Economic benefits of maintaining ecological integrity of Río Mameyes, in Puerto Rico. *Ecological Economics*. 21: 63-75. 1997.
- Gregersen, H.M. *et al.* 1988. Pautas para la evaluación económica de proyectos de ordenación de cuencas. Guía FAO Conservación No. 16. 148 pp.
- Gregersen, H.M.; Contreras, A.H. 1992. Economic assessment of forestry project impacts. FAO Forestry Paper No. 106. 134 pp.
- Hanemann, M.; Loomis, J.; Kanninen B. 1991. Statistical Efficiency of Double-Bounded Dichotomous Choice Contingent Valuation. *American Journal of Agricultural Economics*. 73(4): 1255-1263.

- Hanemann, W.M. 1984. Welfare Evaluations in Contingent Valuation Experiments with Discrete Responses. *American Journal of Agricultural Economics*. 66: 332-341.
- Hanley, N.; Spash, C. 1995. *Cost-Benefit Analysis and the Environment*. Edward Elgar Publishing Company, Inglaterra. 278 pp.
- Henry, H.D. 1997. Estimating protected area revenue in Antigua and Barbuda: An evaluation of the CVM for land use planning in a developing country. Tesis. *Catie*. Costa Rica. 80 p.
- Hosmer, D.; Lemeshow, S. 1989. *Applied logistic regression*. John Wiley & Sons. New York.
- Hyman, E. 1983. Loa of smallholder tree farming in the province of Ilocos Norte and Ilocos Sur, Philippines. *Agroforestry Systems* (1): 225-243.
- INAFOR. 1977. Fortalecimiento al Sector Forestal Guatemala. *Inventarios y Estudios Dendrométricos en Bosques de Coníferas*. FAO. Guatemala, Guatemala. 69p.
- INGUAT. 1995. Informe anual. Guatemala, Guatemala
- Instituto Nacional de Estadística (INE). 1991. Estimaciones de Población Urbana y Rural por Departamento y Municipio. 1990. *Sistema Estadístico Nacional, Publicaciones Estadísticas Temáticas*, INE.
- Jordan, C. et al. 1992. Taungya. *Forest Plantations with Agriculture in Southeast Asia*. CAB International, Oxon, UK. 153 p.

- Kamwetti, D.M. 1992. Growth and Utilization of *Grevillea robusta* around Mt Kenya. In *Grevillea robusta* in Agroforestry and Forestry. Proceedings of an International Workshop. Harwood, C.E. editor. English Press. Nairobi, Kenya. 73-80 p.
- Kanninen, B.; Khawaja, M.S. 1995. Measuring Goodness of Fit for the Double - Bounded Logit Model. *American Journal of Agricultural Economics*. 77: 885-890.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). Eschborn. 335 p.
- León, Carmelo J. 1994. Double Bounded Survival Values for Preserving the Landscape of Natural Parks. *Journal of Environmental Management*. 46(2): 103-118. 1996.
- Loomis, J.B. 1988. An introduction to contingent valuation using dichotomous choice models. *Journal of Leisure Research*. 20(1): 46-56.
- Mitchell, R.C.; Carson, R. T. 1989. *Using surveys to value public goods: The Contingent Valuation Method*. Resources for the Future. Washington, D.C.
- Mitchell, R.C.; Carson, R. T. 1995. A current assessment of the CVM. In P. O. Johansson, K.G. Maler. eds., *Current Issues in Environmental Economics*, Manchester University Press.
- Montagnini, F. 1992. *Sistemas Agroforestales. Principios y Aplicaciones en los Trópicos*. OET. San José, Costa Rica. 622 p.

- Nations, J. et al. 1988. Biodiversity in Guatemala. Biological Diversity and Tropical Forests Assessment. Center For International Development and Environment World Resources Institute. Washington. 185 p.
- PAFG. 1995. Diagnóstico y Propuesta de Políticas que afectan al Sector Forestal. MAG/PAFG. Guatemala.
- Randall, A.; Hoehn J.P. Brookshire, D.S. 1983. Contingent Valuation Surveys for Evaluating Environmental Assets. Natural Resources Journal. 23: 635-648.
- Reiche, C.; Current, D.; Gómez, M. 1991. Costos del Cultivo de Arboles de Uso Múltiple en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 70p.
- Rogers, E. 1995. Diffusion of innovations. New York. 519 p.
- Shultz, S. 1989. Willingness to pay for Groundwater Protection in Dover, NH: a Contingent Valuation Approach. University of New Hampshire. 65p.
- Shultz, S. ; Lindsay B. 1990. The Willingness to pay for ground water protection. Water Resources Research. 26(9): 1869-1875.
- Shultz, S.; Luloff, A.E.; King, D. 1991. The contingent and hedonic valuation methods: techniques for valuing a community's resources. Journal Of The Community Development Society. 22(2).
- Shultz, S.; Pinazzo, J.; Cifuentes, M. 1998. Opportunities and limitations of contingent valuation surveys to determine national park entrance fees: evidence from Costa Rica. Environment and Development Economics. 3(1): 131-149.

- Ugalde, A. Godoy, J.C. 1992. Areas Protegidas de Centroamérica. Informe al IV Congreso Mundial de Parques Nacionales y Areas Protegidas. UICN/ Guatemala. 101 p.
- UICN, BID. 1993. Parques y Progreso. Areas y Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe. Washington. 258 p.
- Utting, P. 1993. Trees, people and power. Social dimensions of deforestation and forest protection in Central America. Earthscan Publications Ltd. Londres. 206 p.
- Valenzuela de Pisano, 1996. Agricultura y Bosque en Guatemala. Estudio de caso en Petén y Sierra de las Minas. Editor UNISD/WWF. Universidad Rafael Landívar. Guatemala. 242 p.
- Villatoro, R. 1986. Caracterización del Sistema Agroforestal Café-Especies Arbóreas en la Cuenca del Río Achiguate, Guatemala. Tesis. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala. 152 p.
- Zanotti, R.; Galloway, G. 1996. Manejo de Plantaciones de Coníferas. Guía técnica para el extensionista forestal. CATIE, Costa Rica. 61 p.
- Zepeda, G. 1983. La Acción Gubernamental en el Establecimiento de Areas Protegidas. In Primer Seminario Taller sobre Areas Protegidas Silvestres en Guatemala. José Miguel Leiva Editor. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. 68-74 p.

**ANEXO A**

# DISEÑO DE ENCUESTA PARA RECOLECTAR DATOS FINANCIEROS (A NIVEL DE FINCA) SOBRE PRODUCCION ANUAL DE MAIZ.

Fecha de la encuesta: \_\_\_\_\_ Responsable: \_\_\_\_\_  
Inicio de la entrevista: \_\_\_\_\_  
Fin de la entrevista: \_\_\_\_\_

## 1. INFORMACION GENERAL DEL PRODUCTOR

Nombre del productor: \_\_\_\_\_

Domicilio: \_\_\_\_\_

1. ¿Cuántos hijos viven con usted en el hogar? \_\_\_\_\_

2. ¿Cuánto tiempo tiene de vivir en la comunidad? \_\_\_\_\_

3. ¿Cuáles son las tres actividades productivas más importantes a las cuales se dedica? Señale de la más importante a la menos importante

a. Producción de maíz \_\_\_\_\_

b. Producción de café \_\_\_\_\_

c. Venta de artesanías \_\_\_\_\_

d. Jornaleo en otras fincas \_\_\_\_\_

e. otro (especificar): \_\_\_\_\_

## 2. CARACTERISTICAS DE LA PARCELA

1. Sus tierras en el volcán San Pedro son (encerrar en un círculo):

a. Propias

c. Alquiladas

b. Comunales

d. Otro

2. De qué tamaño es la parcela que tiene sembrada con maíz en el volcán San Pedro?

\_\_\_\_\_ cuerdas \_\_\_\_\_ manzanas.

3. ¿Desde hace cuánto tiempo siembra usted maíz en estas parcelas?

\_\_\_\_\_ años.

4. ¿Dónde se localiza la parcela que tiene sembrada con maíz?

a. A la orilla del lago.

b. Arriba del volcán

5. ¿Cuántas personas trabajan con usted en la parcela? \_\_\_\_\_

6. ¿Cuántas cosechas de maíz saca al año? \_\_\_\_\_
7. ¿Cómo ha sido el rendimiento de la producción de maíz en estas parcelas en los últimos años?
- Ha disminuido
  - Ha permanecido igual
  - Ha aumentado
8. ¿Deja usted su parcela en descanso?
- No \_\_\_\_\_
- Si \_\_\_\_\_ ¿Cuánto tiempo? \_\_\_\_\_
9. La producción de maíz, usted la utiliza para:
- Autoconsumo
  - Vende excedente
  - Venta

**3. INFORMACION SOBRE COSTOS E INGRESOS DE LA PRODUCCION DE MAIZ EN EL VOLCAN SAN PEDRO.**

	Cantidad	Precio unitario (quetzales)	Total (quetzales)
Producción total de maíz			
<i>Insumos:</i> semilla fertilizantes otros agroquímicos			
<i>Mano de obra:</i> preparación del terreno siembra deshierbe aplicación agroquímicos dobla cosecha jateo acarreo desgrano			
<i>Herramientas:</i> piocha, machete, etc.			
<i>Tierra</i>			

#### 4. INTERES EN EL ESTABLECIMIENTO DE ARBOLES EN LA PARCELA

1. ¿Ha plantado usted anteriormente árboles en sus tierras?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

2. Le interesaría a usted plantar árboles en la parcela que tiene sembrada con maíz en el volcán San Pedro?

Sí \_\_\_\_\_

No \_\_\_\_\_

3. (En caso de ser afirmativa la respuesta) ¿Bajo qué sistema le interesaría plantar árboles? (Enseñar dibujos)

- a. Plantaciones puras
- b. Arboles en contorno
- c. Intercalados con el cultivo

4. ¿Qué especie le gustaría plantar?

\_\_\_\_\_

5. ¿Cuántas cuerdas plantaría usted con árboles?

\_\_\_\_\_

6. ¿Qué tipo de producto le gustaría obtener de los árboles?

- a. Leña
- b. Madera para postes de construcción
- c. Madera para elaborar artesanías
- d. Madera para vender en aserradero.

# TURISTAS NACIONALES

Estimado visitante:

Estamos llevando a cabo una encuesta respecto al desarrollo futuro del volcán San Pedro, localizado a orillas del lago de Atitlán. Usted ha sido seleccionado como parte de una muestra que representa a los visitantes potenciales al volcán San Pedro. Su participación en esta encuesta es muy importante y será sumamente apreciada por nosotros. La información que nos proporcione será estrictamente confidencial y se utilizará en un estudio acerca del desarrollo futuro del volcán San Pedro y el Lago de Atitlán.

Gracias por su colaboración.

Por favor lea la siguiente información y observe el conjunto de fotografías que se le proporcionan y luego responda a las preguntas que a continuación se le presentan:

El volcán San Pedro se localiza a orillas del Lago de Atitlán y forma parte de la belleza escénica de esta área. El bosque que en décadas pasadas cubría completamente sus faldas ha sido deforestado para dar lugar a plantaciones de maíz y café. La deforestación en el volcán ocasiona serios problemas ambientales para la población local, pues contribuye con la erosión y pérdida de la fertilidad del suelo, cambios microclimáticos, pérdida de captación de agua, contaminación del agua, disminución de la biodiversidad, etc. En el volcán aún existe un remanente de bosque primario nuboso de altura que no solamente proporciona beneficios ambientales, sino también alberga muchas especies de flora y fauna y brinda además oportunidades para la educación, investigación y la recreación.

(FOTOGRAFIA)

Si este bosque NO es manejado para protegerlo y conservarlo, es probable que en un futuro cercano todo este bosque desaparezca.

(FOTOGRAFIAS)

A. Suponga que el bosque que aún queda en el Volcán San Pedro es protegido y conservado por las autoridades locales a través de un programa permanente de educación ambiental.

Pregunta 1: ¿Estaría usted dispuesto a pagar Q. xxx en la entrada a Panajachel para que las autoridades locales protejan y conserven este bosque?

SI

NO

Si contestó SI a la pregunta 1, ¿estaría dispuesto a pagar el doble?

SI

NO

Si contestó NO a la pregunta 1, ¿estaría dispuesto a pagar la mitad?

SI

NO

En caso que haya contestado NO a esta última pregunta, señale en la casilla correspondiente por qué o llene en el espacio que se le brinda:

No me parece que deba pagar por que se proteja y conserve un bosque.

No confío en las autoridades locales.

No puedo pagar esa cantidad de dinero

No tengo suficiente información para decidir si debo pagar o no.

Otro: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

B. Suponga ahora que este bosque es protegido y conservado con vigilancia permanente, se construyan senderos con información para realizar caminatas autoguiadas, un centro de visitantes con información sobre la importancia que tiene este bosque, sus características, especies de flora y fauna que aquí habitan, se proporcionen tours con guías capacitados y seguridad para que usted y otros disfruten y conozcan directamente de la belleza del bosque natural que aquí existe.

(FOTOGRAFIAS)

¿Visitaría usted el área en el futuro?

SI  NO

Pregunta 2: ¿Estaría usted dispuesto a pagar Q. xxx por un boleto de entrada al área?

SI  NO

Si contestó SI en la pregunta 2, ¿estaría usted dispuesto a pagar el doble?

SI  NO

Si contestó NO en la pregunta 2, ¿estaría usted dispuesto a pagar la mitad?

SI  NO

En caso que haya contestado NO a esta última pregunta, señale en la casilla correspondiente por qué razón o llene en el espacio que se le brinda:

No estoy de acuerdo que haya que pagar por proteger o visitar un bosque.

No puedo pagar esa cantidad de dinero

No tengo suficiente información para decidir si debo pagar o no.

Otro: \_\_\_\_\_

---

---

---

C. Suponga ahora que además de las facilidades para visitar el volcán, el área que actualmente se encuentra sembrada con maíz y sin bosque fuera reforestada, de manera que todo el volcán estuviera cubierto de bosque, aumentando con ello las poblaciones de flora y fauna y revirtiendo los procesos de degradación ambiental en el área.

(FOTOGRAFIAS)

Pregunta 3: Estaría usted dispuesto a pagar Q. xxx adicionales por un boleto de entrada al área?

SI  NO

Si contestó SI en la pregunta 3, ¿estaría dispuesto a pagar el doble?

SI  NO

Si contestó NO en la pregunta 3, ¿estaría usted dispuesto a pagar la mitad?

SI  NO

Si contestó NO en la pregunta anterior, favor marcar en la casilla correspondiente por qué razón o llene en el espacio que se brinda:

No me parece que sea yo quien deba pagar.

Me gusta el volcán así como está.

No podría pagar esa cantidad de dinero

No tengo suficiente información para decidir si debo pagar o no.

Otro: \_\_\_\_\_

---

---

---

En las siguientes preguntas, por favor marque en la casilla correspondiente o llene en los espacios que se le proporcionan.

1. ¿En qué parte de Guatemala vive?

Ciudad \_\_\_\_\_  
Departamento \_\_\_\_\_

2. ¿Con cuánta frecuencia visita usted el Lago de Atitlán?

Una vez al año

Más de una vez al año

Esporádicamente

3. El lago de Atitlán le parece que es:

Único

Es un área turística normal

Sus alrededores están muy deforestados

4. ¿Cuál es el propósito principal de su visita al Lago de Atitlán?:

Descanso

Natación

Buceo

Comprar artesanías

Paseo en lancha, velero u otro

Observación de aves

Disfrutar de la naturaleza

Fotografía

Disfrutar de la belleza del lago

Investigación científica

Paz, tranquilidad y aire puro

Conocer cultura indígena

Montañismo

Negocios

5. ¿Ha visitado usted áreas silvestres protegidas, parques nacionales o biotopos en Guatemala u otro país?

Sí

No

6. ¿Cómo llegó al Lago?

Automóvil privado

Automóvil rentado

Autobús extraurbano

Autobús turístico

7. ¿Cuántos días tiene pensado pasar aquí?

\_\_\_\_\_ días

8. ¿Cuántas personas vinieron con usted?

\_\_\_\_\_

9. ¿Dónde estuvo hospedado?

\_\_\_\_\_

10. Cuánto dinero gastó durante su visita al Lago?

Q. \_\_\_\_\_

11. Pertenece usted a algún grupo ecologista, ambientalista o simpatiza con ellos?

Sí

No

12. Cuántos años tiene?

\_\_\_\_\_ años.

13. Sexo:

femenino

masculino

14. Viaja usted con niños?

Sí

No

15. El nivel de educación más alto que usted ha completado es:

Primaria

Bachillerato, secretariado o técnico

Universidad

Postgrado

16. Su ingreso anual es aproximadamente de:

Menos de Q.15,000.00

de Q.75,000 a Q.89,999

de Q.15,000 a Q. 29,999

de Q.90,000 a Q.104,999

de Q.30,000 a Q.44,999

de Q.105,000 a Q.119,999

de Q.45,000 a Q.59,999

de Q.120,000 a Q.134,999

de Q.60,000 a Q.74,999

más de Q.135,000

**ANEXO B**

CUADRO 1.1 FLUJO DE CAJA DEL ECOTURISMO EN EL VOLCAN SAN PEDRO

	año1	año2	año3	año4	año5	año6	año7	año8	año9	año10	año11	año12
<b>Ingresos</b>												
Turistas extranjeros	10.000	36.600,00	48.800,00	54.900,00	61.000,00	61.000,00	61.000,00	61.000,00	61.000,00	61.000,00	61.000,00	61.000,00
Turistas nacionales	10.000	23.220,00	30.960,00	34.830,00	38.700,00	38.700,00	38.700,00	38.700,00	38.700,00	38.700,00	38.700,00	38.700,00
Valor residual												26.604,00
<b>Ingresos totales</b>	59.820,00	79.760,00	89.730,00	99.700,00	99.700,00	99.700,00	99.700,00	99.700,00	99.700,00	99.700,00	99.700,00	126.304,00
<b>Costos</b>												
<i>Infraestructura</i>												
Caseta de entrada												
Centro de visitantes												
Senderos												
Estación interpretativa												
<i>Equipamiento</i>												
Rótulos interpretativos					500,00							500,00
Paneles					800,00							
Herramientas		200,00		200,00		200,00		200,00		200,00		200,00
Mobiliario rustico					600,00							
Terreno												
Muelle												
Imprevistos 10% del total						700,00						
<b>Inversión total</b>												
<i>Costos de operación</i>												
Salarios	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00	39.192,00
Material de oficina	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
Mantenimiento y reparaciones	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00	800,00
<b>Total costo de operación</b>	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00	40.592,00
<b>Total costos</b>	40.592,00	40.792,00	40.592,00	40.792,00	41.292,00	41.992,00	40.792,00	40.792,00	41.992,00	40.792,00	40.592,00	41.292,00
<b>INGRESO NETO</b>	19.228,00	38.968,00	49.138,00	58.908,00	57.708,00	58.408,00	59.108,00	58.908,00	57.708,00	58.908,00	59.108,00	85.012,00





CUADRO 4: PRODUCCIÓN DE MAIZ EN EL VOLCAN SAN PEDRO  
PROYECTADA A 12 AÑOS

	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	año1	año2	año3	año4	año5	año6	año7	año8	año9	año10	año11	año12
<b>COSTOS</b>															
Mano de obra				111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99
Preparación del terreno	jornales	7,47	15,00	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99	111,99
Siembra	jornales	2,24	15,00	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62
Deshierbe	jornales	6,36	15,00	95,43	95,43	95,43	95,43	95,43	95,43	95,43	95,43	95,43	95,43	95,43	95,43
Aplicación agroquímicos	jornales	2,49	15,00	37,29	37,29	37,29	37,29	37,29	37,29	37,29	37,29	37,29	37,29	37,29	37,29
Dobla	jornales	2,23	15,00	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50
Cosecha	jornales	3,31	15,00	49,68	49,68	49,68	49,68	49,68	49,68	49,68	49,68	49,68	49,68	49,68	49,68
Jateo	jornales	2,87	15,00	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98	42,98
Acarreo	jornales	3,61	15,00	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16
Desgrano	jornales	6,46	15,00	96,95	96,95	96,95	96,95	96,95	96,95	96,95	96,95	96,95	96,95	96,95	96,95
Insumos															
Semilla	lb	8,31	1,30	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80	10,80
Fertilizante	qq	3,47	100,00	347,28	347,28	347,28	347,28	347,28	347,28	347,28	347,28	347,28	347,28	347,28	347,28
Insecticida	lb	10,60	2,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50
azadón	unidad	1,39	21,65	30,16	30,16	30,16	30,16	30,16	30,16	30,16	30,16	30,16	30,16	30,16	30,16
arrendamiento tierra	cuerda	6,00	1,50	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00
Subtotal				979,36	979,36	979,36	979,36	979,36	979,36	979,36	979,36	979,36	979,36	979,36	979,36
<b>INGRESOS</b>															
Producción de maíz	qq	9,36	80,00	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14
Subtotal				749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14	749,14
Ingreso neto				-230,22	-230,22	-230,22	-230,22	-230,22	-230,22	-230,22	-230,22	-230,22	-230,22	-230,22	-230,22
Ingreso neto actualizado				-230,22	-213,17	-197,38	-182,76	-169,22	-156,69	-145,08	-134,33	-124,38	-115,17	-106,64	-98,74