

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN**

ESCUELA DE POSGRADO

Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza para optar al grado de:

Magister Scientiae

Por

Jannette Gutiérrez Barrera

Turrialba, Costa Rica
2002

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

Magíster Scientiae

Mario Piedra Ph.D.

Francisco Alpizar Ph.D.

Francisco Jiménez Dr.

Eliécer Vargas Ph.D.

Ali Moslemi, Ph.D.

Jannette Gutiérrez Barrera
Candidata

DEDICATORIA

A mi querido esposo y amigo Francisco Salmerón, por su incondicional apoyo, confianza y por el sacrificio que le significó asumir el papel de padre y madre durante éstos dos largos años que pasé fuera de nuestro hogar.

A mis pequeños hijos Kennette Alonso y Diego José, porque ellos son mi inspiración y para que este esfuerzo les sirva de ejemplo en su vida profesional.

A mi madre por toda su lucha y por ser la única que siempre estuvo pendiente de mis necesidades durante mis estudios básicos.

A mis queridas tías Lidia y Mercedes Barrera porque han sido un gran ejemplo en mi vida.

A mis amigas y compañeras: Felicia, Damaris, Verónica, Elsy y Orfa, por su amistad y por todas las alegrías y sufrimientos compartidos, igualmente a mi amiga Glenda Bonilla (egresada de CATIE) quien me motivó a ingresar en esta escuela.

A los Matagalpinos, para que tomen en serio los clamores de sus ríos y de la tierra diciendo: **“Basta ya de contaminación y deforestación”** y para que Matagalpa vuelva a ser “La Perla del Septentrión”.

A Dios padre, Dios hijo y a María, porque nunca me abandonaron en los momentos más difíciles y porque me permitieron conocer muchos ángeles durante mi estadía en CATIE.

Jannette

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer de forma especial:

Al CATIE por la oportunidad que me brindó y por el apoyo recibido de todo su personal, en especial el de la Escuela de Posgrado y de la Biblioteca ORTON.

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), por el financiamiento de mis estudios en conjunto con el CATIE y al Programa Socioambiental y Forestal (POSAF) por su contribución para la realización de las encuestas.

A los doctores Mario Piedra y Eliécer Vargas, por permitirme desarrollar el tema y por sus valiosos aportes durante todo el estudio.

Al doctor Francisco Alpízar, por la oportuna y valiosa contribución al presente estudio y por las lecciones aprendidas a su lado.

Al amigo y consejero doctor Francisco Jiménez, por el tiempo y dedicación con que revisó este documento, además por toda su consideración y motivación continua durante el estudio.

De manera muy especial agradezco al ingeniero Sergio Velásquez de la Unidad de Sistemas de Información Geográfica del CATIE por las lecciones aprendidas y el interés en la aplicación SIG incluida en este estudio..

A los ingenieros Edgard D'León del Proyecto Cuencas Matagalpa, José Ramón Torres y Noel Amador de la Empresa Aguadora de Matagalpa y a la Alcaldía de Matagalpa, por facilitarme valiosa información y su colaboración desinteresada durante la etapa de campo.

A los jóvenes encuestadores de la UNA y UNAN, por su interés y esfuerzo por cumplir con los objetivos y metas propuestas durante el levantamiento de información.

A los usuarios del agua potable que participaron del estudio y a los productores que mostraron su alta consideración e interés en el mismo.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización del estudio y que por ser muchas en este momento omito.

.....GRACIAS A TODOS !!!

RESUMEN

Jannette Gutiérrez Barrera. 2002. Valoración económica del servicio ambiental hídrico en las subcuencas Molino Norte y San Francisco, y propuesta para su incorporación en la tarifa hídrica, Matagalpa, Nicaragua.

Palabras claves: Valoración económica, Valoración Contingente, agua, servicio ambiental hídrico, modelos paramétricos y no paramétricos, Matagalpa, Nicaragua.

Con el propósito de estimar la disponibilidad y demanda actual de agua, así como aproximar el valor económico del servicio ambiental hídrico para ajustar la tarifa de agua en la ciudad de Matagalpa, se determinó la oferta hídrica en las subcuencas Molino Norte y San Francisco empleando sistemas de información geográfica, así como la demanda actual de agua por usuarios urbanos y rurales. La disposición a pagar (DAP) por el servicio ambiental hídrico por parte de los usuarios urbanos del agua en la ciudad de Matagalpa fue estimada empleando el método de Valoración Contingente (con modelos paramétricos y no paramétricos).

Los resultados mostraron una oferta disponible en ambas subcuencas de 182 l s^{-1} , que al ser contrastado con la demanda social de agua de 245 l s^{-1} resultó en un déficit hídrico de hasta 63 l s^{-1} . Esto confirma la escasez actual de agua en la ciudad de Matagalpa.

La DAP calculada con el modelo paramétrico simple fue de C\$ 36 córdobas/mes/familia (US\$ 2.46), mientras que con el modelo no paramétrico doble se estimó una DAP promedio de C\$ 22 córdobas/mes/familia (US\$ 1.5). La valoración económica del servicio ambiental hídrico fue estimada en C\$ 2362284 córdobas año⁻¹ (US\$ 161800). La mediana de la DAP obtenida por el modelo no paramétrico doble se consideró la mejor estimación ya que se ajusta mejor al nivel de ingresos promedio de los usuarios del agua potable.

Finalmente, de acuerdo a los productores, la implementación de un mecanismo de pago por el servicio ambiental hídrico en Matagalpa, podría representar un atractivo incentivo a quienes adopten usos de la tierra que contribuyan a la captación y mejora de la calidad del agua, sin embargo, su adopción estaría en dependencia, tanto del monto ofrecido a los productores, como de la institución que se encargue de la implementación y seguimiento del programa en ambas subcuencas.

SUMMARY

Jannette Gutiérrez Barrera. 2002. Economic Valuation of the water-generating environmental service provided by Molino Norte and San Francisco watersheds, and a proposal for an environmentally adjusted drinking-water tariff, Matagalpa, Nicaragua.

Key words: Economic valuation, Contingent Valuation, agua, environmental services, parametric and non parametric models, Matagalpa, Nicaragua.

The purpose of this study was to estimate the current water supply and demand, as well as to assess the economic value of the water-generating service provided by Molino Norte and San Francisco sub-watersheds to environmentally adjust water tariffs in the city of Matagalpa, Nicaragua. Total demand for water was established taking into account the residential as well as rural consumers of the upper watersheds and the city of Matagalpa. Water supply at the sub-watershed level was established using geographical information systems. Contingent Valuation - through parametric and non parametric models - was used to estimate the mean willingness to pay (WTP) of urban dwellers for sub-watershed protection through a water tariff premium which would allow the creation of an environmental fund to improve water catchments by setting land aside or improving farming practices among agropecuarian producers.

Results indicated that water supply was 182 l s^{-1} . Water demand for all sectors resulted to be of 245 l s^{-1} , which renders an water shortage of 63 l s^{-1} . This finding confirms the urgent need to look for strategies to increase water catchments in both upper watersheds.

The mean WTP provided by the single bounded parametric model was C\$ 36 córdobas/month/family (US\$ 2.46), whereas the double bounded non parametric double yielded a mean WTP of C\$ 22 córdobas/month/family (US\$ 1.5). To calculate the economic value of the water-generating environmental service for both watersheds the median WTP provided by the double bounded non parametric model was used. This measure rendered the most conservative estimation giving the urban dwellers low income. The economic value was estimated in C\$ 2362284 córdobas year⁻¹ (US\$ 161800).

Finally, in correspondence whit the producers, the implementation of any mechanism of payment for environmental services related to water might be driven by the size of the payment offered to agropecuarian producers. Furthermore, the institution in charge of the implementation and monitoring of that hypothetical mechanism should be one in which the main players (the water users and agropecuarian producers) must be represented.

INDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
SUMMARY.....	vi
INDICE DE CONTENIDO.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 CARACTERIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	5
1.3.1 <i>Objetivo general</i>	5
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	5
1.4 HIPÓTESIS PLANTEADAS.....	6
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1 EL AGUA: UN RECURSO INDISPENSABLE Y ESCASO.....	7
2.2 EL AGUA: DETERMINANTE DEL EQUILIBRIO DEL SISTEMA NATURAL.....	8
2.3 FUNCIÓN DEL BOSQUE EN LA PRODUCCIÓN DE AGUA.....	10
2.4 VALORACIÓN ECONÓMICA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES.....	13
2.4.1 <i>Valoración Económica Total</i>	15
2.4.2 <i>Importancia de la valoración económica</i>	17
2.5 MÉTODO VALORACIÓN CONTINGENTE.....	17
2.5.1 <i>Fundamentación teórica</i>	17
2.5.2 <i>Ventajas y desventajas del Método de Valoración Contingente</i>	20
2.5.3 <i>Sesgos en la elaboración de los cuestionarios en VC</i>	22
2.5.3.1 <i>Sesgos instrumentales</i>	22
2.5.3.2 <i>Sesgos no instrumentales</i>	23
2.6 ESTUDIOS REALIZADOS EN CATIE EMPLEANDO EL MÉTODO DE VC.....	23
2.7 SERVICIOS AMBIENTALES Y EL PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES.....	25
2.8 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO EN LA CIUDAD DE MATAGALPA.....	30
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO.....	35
3.2 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	36
3.2.1 <i>Descripción de la ciudad de Matagalpa</i>	36
3.2.2 <i>Descripción de las subcuencas Molino Norte y San Francisco</i>	37
3.3 DEFINICIÓN DE LA POBLACIÓN Y LA MUESTRA.....	39
3.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO Y RECOLECCIÓN DE DATOS.....	40
3.5 ETAPAS METODOLÓGICAS.....	40
3.5.1 <i>Etapa I: Planificación del proceso y recolección de información</i>	40
3.5.2 <i>Etapa II: Estimación de la oferta de agua de las subcuencas Molino Norte y San Francisco y de la demanda en la ciudad de Matagalpa</i>	41

3.5.2.1	Método del Número de Curva.....	42
3.5.2.2	Procedimiento SIG para calcular escurrimiento superficial.....	43
3.5.3	<i>Estimación de la demanda hídrica.....</i>	51
3.5.4	<i>Etapa III: Estimación de la DAP mediante el Método de VC.....</i>	54
3.5.4.1	Diseño del experimento para la Valoración Contingente.....	54
3.5.4.2	Diseño de la encuesta.....	55
3.5.4.3	Aplicación de la encuesta.....	57
3.5.5	<i>Etapa IV: Exploración de la disponibilidad de los productores a participar de un mecanismo de incentivos.....</i>	58
3.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN.....	61
3.6.1	<i>Análisis previos.....</i>	61
3.6.2	<i>Modelo de Elección Dicotómica de Límite Simple (“Single Bounded”).....</i>	61
3.6.3	<i>Modelo de Elección Dicotómica de Límite Doble (“Double Bounded”).....</i>	63
3.6.4	<i>Estimación No Paramétrica de la DAP.....</i>	65
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	68
4.1	ESTIMACIÓN DE LA OFERTA HÍDRICA TOTAL Y DISPONIBLE.....	68
4.2	ESTIMACIÓN Y PROYECCIÓN DE LA DEMANDA HÍDRICA.....	69
4.3	RESULTADOS DE LA VALORACIÓN CONTINGENTE.....	73
4.3.1	<i>Encuesta piloto.....</i>	73
4.3.2	<i>Aplicación de la encuesta definitiva.....</i>	74
4.3.2.1	Características socioeconómicas de los entrevistados.....	75
4.3.2.2	Conocimiento previo de la problemática ambiental.....	78
4.4	ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ECONOMÉTRICO DE LA DAP.....	84
4.4.1	<i>Análisis previos de variables independientes.....</i>	84
4.4.2	<i>Modelo Dicotómico Simple y la DAP.....</i>	86
4.4.3	<i>Modelo Dicotómico doble y la DAP.....</i>	90
4.4.4	<i>Estimación No Paramétrica de la DAP.....</i>	92
4.5	CAUSAS DEL “NO PAGO” POR EL SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO.....	96
4.6	VALOR AGREGADO DE LA DAP POR EL SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO EN MATAGALPA.....	97
4.7	FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACIÓN DE UN MECANISMO DE PSAH POR PARTE DE.....	101
4.7	LOS PRODUCTORES EN LAS SUBCUENCAS MN Y SF.....	101
4.7.1	<i>Análisis a través del grupo focal con representantes institucionales.....</i>	101
4.7.2	<i>Análisis a través del grupo focal y encuesta con productores de las subcuencas Molino Norte y San Francisco.....</i>	106
4.7.3	<i>Disposición a aceptar incentivos por parte de los productores.....</i>	107
4.8	MANEJO DE FONDOS PROVENIENTES DEL PAGO POR EL SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO.....	109
5.	CONCLUSIONES.....	111
6.	RECOMENDACIONES.....	113
7.	BIBLIOGRAFIA (archivo aparte).....	114
8.	ANEXOS.....	118

INDICE DE CUADROS

Número	Contenido	Pág.
Cuadro 1.	Niveles de Pago del Programa de Servicios Ambientales (Costa Rica)	28
Cuadro 2.	Experiencias tendientes al Pago por Servicios Ambientales en Nicaragua.....	29
Cuadro 3.	Tarifas vigentes de la Empresa Aguadora de Matagalpa	31
Cuadro 4.	Estructura de costos actual de la Empresa Aguadora de Matagalpa	32
Cuadro 5.	Número de curva para el cálculo de escurrimiento superficial de las Subcuencas Molino Norte y San Francisco	48
Cuadro 6.	Estaciones meteorológicas georreferenciadas y precipitaciones promedio anuales consideradas en el estudio	49
Cuadro 7.	Variables independientes y su categorización en el estudio de Valoración Contingente	57
Cuadro 8.	Número de productores seleccionados por subcuenca para conocer su disposición a participar de un posible mecanismo de PSA	60
Cuadro 9.	Proyección de la demanda de agua en la ciudad de Matagalpa para el período 2002-2015	71
Cuadro 10.	Oferta y demanda de agua en la ciudad de Matagalpa y las subcuencas Molino Norte y San Francisco	72
Cuadro 11.	Variables que caracterizan al grupo entrevistado de acuerdo al sexo.....	76
Cuadro 12.	Matriz de correlación de variables independientes.....	85
Cuadro 13.	Diagnóstico de colinealidad de las variables consideradas en el estudio.....	86
Cuadro 14.	Probabilidad observada de respuestas de DAP en función del valor inicial propuesto para el Modelo Dicotómico Simple.....	87
Cuadro 15.	Resultados del Modelo Dicotómico Simple.....	88
Cuadro 16.	Resultados del Modelo Logístico Dicotómico Doble	91
Cuadro 17.	Probabilidades de respuesta de aceptación asociadas a cada valor inicial en la primera ronda de respuestas.....	93
Cuadro 18.	Probabilidades de respuesta de aceptación asociadas a cada valor inicial propuesto más la pregunta de seguimiento.....	93
Cuadro 19.	Medidas del bienestar estimadas mediante modelos paramétricos y no- Paramétricos para la DAP por el servicio ambiental hídrico por usuarios del agua potable.....	95
Cuadro 20.	Valoración económica del servicio ambiental hídrico, Matagalpa, Nicaragua.....	98
Cuadro 21.	Montos propuestos por los productores para aceptar involucrarse en un programa de pago por el servicio ambiental hídrico en Matagalpa.....	107
Cuadro 22.	Propuesta para el manejo y administración de fondos provenientes del pago por el servicio ambiental hídrico en Matagalpa.....	110

INDICE DE FIGURAS

Número	Contenido	Pág.
Figura 1.	Ciclo hidrológico	9
Figura 3.	Componentes del valor económico de los servicios hidrológicos	16
	del bosque (Modificado a partir de Pérez <i>et al.</i> , 2000).	16
Figura 4.	Ubicación de las subcuencas Molino Norte y San Francisco, Matagalpa.....	35
Figura 5.	Distribución mensual de la precipitación promedio para el período 1960-2001, en 13 estaciones meteorológicas de Matagalpa y sus alrededores.	37
Figura 6.	Grupos hidrológicos subcuencas Molino Norte y San Francisco.....	46
Figura 7.	Uso actual de la tierra subcuencas Molino Norte y San Francisco.....	46
Figura 8.	Esquema metodológico que resume el procedimiento para la obtención del factor S de la fórmula de precipitación de escorrentía.	47
Figura 9.	Esquema metodológico que resume el procedimiento para la obtención del factor P de la fórmula de precipitación de escorrentía.	49
Figura 10.	Ejemplo de las operaciones realizadas con la herramienta “ <i>Map Calculation</i> ” para obtener la precipitación de escorrentía.....	50
Figura 11.	Esquema metodológico que resume el diseño del experimento de Valoración Contingente.	55
Figura 12.	Rangos de edades de los usuarios domésticos del agua potable considerados en el estudio.	76
Figura 13.	Ingreso promedio mensual por familia determinado según la encuesta para la Valoración Contingente del servicio ambiental hídrico en Matagalpa.	77
Figura 15.	Percepción de los usuarios sobre la calidad del agua potable en Matagalpa.	80
Figura 16.	Causas de la contaminación de los ríos en la ciudad de Matagalpa, de acuerdo a la opinión de los usuarios del agua potable.....	82
Figura 17.	Frecuencia de respuestas de disposición a pagar de acuerdo a los valores iniciales propuestos.	90
Figura 18.	Función que refleja la actitud individual consecuyente con el pago por el servicio ambiental hídrico para la pregunta dicotómica simple.....	94
Figura 19.	Función que refleja la actitud individual consecuyente con el pago por el servicio ambiental hídrico para la pregunta dicotómica doble.....	94

INDICE DE ANEXOS

- ANEXO I.** Distribución de encuestas por barrio y tipo de conexión de agua potable.
- ANEXO II.** Encuesta para el estudio de Valoración Contingente.
- ANEXO III.** Encuesta a productores de las subcuencas Molino Norte y San Francisco.
- ANEXO IV.** Base de datos para la DAP – Valoración Contingente.
- ANEXO V.** Resultados del Modelo Dicotómico Simple con todas las variables.
- ANEXO VI.** Hoja de salida del Programa Limdep para el Modelo Dicotómico Simple.
- ANEXO VII.** Hoja de salida del Programa Limdep para el Modelo Dicotómico Doble.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Caracterización del problema

El agua utilizada para consumo doméstico, agrícola e industrial en la ciudad de Matagalpa, proviene de los ríos Molino Norte y San Francisco (MN y SF). El suministro de agua de estas dos fuentes permite abastecer entre 65 y 80% de la demanda actual, siendo necesario, en época de verano, obtener agua de otras subcuencas hidrográficas como Apante y Jaguare.

En los últimos años, en las subcuencas MN y SF, se ha venido produciendo un acelerado aumento de las áreas agrícolas y ganaderas en detrimento de los bosques y sistemas agroforestales, que de acuerdo al MAGFOR (2000) e INIFOM-AMUNIC (2001), son la principal vocación de los suelos de la zona.

Además de la deforestación actual, el uso intensivo de la tierra, principalmente en la subcuenca San Francisco, ha contribuido a la disminución de rendimientos en los sistemas productivos tradicionales de los productores agropecuarios y la afectación de sus ingresos promedio (PCM, 2001). Otras consecuencias del uso intensivo de la tierra en la zona, se ven reflejadas en el racionamiento de agua por parte de la Empresa Aguadora de Matagalpa (AMAT) a los usuarios en la Ciudad, y una mayor incidencia de enfermedades diarreicas en ambas subcuencas (ACM, 1993; FISE-INIFOM, 1999).

Lo anterior, aunado al aumento de la población en los últimos años, representan una alta presión sobre los recursos hídricos en esta zona y de continuar aumentando la demanda al ritmo actual y no mejorarse la disponibilidad de agua, podría producirse un déficit de agua mucho mayor.

Actualmente se ejecuta en Matagalpa un Proyecto de Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable (conocido como “Proyecto Alemán”); el mismo tiene por objeto la modernización de la planta potabilizadora existente y el abastecimiento de agua desde Chagüitillo (Valle de Sébaco¹).

No obstante lo anterior, de acuerdo a consulta a expertos de la misión que ejecuta el “Proyecto Alemán” y de la Dirección Técnica de AMAT, se proyecta que las subcuencas Molino Norte y San Francisco continúen abasteciendo la mayor parte del agua demandada en la ciudad; éste

¹ Ubicado a más de 20 km de Matagalpa.

abastecimiento según el PCM (2001) podría ser de entre el 67-100% en invierno y entre el 50-70% en verano; además, el agua de éstas fuentes resulta ideal para el abastecimiento en las partes altas de la ciudad puesto que no necesita de bombeo, lo que repercute en menores costos para su abastecimiento.

Por último, gran parte de los problemas anteriores que afectan la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, se pueden asociar a la falta de incentivos a los productores para el establecimiento y mantenimiento de sistemas productivos más acordes con la vocación de uso de la tierra, y consecuentes con la función de captadoras de agua de dichas subcuencas.

La modalidad de pago por el servicio ambiental hídrico, podría representar una alternativa para afrontar la problemática de los recursos hídricos en Matagalpa, permitiendo involucrar a los diferentes actores sociales (demandantes, oferentes del servicio e instituciones). Sin embargo, no se cuenta con información sobre los costos sociales reales del agua, ya que los costos actuales se estiman sobre la base de los costos de operación, mantenimiento y administración de AMAT y nunca ha estado incorporado a la tarifa el componente de costos de protección de las fuentes de agua; de igual forma, no se considera la participación de los usuarios de la ciudad en los esfuerzos de conservación y recuperación de dichas fuentes.

1.2 Justificación de la investigación

Investigaciones realizadas en la zona por diversas instituciones ligadas al manejo de los recursos naturales (POSAF-MARENA-DGAP, 2001; HCG/POSAF, 2001; PCM, 2001), muestran la problemática planteada anteriormente y la necesidad de reconocer y determinar el valor de los servicios ambientales, siendo más enfáticas las recomendaciones en relación con los recursos hídricos, por su escasez y por el aumento del deterioro de los ecosistemas que contribuyen a su provisión.

Otro argumento importante es que dentro de las metas del Plan Ambiental de Nicaragua 2001-2005 (Gobierno de la República de Nicaragua, 2001), se contempla el desarrollo de mecanismos económicos que estimulen el uso sostenible y la no-contaminación de los recursos hídricos en áreas y regiones priorizadas (como la cuenca del Río Grande de Matagalpa, de la que forman parte ambas subcuencas). Además de que una buena parte de las subcuencas MN

y SF ha sido categorizada como áreas protegidas² (24% de MN pertenece al “Area Protegida Arenal” y 5.3% de SF a la conocida como “Apante”).

Por otro lado, estudios como el realizado por HCG/POSAF (2001), sugieren que los sistemas agroforestales y los remanentes de bosques presentes en las subcuencas podrían aportar beneficios en términos de fauna silvestre, servicios ambientales y otros productos que ayudarían a diversificar y apoyar la economía de los productores en las zonas rurales. Estos beneficios podrían ser obtenidos mediante mecanismos de financiamiento sustentable que incentiven el uso de la tierra de acuerdo a su capacidad, y que al mismo tiempo, contribuyan a mejorar la disponibilidad y calidad de los servicios brindados por estos ecosistemas.

El Proyecto Cuencas Matagalpa, que involucra a un buen sector de la sociedad matagalpina y que en los últimos años ha venido demostrando gran capacidad organizativa, realizando acciones concretas para la rehabilitación paulatina de las subcuencas MN y SF, ha planteado como una urgente necesidad la definición de políticas locales que armonicen aspectos fiscales con incentivos a los productores de la zona (PCM, 2001).

Barrantes y Vega (2002), sugieren que para la administración eficiente de los recursos hídricos, se debe tener como meta la conservación de las aguas y su aprovechamiento sostenible, siguiendo por lo menos cuatro líneas de acción: el establecimiento de un sistema tarifario donde se refleje el costo real de contar con el recurso, la recuperación, protección y conservación de cuencas hidrográficas para asegurar un flujo permanente de agua a la economía y a la población beneficiaria.

Considerando los elementos expuestos anteriormente, se plantea como una posible alternativa a los problemas de escasez de agua y otros asociados a la explotación intensiva de los suelos, el establecimiento de un mecanismo de incentivos económicos a los productores de las subcuencas MN y SF, de forma que esto contribuya en el mediano y largo plazo a la adopción de sistemas productivos más acordes con la función productora de agua de éstas subcuencas, y que al mismo tiempo beneficie no solo a los productores, sino también a los usuarios del agua en la ciudad, al ofrecerles una mejor disponibilidad y calidad del agua en el futuro.

No obstante lo anterior, la propuesta plantea la necesidad de disponer de información básica sobre la oferta y demanda actual de agua (como línea base), así como conocer el valor

² Porcentajes definidos con base en información digital georreferenciada por el MAGFOR, 2002^a.

económico del agua potable que proviene de los agro y ecosistemas presentes en ambas subcuencas, lo cual podría permitir a los tomadores de decisión locales, disponer de elementos objetivos con los cuales evaluar la conveniencia de diseñar e implementar un programa de Pago por el Servicio Ambiental Hídrico (PSAH), como parte de las políticas tendientes a la gestión adecuada de los recursos hídricos en la zona. El mecanismo propuesto, podría sustentarse sobre la base de la organización misma de los propietarios de la tierra y mediante acuerdos de beneficio mutuo.

Se parte de la premisa de que la internalización del valor del servicio hídrico que brinda el bosque y sistemas asociados, en términos de protección y suministro de agua, al ser asumido por los consumidores a través de una "tarifa real social", podría permitir captar recursos adicionales por la venta de este servicio ambiental, pudiéndose constituir éstos, en la base financiera para la implementación de un mecanismo de PSAH que permita el pago de incentivos a los productores y propietarios de las tierras bajo uso forestal y otros que adopten usos que contribuyan a mejorar la calidad y captación de agua en la zona.

Para la valoración del servicio ambiental hídrico, según Barrantes y Castro (1999) es necesario disponer de valores de mercado y de no-mercado, con la finalidad de generar un resultado que muestre la interrelación entre la economía y la ecología. Para esto, a veces es necesario recurrir a mercados hipotéticos debido a que este tipo de servicios no tienen un mercado definido (Pearce *et al.*, 1989). Esto es posible, debido a que los bienes ambientales pueden formar parte del proceso de producción de bienes para los cuales existe mercado, o porque forman parte de la función de utilidad de los individuos.

La presente investigación pretende generar información sobre los aspectos biofísicos asociados a la oferta-demanda de agua tanto en las subcuencas MN y SF como en Matagalpa; de igual forma sobre el valor real social del agua potable proveniente de ambas subcuencas, a partir del planteamiento hipotético de una mejora en la calidad y disponibilidad de agua, que permita que las personas expresen su valoración o voluntad de pago por el servicio ambiental hídrico. De igual forma se plantea explorar la factibilidad de adopción de un mecanismo de incentivos económicos por parte de los productores, mediante consulta directa a éstos.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Contribuir al conocimiento del valor económico del servicio ambiental hídrico brindado por los ecosistemas de las subcuencas Molino Norte y San Francisco, de manera que sirva de base para la toma de decisiones a escala local.

1.3.2 Objetivos específicos

- ☞☞ Estimar la oferta de agua proveniente de las subcuencas MN y SF y la demanda por parte de la población en la ciudad de Matagalpa y ambas subcuencas.

- ☞☞ Determinar la disponibilidad a pagar (DAP) por el servicio ambiental hídrico, por parte de los usuarios del agua proveniente de las subcuencas MN y SF, ante el planteamiento hipotético de una mejora en su calidad y disponibilidad, y mediante modelos paramétricos y no paramétricos.

- ☞☞ Comparar la DAP estimada por los diferentes modelos (paramétricos vs. no paramétricos).

- ☞☞ Explorar a través de grupos focales, la factibilidad de implementar un mecanismo de incentivos para los productores, que promueva la recuperación y conservación de las subcuencas MN y SF.

1.4 Hipótesis planteadas

- ☞ La DAP de los usuarios domiciliarios del agua potable en Matagalpa supera la tarifa actual por este servicio.
- ☞ La DAP de los usuarios del agua para consumo doméstico en Matagalpa, es función de las características socioeconómicas que los caracterizan, de manera que al menos una característica de éstos influye sobre su DAP.
- ☞ Hay disposición de los productores para participar de un programa de incentivos que promueva la recuperación y conservación de los recursos hídricos de las subcuencas Molino Norte y San Francisco.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El agua: un recurso indispensable y escaso

El 70% de la superficie de la tierra está cubierta de agua, pero solamente entre el 2,5 y 3% es agua dulce. El problema es que la cantidad disponible es la misma que existía hace 2000 años, cuando solo había un 3% de la población actual (Agua-Latina, 2001).

Un reciente informe del Fondo de Población de las Naciones Unidas (FNUAP, 2001), concluye que en el año 2050, más de cuatro mil millones de personas de todo el mundo (45% de toda la población de entonces), no tendrán suficiente agua para beber, bañarse o cocinar sus alimentos y que en regiones como los desiertos africanos y la mayoría de Oriente Medio, sus habitantes no alcanzan a suplir los 50 litros por persona por día, los cuales constituyen el consumo mínimo de agua diario de cada uno de los más de 6000 millones de habitantes que actualmente tiene el planeta.

Es lógico que ante el crecimiento demográfico también aumente la demanda. Lo preocupante es que la relación entre las dos variables es totalmente desproporcionada: en los últimos 70 años, mientras la población se multiplicó tres veces, el uso de los recursos hídricos creció seis veces, algo que roza en los límites del derroche (Agua-Latina, 2001).

En los últimos años, se ha destacado la atención que diversas organizaciones han puesto sobre el recurso hídrico, lo cual ha sido motivado por la creciente escasez de agua para satisfacer la demanda cada vez más creciente y por los problemas ambientales que cada día disminuyen su calidad; además del interés que despierta en otros sectores, la posibilidad de que el agua se convierta en un futuro cercano en un recurso valioso.

En la región centroamericana, el suministro de agua potable es de alta prioridad y requiere de una gestión que integre a los usuarios directos para garantizar la sostenibilidad del servicio. Esto sugiere estructurar procesos participativos para fomentar el uso eficiente del recurso, un reconocimiento del agua como bien económico (que tiene un valor determinado), incorporación de tarifas que permitan el manejo del sistema hídrico en donde ocurren los diferentes procesos asociados a la captación y conservación del agua (Faustino, 1997).

En Nicaragua, desde hace varios años se han venido manifestando problemas de escasez de agua en diferentes regiones del país y la ciudad de Matagalpa es una de ellas. Por esto se puede afirmar que el agua en esta ciudad es un bien limitado y cada vez más costoso de

obtener. Esta situación plantea la necesidad de una administración más eficiente por parte del gobierno y las instituciones con competencia sobre la gestión de este recurso, poniendo énfasis en su aprovechamiento racional y conservación, procurando además, el involucramiento directo de los diferentes actores sociales relacionados, tanto con la captación como con su utilización.

En cuanto al reconocimiento del agua como bien económico, éste se aprobó en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente celebrada en Dublín en enero de 1992 (ONU, 1998). El cuarto de los principios de Dublín postula que “el agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico”. Esto viene a rescatar las posiciones que por muchos años han mantenido los economistas interesados en la gestión de los recursos hídricos, quienes han sostenido desde siempre la necesidad de reconocer que el agua es un bien económico y que hay que considerarla como un bien entre todos los demás.

2.2 El agua: determinante del equilibrio del sistema natural

El agua es el elemento vital y determinante de la dinámica de las sociedades humanas y de todas las comunidades biológicas. El equilibrio del sistema natural global está determinado por la relación sistémica de sus componentes básicos, atmósfera y geósfera; interacción que a través de la confluencia de los fenómenos de precipitación, intercepción, infiltración, recarga, escorrentía, almacenamiento, evaporación y evapotranspiración, se establece en el proceso denominado Ciclo Hidrológico (figura 1).

En el ciclo hidrológico el elemento dinámico es el agua, su comportamiento sistémico la convierte en un recurso de flujo; es decir, un recurso que presenta condiciones y características de distribución y cantidad interespacial e intertemporal; condición que determina la disponibilidad para su uso por la sociedad.

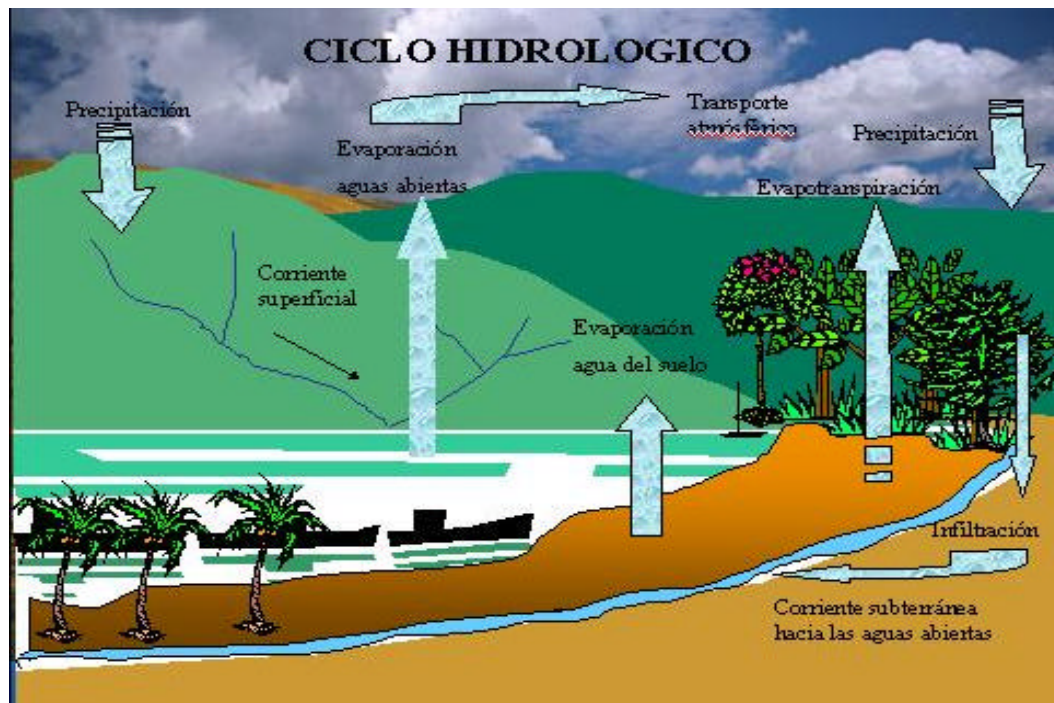


Figura 1. Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico es un sistema cerrado que representa entradas de agua en forma líquida y sólida a través de los fenómenos de precipitación y salidas de agua en estado gaseoso a través de los fenómenos de evaporación y evapotranspiración.

Además de los procesos anteriores, durante el ciclo hidrológico se producen otros procesos que afectan la captación y almacenamiento de agua en el suelo y los reservorios subterráneos. Uno de éstos procesos es la infiltración y el otro la escorrentía.

Una vez que se produce la precipitación y el agua logra alcanzar la superficie de la tierra, se produce una bifurcación hídrica, donde un flujo se introduce en el suelo por acción de la gravedad y hasta la capacidad de campo del suelo y el otro flujo escurre por las laderas.

Es el primer flujo el que influye directamente sobre la recarga de las capas subterráneas aportando los volúmenes de agua para alimentar los procesos de evaporación directa desde el suelo y la utilización del agua por las plantas. La liberación de agua por parte del volumen de recarga hídrica del perfil del suelo por acción de la gravedad, constituye los caudales de las corrientes superficiales.

El aumento de la infiltración y la disminución de la velocidad de escorrentía, a través de la vegetación, permite lograr dos fenómenos muy interrelacionados entre sí: aumento de la

recarga hídrica que permite el aumento de los caudales base y la disminución de los picos de crecida o de los caudales máximos. Lo anterior permite tener un régimen hídrico natural regulado en donde los valores de caudales extremos presentan, respecto a los caudales de valores centrales, dispersiones pequeñas (MMA, 1998).

2.3 Función del bosque en la producción de agua

El tema del agua es fundamental en los debates sobre los problemas relacionados tanto con los ambientes naturales, como con aquellos alterados por el ser humano. Por esta razón es frecuente que, a propósito del tema de los recursos hídricos, se relacionen las actividades de diferentes disciplinas, y que este asunto desempeñe un papel esencial en los planes de desarrollo sostenible de parte de los gobiernos (Marozzi, 1996).

Muchos son los argumentos que se plantean con relación a la función del bosque sobre la captación del agua, sin embargo, los más enfáticos son los que refieren al bosque como promotor de procesos que influyen sobre la captación de agua y regulación del ciclo hidrológico. A continuación se presentarán algunos de estos argumentos, procurando exponer, tanto los planteamientos a favor de esta función de los bosques, como los que la refutan.

Por ejemplo, Kaimowitz (2001), en su escrito "Cuatro medias verdades acerca de la relación bosque y agua en Centroamérica", plantea que el uso del suelo determina, en parte, cuál es el porcentaje de lluvia que cae y se infiltra en el suelo (donde puede permanecer bastante tiempo) y qué porcentaje se pierde, fluyendo rápidamente como escorrentía. Los bosques naturales suelen tener una buena infiltración; su amplia estructura de raíces abre muchos poros en el suelo y la vegetación lo protege de la compactación. También dentro de los bosques existen muchos obstáculos (ramas, detritus, troncos caídos, etc.) que reducen la velocidad de la escorrentía, favorecen la infiltración y reducen el poder erosivo del agua. Por esto, se supone que los bosques recargan los acuíferos y aseguran que no se sequen los ríos, arroyos y manantiales en el verano.

A pesar de lo anterior, también Kaimowitz (2001), citando a Bruijnzeel (1990) y Calder (1999), expresa que normalmente se pierde de vista en las discusiones sobre los bosques y la retención del agua, el hecho de que la evapotranspiración anual de un área bajo bosque tiende a ser mayor que la de un área de vegetación menos densa, sobre todo porque los bosques tienen una mayor área foliar que puede interceptar el agua que cae de arriba y que transpira.

Eso hace que la presencia de cobertura arbórea tienda a disminuir la cantidad total de agua disponible en el área durante el año. Por esto, el efecto neto de la cobertura forestal sobre la disponibilidad del agua en la época seca, dependerá del balance entre el efecto positivo de la mayor infiltración y el efecto negativo de la mayor evapotranspiración.

Lo anterior nos plantea que la función de la vegetación sobre la cantidad de agua disponible en una cuenca, debe verse en relación con los elementos que forman parte del ciclo hidrológico, tales como la precipitación pluvial, la evaporación y evapotranspiración, la infiltración y la escorrentía; la cobertura vegetal interviene en todas estas etapas o procesos para regular la cantidad y calidad del líquido vital que cae y va a alimentar las fuentes y cursos de agua y la atmósfera.

Stadmüller (1984), en una publicación titulada "Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales, medidas para mitigarlo", menciona algunos de los efectos y funciones hidrológicas más importantes de los bosques tropicales, siendo éstas:

- ✂ Los bosques interceptan montos considerables de la precipitación bruta, por lo que el insumo de agua es menor que otras coberturas vegetales.
- ✂ Muestran altas tasas de evapotranspiración, lo que significa una pérdida de agua.
- ✂ Los suelos forestales en el trópico muestran altas tasas de infiltración y poca escorrentía superficial, esto a pesar de los altos montos e intensidades de la precipitación.
- ✂ Son muy eficientes en la protección del suelo contra la erosión superficial a pesar del alto potencial erosivo de la lluvia en estas condiciones.
- ✂ La densa vegetación del bosque y las capas de material orgánico en descomposición son los factores principales en la protección del suelo; en las laderas protegen contra la erosión en masa³.
- ✂ Una cuenca cubierta con bosque garantiza el cumplimiento de los más altos requerimientos de calidad de agua, comparado con otros tipos de uso de la tierra.

Se sabe que existe una relación causa-efecto entre bosque y lluvia, pero se discute acerca de cuál es la causa y cuál el efecto. Sin embargo, de acuerdo a Luna (1998), algo que es muy evidente, es que donde hay abundante vegetación, suele también haber frecuentes y abundantes lluvias y viceversa. Esto último, es lo que se conoce como regulación del ciclo hidrológico⁴.

³ Volúmenes de suelo con superficies de deslizamiento poco profundas.

⁴ Jiménez, F. 2002. Comunicación personal.

Por otro lado, la función de la vegetación sobre la infiltración del agua en el suelo es muy importante porque ésta va a formar las aguas subterráneas que dan lugar a los manantiales o fuentes que alimentan regularmente a los ríos y otras corrientes de agua superficiales. Las raíces de los árboles ancladas en el suelo juegan un papel destacado al aflojar el suelo y facilitar la infiltración del agua por sus poros.

En cuanto a producción de agua en sí, resultados de varias investigaciones en cuencas experimentales alrededor del mundo, incluyendo el trópico húmedo, y con el propósito de probar la hipótesis de que la cobertura vegetal afecta la producción de agua, muestran evidencias de que terrenos cubiertos por bosques producen menos agua que los mismos terrenos en barbecho, pasto o cultivos.

No obstante lo anterior, Bruijzeel (1990) argumenta que la mayoría de estudios que respaldan la teoría anterior, han sido realizados en áreas donde el bosque ha sido removido recientemente y donde no se evidencian los impactos del sobreuso que caracteriza a los sistemas productivos tradicionales, como la disminución de la capacidad de infiltración que afecta el flujo base en los períodos secos.

Por otro lado, en resultados preliminares de un estudio para determinar la velocidad del agua y la de nitratos a través de suelos cultivados con café realizado por Reynolds-Vargas *et al.* (1994), citado por Reynolds (1996), y en el que se emplearon técnicas isotópicas, indican que el agua puede demorar alrededor de veinte años para llegar a un acuífero ubicado a unos 70 metros de profundidad. Sin embargo, es probable que las velocidades de transporte de agua y otras sustancias varíe, dependiendo entre otras cosas, de la permeabilidad de los suelos y de la solubilidad de las sustancias que se combinan con el agua.

De lo anterior se deriva que no toda el agua que cae sobre un bosque llega directamente al suelo; parte se evapora al chocar con la copa de los árboles y parte se escurre por los tallos y ramas para llegar al suelo, ésta es la función conocida como intersección. La cubierta vegetal tiene doble efecto sobre el agua. Por una parte, intercepta y volatiliza parte del agua que cae; y por otra, más importante, la transpiración de sus hojas lanza más vapor de agua a la atmósfera, para constituir la neblina y las nubes, que al enfriarse precipitan nuevamente en forma de lluvia, o dando lugar a la formación de rocío.

Costanza *et al.* (1998) argumentan que los bosques de las cuencas hidrográficas se podrían considerar de gran importancia por la captación de agua, al conocerse sus funciones como

reguladores del volumen de agua superficial, la recarga de acuíferos, el mantenimiento de procesos naturales, el mantenimiento del régimen de lluvias, la conservación de la humedad y el mejoramiento de la calidad del agua.

Por su parte, Hoeks (1996) en un estudio titulado “Desarrollo de herramientas para el soporte de decisiones para el manejo del agua”, muestra que en realidad el uso de la tierra determina la evapotranspiración y la recarga de acuíferos, siendo los más importantes cambios en el uso de la tierra con respecto a sus impactos negativos sobre el manejo del agua, la intensificación en la agricultura, la deforestación y el incremento de las áreas urbanas e industriales.

Por lo tanto, la disponibilidad de agua es resultado de la capacidad que tienen los ecosistemas boscosos para captarla. Se ha dado en reconocer esta función como un servicio ambiental del cual se beneficia la sociedad, tanto en la utilización productiva como en el consumo natural del recurso. Una disminución de los ecosistemas que permiten la captación de agua, podría repercutir directamente en la regulación de los recursos hídricos, afectando diversas actividades humanas (Barrantes y Vega, 2002 en cita a Rudas, 1995).

2.4 Valoración económica de bienes y servicios ambientales

El término “valor” en el sentido de la palabra, tiene significado solo en relación con la escasez de un bien o servicio. La valoración económica se preocupa por las maneras en que la economía de una localidad, región o las naciones pueden ser cambiadas por cierta norma. La valoración está entonces relacionada con los ingresos verdaderos, el concepto relacionado de disposición a pagar por estados cambiados del sistema de recursos, los costos a la sociedad y los precios a los cuales los bienes y servicios están disponibles. (Thomas, 1999)

Por su parte Pearce y Turner (1995) refieren que el término “valor” ha sido interpretado de distintos modos, pero en el ámbito de la política y la ética adoptadas en las sociedades industriales modernas subyacen tres tipos de valor ambiental relacionados. Estos valores son aquellos expresados a través de las preferencias individuales, el valor de preferencia pública y el valor funcional del ecosistema físico; la figura 2 muestra la relación entre los diferentes tipos de valor, y a la vez, presenta los métodos de valoración que permiten extraer dichos valores (Pearce y Turner, 1995). Estos mismos autores manifiestan que cualquier persona individual tiene una serie de los denominados *valores mantenidos*, que son la base de las preferencias individuales y que, a su vez, dan lugar a que se otorgue a los objetos diferentes valores asignados.

Las preferencias privadas o individuales son la base de la mayoría de métodos de valoración económica, tanto directos como indirectos. En cambio, las preferencias públicas o colectivas involucran a otros colectivos que no pueden expresar su opinión, incluyendo a las generaciones futuras (Azqueta, 1994^a). En este último caso, no son los individuos como tales los que toman las decisiones, sino que lo hace un colectivo que, aún con base en las preferencias de sus componentes, debe trascender el individualismo más estricto.

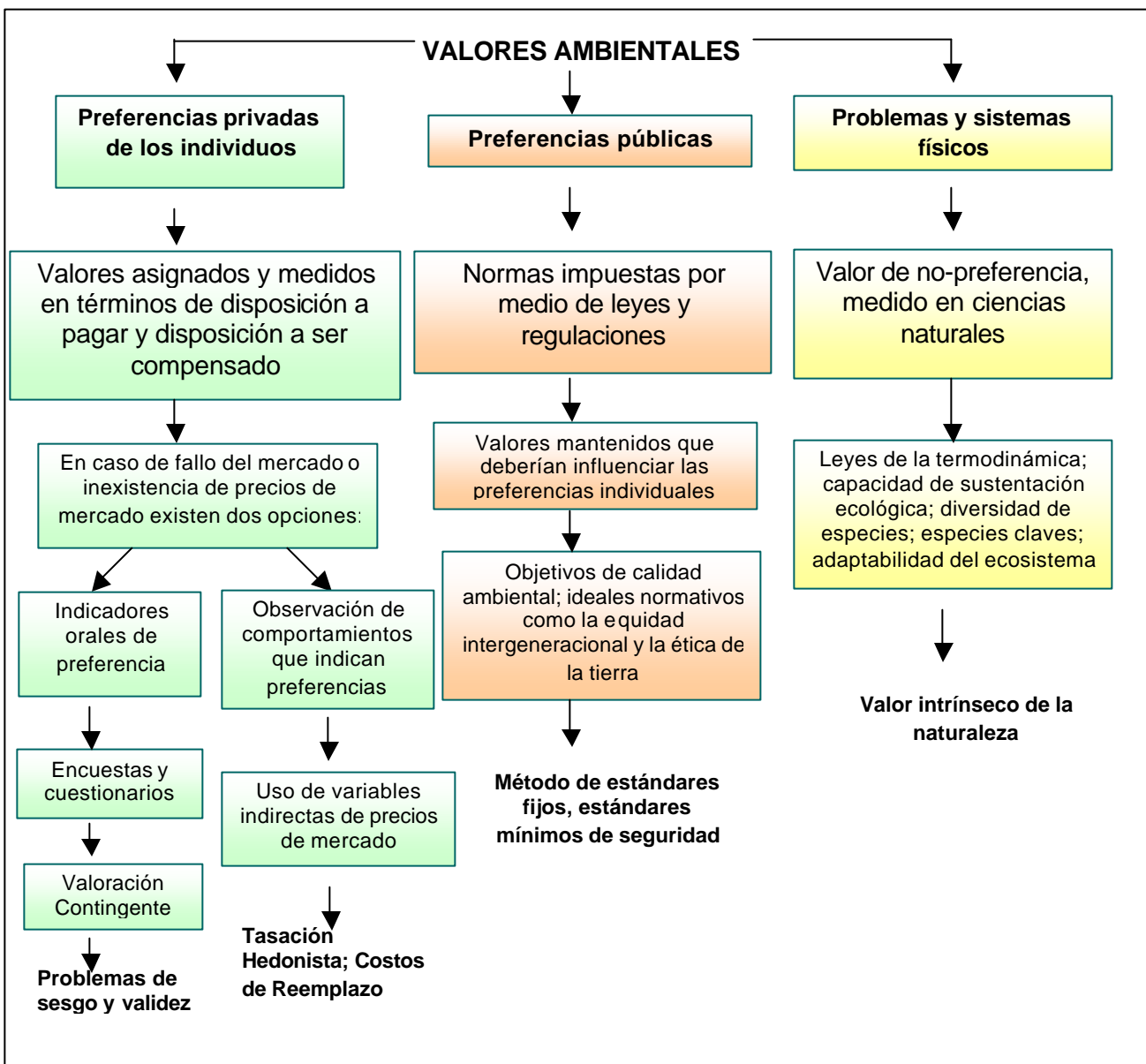


Figura 2. Relaciones entre los diferentes tipos de valores ambientales. Modificado a partir de Pearce y Turner (1995)

Los recursos naturales son considerados bienes públicos, o sea bienes sobre los que no existe un derecho privado, de manera que presentan características de *no-exclusividad* y *no-rivalidad en el consumo*. Estas características llevan a que no exista un mercado para este tipo de bienes. Por esto, se han desarrollado varios métodos para aproximar o asignarles un valor. En general éstos métodos intentan conceptualizar y medir dicho valor mediante la manifestación explícita o la preferencia revelada del deseo de las personas por dicho bien o servicio, este deseo se manifiesta en la cantidad que cada persona estaría dispuesta a pagar como reflejo del beneficio que les representan los mismos (Romero,1997; Hanemann, 1984^a).

Valorar económicamente los recursos naturales significa poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad que permita compararlos con otras posibles alternativas, utilizando para ello un denominador común, el dinero (Azqueta, 1994^b).

La valoración económica, en conjunto con la valoración de la inversión, son los dos elementos críticos para iniciar un proceso de negociación entre quienes ofrecen los servicios (oferentes) y quienes los demandan (demandantes); en este caso se toma como partida tanto la DAP de los usuarios o demandantes de los servicios, como la disposición a aceptar cambios que contribuyan a garantizar esos servicios por parte de los oferentes de los servicios.

Pearce *et al.* (1989) proponen que para la valoración del servicio ambiental hídrico, es necesario disponer de valores de mercado y de no-mercado, con la finalidad de generar un resultado que muestre la interrelación entre la economía y la ecología. Igualmente exponen que en algunos casos, es necesario recurrir a mercados hipotéticos, debido a que este tipo de servicios no tiene un mercado definido.

2.4.1 Valoración Económica Total

La Valoración Económica Total (VET) es aquella que trata de estimar todos los valores asociados al ecosistema que se está analizando. Por lo cual el VET de un ecosistema natural, se desglosa de la siguiente forma:

$$\mathbf{VET = VU + VNU}$$

Como: $VU = VUD+VUI + VO+VCO$ y $VNU = VE + VL$, entonces:
 $VET = (VUD+VUI+VO+VCO) + (VE + VL)$

Donde: VET= valor económico total; VU=valor de uso; VNU=valor de no uso; VUD=valor de uso directo; VUI=valor de uso indirecto; VO=valor de opción; VCO=valor de cuasi-opción; VE=valor de existencia y VL=valor de legado (Ortiz, sf).

Para el caso de los servicios hidrológicos, Pérez, *et al* (2000) han separado teóricamente los componentes del valor económico total de este servicio; los mismos son presentados en la figura 3.

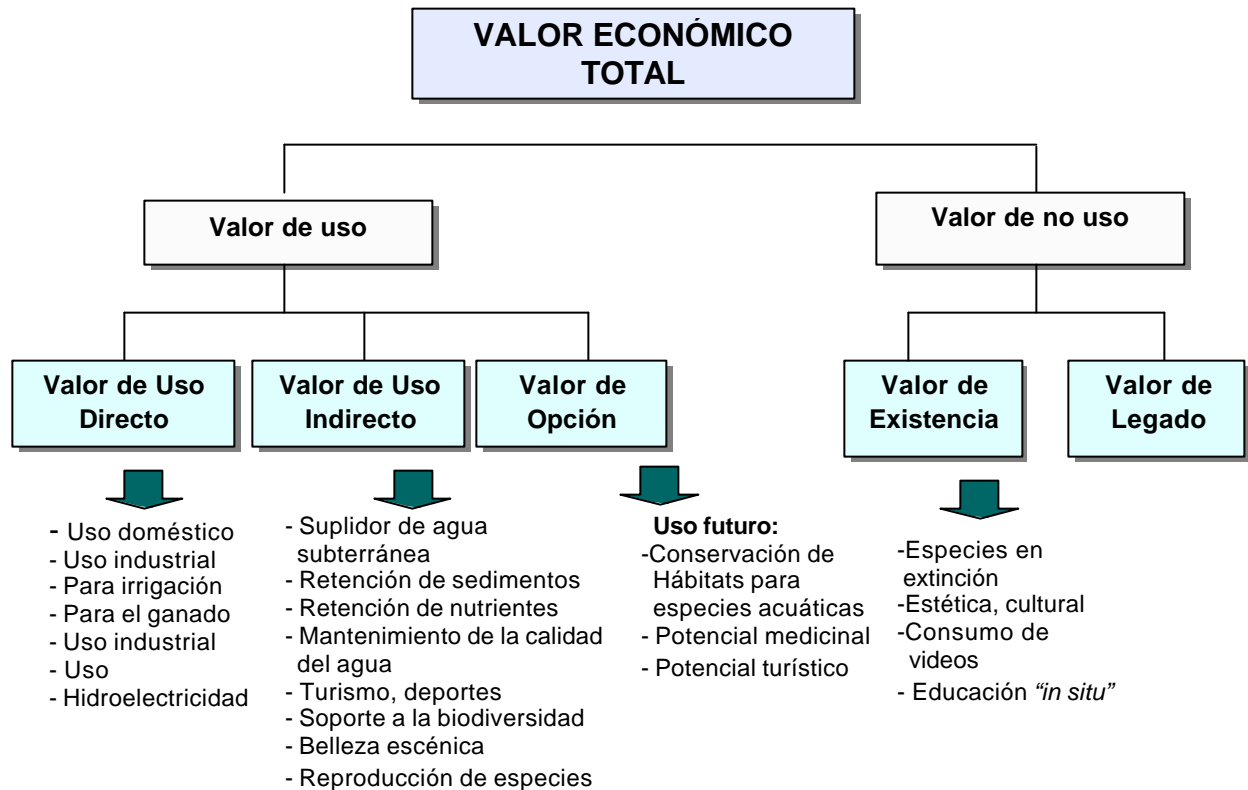


Figura 3. Componentes del valor económico de los servicios hidrológicos del bosque (Modificado a partir de Pérez *et al.*, 2000).

Al identificar las funciones que confieren valor al agua, debe considerarse el componente de uso, que corresponde a la medida de bienestar que le reporta al individuo (sociedad) la utilización del recurso en una u otra forma, y el componente de no-uso, que recoge todas aquellas fuentes del valor que no implican una utilización propiamente dicha del agua.

Como se ha podido apreciar en este acápite, el concepto de Valor Económico Total (VET) es más amplio que el análisis tradicional de costo/beneficio. El VET permite incluir, tanto los

bienes y servicios tangibles como las funciones del medio ambiente, y además, los valores asociados al uso del recurso presente y futuro.

2.4.2 Importancia de la valoración económica

La importancia de valorar el ambiente, parte de que la valoración es uno de los componentes de la agenda del desarrollo sostenible; Winpenny (1993) expone las razones que determinan esta importancia:

- (a) Es un recordatorio de que el ambiente no es libre, aunque no exista un mercado convencional para sus servicios. Además mide la tasa a la cual los recursos están siendo usados o gastados, y señala de igual manera, la escasez creciente a sus usuarios.
- (b) La valoración da una indicación más verdadera del funcionamiento económico.
- (c) Si la cuantificación se llevó a cabo detenidamente y reconociendo sus límites, da una base segura para definir normas que induzcan el uso más cuidadoso del medio. Ejemplo: impuestos, cargos, subvenciones, etc.
- (d) Para la aplicación de normas ambientales, por ejemplo "pagos por contaminación", necesitamos saber cuánto debe pagar el contaminador, o para introducir un impuesto de carbón se supone que se debe conocer el derecho o nivel para aplicar el impuesto. La valoración puede informarnos sobre tales decisiones.

Todo lo anterior indica que la importancia de la valoración económica del agua la determina la naturaleza de bien económico que esta representa, en oposición a la de bien libre. Este interés es mayor en la medida que aumenta la escasez relativa del recurso, por lo que la estimación del valor es un requisito esencial para el diseño de estrategias de incentivos que promuevan su uso eficiente.

2.5 Método Valoración Contingente

2.5.1 Fundamentación teórica

La Valoración Contingente (VC) ha sido empleada por economistas, por aproximadamente 30 años para evaluar cambios en los recursos naturales y el medio ambiente. Este método es uno de los más usados para la valoración directa de activos, sean éstos bienes o servicios ambientales. Se basa en las preferencias declaradas de los individuos por alguna situación o cambio planteado hipotéticamente (McConnell *et al.*, 1999; Field, 1995; Azqueta, 1994^a; Winpenny, 1993; Hanemann, 1984^a).

El nombre "Valoración Contingente" se asocia al hecho de que la valoración final del recurso depende de la opinión expresada por la persona involucrada y se supone que para diferentes personas será diferente la apreciación (Azqueta, 1994^a; Dixon *et al.*, 1994; Winpenny, 1993).

De acuerdo a Hanemann (1984^a), el método de VC fue propuesto inicialmente por Ciriacy-Wantrup (1947). Fue Robert Davis en la década de los sesenta, quien lo aplicó para averiguar el valor que los excursionistas y cazadores del Estado de Maine (US) concedían a los bosques de este estado. La alta aceptación del método se ha consolidado desde que en 1979, el *Water Resource Council* de los Estados Unidos la incluyera entre los tres métodos recomendados para valorar determinados beneficios de las inversiones públicas, y que en 1986, se le reconociera como apropiado para medir beneficios (y perjuicios) en el marco de la *Comprehensive Environmental Response, Compensation, and Liability Act* (Azqueta, 1994^a).

El principio del método, se basa en que VC busca descubrir cómo la gente podría valorar certeramente cambios en el medio ambiente a través de encuestas o cuestionarios aplicados a una muestra de la población interesada o preocupada. Tanto los cambios como los mercados en los cuales se evalúa son hipotéticos, derivando de ahí el nombre de la técnica y el hecho de que lo que el método captura es el valor de "no uso" de los bienes y servicios que otros métodos no pueden capturar (Winpenny, 1993; Hanemann, 1984^a).

En VC los dos conceptos más ampliamente usados son "voluntad de pago" o disposición a pagar (WTP, por sus siglas en inglés) para un beneficio medioambiental, y "voluntad a aceptar" (WTA, por sus siglas en inglés) para compensación por una pérdida de calidad medio ambiental (Azqueta, 1994^a; Winpenny, 1993). Para mejorar el realismo de los valores declarados y eliminar tanto como sean posible los sesgos potenciales, VC considera un número de variantes para elicitación de esta voluntad de pago.

El método de valoración contingente es ampliamente aplicable por sí mismo o en conjunto con otras técnicas de valoración, y según manifiestan Winpenny (1993) y Azqueta (1994^a), en muchas situaciones éste puede ser el único método disponible y en principio, puede ser usado en la mayoría de circunstancias en las cuales el ambiente esté amenazado, o contrariamente, los valores propuestos puedan ser mejorados.

El procedimiento a seguir para VC es preguntar a los beneficiados por las mejoras o a los afectados por daños ambientales, sobre su disposición a pagar o recibir en compensación. Se pueden usar cuestionarios directos (encuestas) o emplear métodos más sofisticados. Los

instrumentos de pago pueden ser variados: impuestos, aumento del valor, pago por acceso, etc. (Field, 1995; Hanley *et al.*, 1995; Azqueta, 1994^a; Winpenny, 1993).

Algunos instrumentos empleados para averiguar la disposición a pagar o a aceptar cambios usando VC son las entrevistas personales, entrevistas telefónicas, cuestionarios o encuestas por correo y los experimentos de laboratorio (Azqueta, 1994^a).

Las encuestas que se aplican en VC vienen estructuradas en tres bloques, los mismos se detallan a continuación con base en recomendaciones de Field (1995) y Azqueta (1994^a):

- ☞ El primer bloque **contiene información relevante sobre el bien**, o el problema objeto de estudio, de modo que el encuestado tenga una información suficientemente precisa como para identificar correctamente el problema de se trata. Es normal en el caso de los bienes ambientales, acompañar esta primera información con ayudas gráficas o visuales (fotografías, dibujos) que ayuden a la comprensión.
- ☞ Un segundo bloque **describe la modificación objeto de estudio**. Es decir, el nivel de partida en cuanto a la calidad actual del bien ambiental, la modificación propuesta; lo que ello supone para la persona y el mecanismo de financiación de la medida objeto de estudio (el vehículo de pago). Descrito el escenario, las preguntas se dirigen ahora a intentar averiguar la disposición a pagar de la persona por el cambio propuesto, sin olvidar que cuando se trata de encontrar esta cantidad, el planteamiento que se hace tiene que girar siempre alrededor de lo que este intercambio de mayor bienestar por dinero le supone. Debe ser claro en esta parte, que no se trata de averiguar lo que los entrevistados piensan sobre lo que la sociedad debería hacer, sino lo que ellos harían ante el caso expuesto.
- ☞ El tercer bloque **indaga sobre algunas de las características socioeconómicas** más relevantes de la persona encuestada, de acuerdo con el problema objeto de estudio: renta, edad, estado civil, nivel de estudios, etc. Se suele recomendar hacerlas al final de la encuesta, cuando se ha roto ya el hielo inicial de la entrevista, la persona se encuentra algo más cómoda, y sería menor la tendencia a rechazar una encuesta que comienza con este tipo de preguntas (Azqueta, 1994^a).

El propósito central del cuestionario consiste en deducir el cálculo de lo que valen las características ambientales para los encuestados a partir de sus respuestas. Esto significa hacer que ellos den a conocer la cantidad máxima que estarían dispuestos a pagar por el beneficio referido.

Hanemann (1984^a), expresa que la forma en que la encuesta se conduce, es crucial. Varios procedimientos desarrollados en años recientes, aumentan la credibilidad de una encuesta y la hacen más probable de producir los resultados esperados. Estos consideran aspectos que incluyen la definición de la muestra, la formulación y estructura del cuestionario, el análisis de datos y el desarrollo o aplicación del instrumento para la valoración.

De lo anterior, es de mucha importancia destacar los aspectos que directamente se relacionan con la obtención del valor, las dos claves sugeridas por Hanemann (1984^a) al respecto, es que se debe confrontar a los sujetos con una situación específica y práctica antes que presentarles una abstracción. La formulación de la pregunta de valoración por lo tanto, deberá hacerse alrededor de un bien específico que capture lo que uno procura evaluar, recordando que los entrevistados no hacen un verdadero pago durante la entrevista, sino que lo que hacen es expresar su intención a pagar. La otra clave, se relaciona con el tipo de pregunta a emplear, sugiriendo preguntas de tipo referéndum cerradas (formato binario Sí/No).

2.5.2 Ventajas y desventajas del Método de Valoración Contingente

Dentro de las ventajas del Método de Valoración Contingente, Azqueta (1994^a) menciona las siguientes:

- ✍✍ Es un método casi único que cuantifica valores de no-uso.
- ✍✍ No requiere de ningún supuesto previo, ni de ninguna estimación de la función de demanda de una persona.
- ✍✍ Es el único que logra descubrir la *compensación exigida* para permitir el cambio que deteriora el ambiente o renunciar a uno que lo mejora. En cuanto a esto último, recientemente se ha venido empleando con mucho éxito el Método de Elección Múltiple basado en atributos (Alpizar *et al.*, 2000; Adamowicz *et al.*, 1998)

Para Loomis (1989), el método de VC tiene la ventaja de suministrar información más precisa sobre la DAP de los individuos, esto debido a que las preguntas que se emplean permiten asemejar mucho una acción de mercado viable y realista, de forma que los resultados obtenidos pueden ser comprobados en mercados simulados, además de que pueden usarse directamente en los análisis beneficio-costos.

En cuanto a las desventajas del método de VC, Romero (1997), expresa que éstas son básicamente las debilidades y sesgos que conlleva cualquier procedimiento de encuesta directa, en el que además, las preguntas se hacen sobre estimaciones de valor de cosas poco

tangibles. Además, el hecho mismo de que los valores y situaciones planteadas sean hipotéticas, exige que las mismas sean presentadas lo más realista posible para obtener información válida.

El carácter hipotético de las preguntas en VC, citado anteriormente, es uno de los aspectos más problemático de este método de valoración, debido a que se corre el riesgo de que las personas brinden respuestas hipotéticas, que no tendrían un comportamiento igual al que se presentaría en un mercado real (Field, 1995; Hanemann, 1994^a).

Shultz (1997), en un estudio realizado en el CATIE, analizó diferentes investigaciones sobre valoración no basada en mercados, en los que se empleó tanto el método de VC, como otros métodos de valoración indirecta, observando como problemas asociados a estos, la falta de detalle en el marco de la información incluida en las encuestas y los escenarios contingentes considerados. También Shultz enfatiza en la dificultad que representa en la aplicación de estos métodos, la definición de la población y la muestra a considerar y el peligro de aplicación de posibles sesgos culturales estratégicos.

Debido a la importancia que ha venido adquiriendo en los últimos años el método de VC en la valoración de bienes y servicios ambientales, y considerando las críticas en cuanto a la validez de los resultados y el posible efecto de incrustación entre otros, en 1993, un equipo de expertos presidido por los prestigiados economistas y Premios Nóbel Kenneth Arrow y Robert Solow respaldados por la *Nacional Ocean and Atmospheric Administration* (NOOA, 1993) realizó una revisión exhaustiva del método, destacándose en el mismo tres recomendaciones:

- a. Preguntar por la disposición a pagar, aún cuando se desee conocer la compensación exigida, esto minimiza el riesgo de sobreestimación en las respuestas.
- b. Usar el formato binario (o referéndum) como una forma de evitar posibles sesgos estratégicos, y por constituir una forma usual en el proceso de toma de decisiones con respecto a la provisión de bienes públicos.
- c. Se debe procurar de recordar al entrevistado mantener presente su limitación presupuestaria en la toma de decisiones.

Algo fundamental en el informe del Panel NOOA, es el hecho de que aún con las críticas señaladas, el método es capaz de proporcionar una estimación fiable, incluso en la definición de valores de no-uso de los recursos ambientales (Hanemann, 1984^a; Azqueta, 1984^a).

En cuanto a la aplicación del método de VC en países en vías de desarrollo, Whittington (2002), señala que hay tres razones por las que los estudios de VC en éstos países no tienen tan buena calidad, éstos son: primero, que los estudios de VC son pobremente ejecutados; en segundo lugar, casi siempre los escenarios hipotéticos son pobremente diseñados, y tercero, pocos estudios en éstos países son diseñados para probar si algunos de los supuestos claves supuestos que los investigadores propusieron fueron los correctos y si los resultados son robustos con respecto a las variaciones simples en diseños de investigación y métodos de muestreo.

2.5.3 Sesgos en la elaboración de los cuestionarios en VC

De acuerdo a Azqueta (1994^a), los sesgos potenciales en la elaboración de cuestionarios o encuestas para la aplicación de VC pueden ser diversos y los clasifica en tres grupos de los que se plantearán algunos detalles a continuación.

2.5.3.1 Sesgos instrumentales

Estos sesgos se asocian a la estructuración misma de la encuesta y entre ellos se encuentran los siguientes:

- a) **Sesgo originado por el punto de partida:** el sesgo en este caso estaría asociado a la cifra inicial sugerida para conocer la DAP del individuo. El sesgo aparece cuando esa cantidad, sugerida condiciona la respuesta final, de forma que la persona ofrece una respuesta cercana a ella para acortar el tiempo de la entrevista o porque considera que si se la sugiere quien aparentemente tiene mayor información al respecto, debe ser razonable.
- b) **El sesgo del vehículo de pago:** existe cuando la respuesta de la persona está condicionada por el mecanismo propuesto para el pago. Azqueta (1994^a) expresa que parece que las personas no son indiferentes entre los distintos medios de pago y que lo expresado en el cuestionario puede condicionar su valoración del cambio en el bienestar experimentado.
- c) **El sesgo de la información:** en este caso, puede ser que la información misma brindada en la encuesta venga con sesgo, o por otro lado, puede ser que una parte de los individuos entrevistados reciban información diferente que otros.
- d) **El sesgo del entrevistador:** cuando el ejercicio se lleva a cabo entrevistando directamente a la persona, se ha observado que ésta tiende a exagerar su disposición a pagar por una causa que considera socialmente aceptable, por temor a aparecer ante el entrevistador

como poco solidaria, o consciente del problema. Este tipo de sesgo es menor en encuestas por correo y/o telefónicas, donde el anonimato es mayor.

- e) **El sesgo del orden:** aparece cuando se valoran al tiempo varios bienes, y la valoración de uno determinado es función del puesto que ocupa en la secuencia de presentación; generalmente hay una tendencia a una mayor disposición de pago cuando uno de los bienes aparece en los primeros lugares de la secuencia planteada (Azqueta, 1994^a).

2.5.3.2 Sesgos no instrumentales

- a) **El sesgo de la hipótesis:** este tipo de sesgo se relaciona con el carácter hipotético de las preguntas realizadas (*¿cuánto estaría dispuesto a pagar si?*), esto hace que muchas veces los entrevistados no tengan incentivo para responder de acuerdo a lo que realmente piensan o estarían dispuestos a pagar. En este sentido, debe motivar a la persona para que ella despierte su interés por descubrir su propia valoración al cambio.
- b) **El sesgo estratégico:** este tipo de sesgo ha sido el que ha planteado los problemas más serios con los que ha tenido que enfrentarse el método, sobre todo en los primeros años de su aplicación. El sesgo estratégico se produce cuando la persona considera tener incentivos para tomar una posición estratégica ante la pregunta más que una posición honesta. El incentivo aparece cuando la persona siente que con su respuesta puede influenciar la decisión final que se tome sobre la propuesta sometida a su consideración, de forma que salga favorecida.

2.6 Estudios realizados en CATIE empleando el método de VC

El método de VC ha sido aplicado en CATIE desde 1996 para valorar diferentes servicios ambientales. Los primeros estudios aplicando este método fueron realizados por Shultz y Pinazzo (1996) y Shultz *et al.*, (1997) y tuvieron como propósito la valoración de parques nacionales a partir de la voluntad a pagar una tarifa de ingreso por parte de turistas y visitantes nacionales para determinar las tasas de ingreso óptimas.

Los resultados de los estudios anteriores demostraron que el método VC tiene un gran potencial como herramienta para ayudar al establecimiento de tasas de entrada diferenciadas en condiciones de un país en desarrollo y que existen varias limitaciones del método que deberían continuar estudiándose.

Otra aplicación interesante del método VC en CATIE fue la realizada por López (1998), quien lo aplicó para medir el potencial económico del volcán San Pedro, bajo tres escenarios de conservación: a) Situación actual, b) Ecoturismo y c) Reforestación; a partir de los resultados se realizaron análisis del retorno financiero de las actividades agrícolas, forestales y ecoturísticas consideradas en las propuestas.

Salgado (1996), en otro estudio para valorar económicamente el agua para uso urbano proveniente del Parque Nacional La Tigra, Honduras, aplicó el método de VC para estimar la voluntad de pago de cinco estratos en los que fue dividida la población (bajo, medio, alto, superior y comercial), determinando un tamaño de muestra de 128 por el método de muestreo estratificado. Se realizó un análisis estadístico de regresión por etapas y el proceso estadístico Discriminante Canónico.

En todos los estratos estudiados, la variable voluntad de pago fue explicada por el pago mensual de los usuarios a la empresa de agua potable. Además de ésta variable, en el estrato bajo las variables cantidad de agua que compra y el nivel de educación contribuyeron a explicar la VDP. Por el contrario, en el estrato comercial influyeron además los días a la semana que llegan los vendedores de agua, el número de personas que trabajan en el local y el ingreso que el establecimiento percibe.

Mejía (2000), aplicó el método de VC en un estudio para estimar el valor del agua en la Cuenca del Río Acelhuate, El Salvador, mediante el planteamiento hipotético de mejora de la calidad del agua del río proponiendo la construcción de plantas de tratamiento secundario de aguas residuales. En este estudio la media de la DAP fue determinada mediante el Método Dicotómico Simple y Dicotómico Doble.

Las variables que mejor estimaron la media de la DAP en el estudio realizado por Mejía (2000) fueron los bids iniciales, jefe de hogar y el ingreso promedio de la familia.

Valera (1998) aplicó el método de VC en la valoración económica de los recursos hídricos de la cuenca del Río Tárcoles, Costa Rica; las preguntas para la VC se realizaron para evaluar la DAP de los usuarios del servicio de agua potable por un plan de saneamiento de los recursos hídricos, que incluía la construcción de alcantarillados, protección de los nacientes de los ríos, tratamiento de aguas negras y vigilancia de las fuentes de abastecimiento.

De igual forma, en este estudio, se estimaron las variables asociadas a la DAP, siendo éstas jefe de familia, nivel de ingreso mensual, si trabajan actualmente, el nivel educativo, la experiencia que tengan los habitantes de vivir cerca de los ríos limpios y el grado de información que poseían los individuos sobre la situación de los recursos hídricos de la cuenca.

2.7 Servicios Ambientales y el Pago por Servicios Ambientales

Varios autores coinciden en denominar "servicios ambientales" a las condiciones y procesos naturales que brindan fundamentalmente -pero no exclusivamente- los ecosistemas, por medio de los cuales el hombre obtiene algunos beneficios. Estos beneficios pueden ser: mitigación de gases con efecto invernadero (secuestro de carbono), protección de la biodiversidad, protección de los recursos hídricos, belleza escénica (oportunidades de recreación) y protección de ecosistemas y/o contra desastres naturales (FONAFIFO-PNUD-PMB, 2000; Espinoza *et al.*, 1999; Quezada, 2000; Ley Forestal 7575, 1998).

En cuanto a las funciones de los diferentes tipos de servicios ambientales, Espinoza *et al.* (1999), especifican las siguientes:

- (i) **Mitigación de las emisiones de gases con efecto invernadero**, mediante la fijación, reducción y almacenamiento de carbono (CO₂) y otros gases con efecto invernadero.
- (ii) **Conservación de la biodiversidad**, considerado un servicio global sobre el cual se fundamenta la sobrevivencia de los recursos naturales, mediante la protección y uso sostenible de especies, conservación de los ecosistemas y los procesos ecológicos de los cuales se deriva la biodiversidad biológica y formas de vida, así como acceso a elementos de la biodiversidad para fines científicos y comerciales.
- (iii) **Protección de recursos hídricos**, en términos de calidad, distribución en el tiempo y cantidad para uso urbano, rural, industrial e hidroeléctrico, mediante protección y uso sostenible de acuíferos, manantiales, fuentes de agua en general, protección y recuperación de cuencas y microcuencas, etc. A este servicio, en la presente investigación se le denomina "servicio ambiental hídrico" y se asume que el mismo influencia tanto la calidad, como la cantidad y continuidad del recurso agua en la cuenca. Sin embargo, esta influencia la determinan además de las condiciones climáticas, las condiciones biofísicas de la unidad de planificación de los recursos hidrológicos (uso y manejo de la cuenca hidrográfica).
- (iv) **Belleza escénica** derivada de la presencia de bosques, paisajes naturales y elementos de la biodiversidad, que son atractivos y la base para el desarrollo del turismo en sus

diferentes formas: ecoturismo, turismo de playa y sol, turismo científico, de observación y aventura.

- (v) El mantenimiento de las áreas como bosques, humedales, arrecifes y manglares, **mitigan los impactos de los desastres** causados por las inundaciones, derrumbes, sequías, etc., asociados a fenómenos naturales.

Los servicios ambientales pueden ser considerados además como un flujo de materiales, energía e información que se produce en los ecosistemas, las especies y el material genético, los cuales, combinados con otros servicios producidos por el ser humano, contribuyen a su bienestar (Constanza *et al.*, 1999).

Algunas veces los servicios ambientales son provistos desde las zonas rurales más pobres, donde el uso intensivo de los recursos naturales ocasiona deforestación, erosión de los suelos y contaminación, por lo que si se pretende garantizar la provisión de servicios ambientales, se debe prestar atención a los agroecosistemas productores de los mismos y al impacto que sufren de acuerdo al manejo actual en zonas críticas (Herrador, 1999).

En los últimos años, ante el creciente deterioro de los procesos ecológicos como resultado de las diferentes actividades humanas, y a raíz de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD)⁵ celebrada en 1992, se ha observado una tendencia en muchos países del mundo por rescatar estos procesos e incorporarlos en el ámbito económico como “servicios ambientales”.

Actualmente los diferentes servicios ambientales no poseen un valor de mercado definido puesto que no son transados libremente; esto conlleva a su disfrute libre por parte de los beneficiarios. En el caso del agua proveniente de las subcuencas MN y SF, dos consecuencias de este problema desde el punto de vista económico son, por un lado, los parámetros del valor de estos servicios no son observables, por lo tanto, no existen indicadores de los efectos negativos de su degradación y agotamiento. Por otro lado, desde el punto de vista microeconómico, el disfrute libre de los servicios ambientales, hace que su producción no represente ningún incentivo para los propietarios de los ecosistemas que contribuyen a su provisión, ni permite su aumento a niveles socialmente deseables.

⁵ Esta conferencia también llamada "Cumbre para la Tierra", fue celebrada en Río de Janeiro. 172 gobiernos aprobaron tres acuerdos: el Programa 21, la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo y una Declaración de principios relativos a los bosques.

Una forma de incorporar los costos de los servicios ambientales a los usuarios de los mismos, es a través del "Pago por Servicios Ambientales" (PSA), dándole un valor a los servicios suministrados por los ecosistemas. De esta manera es posible retribuir a quienes protegen y promueven el mejoramiento de los procesos naturales, o sea a los mismos productores, por los beneficios que se generan fuera de su finca al realizar su actividad productiva en forma sostenible, y por otra parte, permite la internalización de los costos en los precios a quienes consumen dichos servicios.

En América Latina se pueden citar diferentes experiencias de mecanismos de PSA, siendo importante destacar la de Paraná en Brasil, donde según Herrador (1999), el 5% de los ingresos recaudados en concepto de impuesto sobre las ventas, es destinado a municipios que tienen fuentes abastecedoras de agua, tales como áreas protegidas, parques naturales y reservas forestales entre otros, y por otro lado, la experiencia de Costa Rica.

Costa Rica es uno de los países pioneros en la implementación del PSA, el sistema de pago que actualmente funciona se ampara sobre bases legales definidas en la Ley Forestal 7575 (Ley Forestal 7575, 1998). El mecanismo de PSA en Costa Rica tuvo sus inicios en los años 60's y surgió como una necesidad ante los niveles acelerados de deforestación que en ese entonces eran alarmantes. De acuerdo a Quezada (2000), actualmente este mecanismo está muy consolidado y pretende en el mediano plazo convertirse en un mecanismo financieramente sostenible.

En Costa Rica se remuneran tres tipos de acciones a los propietarios que se incorporan al mecanismo de PSA existente en la actualidad: (i) reforestación; (ii) administración sostenible de bosques secundarios y (iii) preservación del bosque; también, de acuerdo a Espinoza *et al.*, 1999, se prevé una cuarta acción que sería la regeneración de bosques. Los pagos son realizados a lo largo de un período de cinco años, durante los cuales los propietarios ceden sus derechos de carbono y otros servicios ambientales a FONAFIFO⁶. El cuadro 1 muestra un resumen de los diferentes niveles de pago del Programa de Servicios Ambientales en Costa Rica.

El destino de los recursos financieros generados por el PSA considera los ingresos monetarios para los propietarios de fincas y bosques que participan en iniciativas de protección y conservación de cuencas, ingresos monetarios, equipamiento y transferencia de tecnología

⁶ Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (Costa Rica)

para institutos de investigación y prospección de biodiversidad e ingresos monetarios, equipamiento y transferencia de tecnologías para las entidades públicas y privadas que realizan actividades vinculadas al ecoturismo (Quezada, 2000).

Cuadro 1. Niveles de Pago del Programa de Servicios Ambientales (Costa Rica)

Actividad	Nombre Instrumento	Área (ha*)		Pago total por hectárea (en 5 años)		Remuneración en 5 años (% anual)				
				Colones	Dólares	1	2	3	4	5
Reforestación	Certificado de Abono Forestal (CAF)	1	---	185 900	560,00	50	20	15	10	5
Reforestación (por organizaciones de pequeños productores)	Certificado de Abono Forestal Adelantado (CAFA)	1	10	185 900	560,00	50	20	15	10	5
Administración de bosques secundarios	Certificado de Abono Forestal para Manejo de Bosque (CAFMA)	2	300	113 300	430,00	50	20	10	10	10
Protección de bosques	Certificado de Protección de bosques (CPB)	1	300	72 600	200,00	20	20	20	20	20

* 1 ha = 1.42 Mz

Modificado a partir de Sánchez, 2001 y Espinoza *et al.*, 1999

En Nicaragua, en los últimos años se ha venido despertando el interés por rescatar el valor de los servicios ambientales, y mediante éstos, promover la protección de fuentes de agua para el abastecimiento local. Las experiencias al respecto se han visto reflejadas en los esfuerzos realizados por instituciones como PASOLAC⁷, MOPAFMA⁸ y más recientemente FUNDENIC⁹, todas instituciones que promueven la conservación de los recursos naturales y el desarrollo sostenible en comunidades rurales.

PASOLAC, como programa regional (involucra a Honduras, Nicaragua y El Salvador), ha diseñado una "Propuesta de Secuencia de Acciones para Implementar el PSA como Proyecto Piloto" (PASOLAC, 2000), la cual pretende sentar las bases para el establecimiento de mecanismos de este tipo, sin embargo plantean al mismo tiempo la necesidad de definir un valor de referencia para estos servicios.

Las experiencias conocidas en Nicaragua sobre la implementación de acciones piloto tendientes al PSA son muy puntuales; las mismas son presentadas en el cuadro 2. Dichas acciones tienen la particularidad de haberse realizado dentro de las mismas comunidades rurales, enfocándose hacia el pago por el servicio ambiental hídrico a propietarios de bosques y

⁷ Programa de Agricultura Sostenible en Laderas de América Central

⁸ Movimiento por la Paz y la Acción Forestal por el Medio Ambiente

⁹ Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Sostenible.

además se han caracterizado por el patrocinio y apoyo financiero de las tres instituciones antes mencionadas, en conjunto con las municipalidades locales.

Vale destacar que de las experiencias sobre PSA expuestas en el cuadro 2, en el caso de la microcuenca del Río Achuapita fue realizado un estudio de valoración económica de los servicios hídricos en el año 2000, enfocándolo hacia el aporte del bosque El Cacao a la oferta hídrica de agua en la microcuenca y a la estimación de la DAP por los usuarios en las comunidades aguas abajo (PASOLAC-CBM, 2002). A partir de este estudio se definió una DAP en efectivo de U\$ 4320 anuales (U\$ 0.26 por mes por familia) y a través del ofrecimiento de trabajo de U\$ 52164 anuales (U\$ 3.0 por mes por familia). No obstante, hasta la fecha no se han realizado pagos por parte de la comunidad beneficiaria.

Cuadro 2. Experiencias tendientes al Pago por Servicios Ambientales en Nicaragua

Lugar / inicio	Tipo de mecanismo de PSA / Ejecutor	Área/ Participantes	Forma de Pago /Financiamiento
Microcuenca del Río Achuapita, León (2000)	Pago directo a productores / Alcaldía Municipal de Achuapa	154 ha / 10 productores de la parte alta de la microcuenca	U\$ 15/ha \approx > 10 años U\$ 5/ha \approx < 5 años Financia PASOLAC
Microcuenca Paso Caballos, Chinandega (Mayo 2001)	Se han hecho pagos parciales a productores, pero no está definido el mecanismo /Alcaldía cobra C\$ 30/mes + C\$ 15 por mora y se ha conformado Comité de Agua para hacer PSA.	60 Mz / 9 productores parte alta de la microcuenca	Se está diseñando mecanismo de PSA. Hay apoyo financiero de PASOLAC.
El Regadío, Estelí	Actualmente se cobra C\$ 10 por casa y C\$ 15 a los que tienen pila / MOPAFMA y Alcaldía Municipal, se han hecho pagos parciales a productores.	874 Mz Bosque mixto / 2 productores oferentes	Se está diseñando mecanismo de PSA por el Comité de Agua. Hay apoyo financiero de PASOLAC
Cerro Musum, Río Blanco, Matagalpa	El pago se realiza de forma indirecta mediante la asignación de préstamos sin intereses a los productores que adoptan usos de la tierra consecuentes con la captación de agua / Comité Comunal de Agua y FUNDENIC	Los productores de la parte alta del Cerro Musum	Hay financiamiento de FUNDENIC/ no hay mas información disponible a la fecha.

Elaborado a partir de PASOLAC, 2001 y PASOLAC-CBM, 2002.

A diferencia de las experiencias anteriores, el presente estudio plantea la posibilidad de incorporar el valor del agua como un servicio ambiental en una “tarifa real social”, la que considera tanto la participación de los productores (oferentes actuales y potenciales del servicio) en la zona rural, como a los usuarios beneficiados por este servicio en las zonas urbanas, estableciendo un mecanismo de beneficio mutuo que contribuya al mismo tiempo a

mejorar la situación socioeconómica de los productores en las zonas rurales, que es donde se concentra la pobreza en la zona.

Esta propuesta se fundamenta en el principio de justicia social, en el sentido de que quien se beneficia del servicio ambiental debe de pagar por él, y quien incurre en sus costos para proveerlo deberá ser debidamente remunerado. Además es una propuesta que además podría contribuir a generar otros recursos económicos provenientes de la venta de otros servicios ambientales a los productores, como es el caso de la belleza escénica y la posibilidad de vender el servicio de fijación de carbono a nivel internacional entre otros.

2.8 Situación actual de los servicios de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Matagalpa

El sistema de acueductos municipales de la Empresa Aguadora de Matagalpa (AMAT), suministra el agua potable a un 65% de la población total de la ciudad de Matagalpa, 20% es abastecida por proyectos privados (11 Puestos de Agua) y 15% se abastece mediante pipas de la Municipalidad en conjunto con el Cuerpo de Bomberos; esto último corresponde a los Barrios Palo Alto, Yaguare, El Mirador, El Tambor, El Cementerio y Apante. Este tipo de abastecimiento se da en época de verano únicamente (INIFOM-AMUNIC, 2001).

El total de usuarios del servicio de agua potable en la ciudad de Matagalpa se estiman en 9317. Estos usuarios se dividen, según AMAT, de acuerdo al tipo de conexión en:

Usuarios con conexiones directas.	7520
Usuarios con medidor	1506
Urbanizaciones Progresivas del Tipo I. .	5
Urbanizaciones Progresivas Tipo II . . .	35
Conexiones comerciales	221
Conexiones Industriales	10
Gobierno	<u>20</u>

TOTAL DE USUARIOS 9317

Las tarifas que actualmente pagan los diferentes usuarios del agua potable en Matagalpa se muestra en el cuadro 3, con la salvedad de que la facturación a las conexiones sin medidor se hace de acuerdo a una cuota fija, basándose en el consumo asignado por AMAT para cada usuario.

Cuadro 3. Tarifas vigentes de la Empresa Aguadora de Matagalpa

Domiciliar		Multifamiliar		Institucional	
Rango	C\$/m³	Rango	C\$/m³	Rango	C\$/m³
00-20	5,09	00-30	2,37	00-50	6,23
21-30	5,42	31-50	3,43	51-100	11,37
31-50	6,23	51-100	3,55	101 +	13,55
51-100	11,57	101+	3,61	--	--
101 +	13,55	--	--	--	--
Promedio	8,37	--	2,60	--	10,38

Fuente: AMAT, 2001.

La tarifa domiciliar se aplica a los usuarios clasificados como Domiciliar B (conexiones con medidor). La tarifa multifamiliar es aplicada a las urbanizaciones progresivas y puestos públicos y la tarifa institucional a las categorías comercial, industrial y gobierno.

Tal como se expresó anteriormente, el abastecimiento de agua por parte de la Empresa Aguadora de Matagalpa, proviene principalmente del Río Mblino Norte que abastece el 80% de agua y del Río San Francisco el 20%; sin embargo, estas fuentes no son suficientes para la demanda de la población, existiendo un déficit actual que provoca la continua interrupción del servicio a los usuarios. Para complementar la demanda actual de agua en la ciudad de Matagalpa, en los últimos años, se bombea agua del Río Aranjuez en la subcuenca del mismo nombre (800gpm), además funcionan pequeños proyectos de abastecimiento local que utilizan agua proveniente de las quebradas de Yaguare y Agualcas, pero en cantidades relativamente pequeñas y principalmente en época de verano.

La estructura de costos actual de la Empresa Aguadora de Matagalpa, considera los gastos asociados a operación y mantenimiento, comerciales, administrativos y los asociados a impuestos e inversiones. En el cuadro 4 se presenta con mas detalle la estructura de costos de AMAT.

Cuadro 4. Estructura actual de costos de la Empresa Aguadora de Matagalpa

Concepto	Porcentaje (%)
I. Operación y mantenimiento	60,0
Energía Eléctrica	48,1
Directos con el personal	5,1
Materiales oficina y otros	38,8
Productos químicos	4,9
Combustible y lubricantes	3,1
II. Gastos Comerciales	21
III. Gastos Administrativos	8,4
IV. Impuestos	7,6
V. Aporte al ente regulador	2,7
VI. Inversiones	0,3
TOTAL	100

Fuente: AMAT, 2000

Como se observa en el cuadro 4, en la estructura de costos actual de la Empresa Aguadora de Matagalpa no son considerados ni el valor del agua como tal, ni gastos asociados a la conservación de las áreas que contribuyen a la captación del agua en la zona. De acuerdo a esta estructura de costos, actualmente quienes subsidian el valor del servicio ambiental hídrico serían los productores que destinan sus tierras a la protección de las fuentes de agua presentes en las subcuencas Molino Norte y San Francisco.

La propuesta que se presenta como parte del presente estudio, propone incorporar el pago por el servicio ambiental hídrico dentro de los costos del agua, en este caso los asociados a su provisión y conservación, sugiriendo además, incluir estos costos en la factura mensual por el servicio de agua potable y alcantarillado, pero como un factor específico que pueda ser reconocido por los diferentes usuarios del agua en la ciudad de Matagalpa.

El Municipio de Matagalpa, aunque cuenta con una planta de tratamiento de agua, ésta es de baja capacidad, procesando en promedio 1600 gpm, se requiere de otra planta de igual o mayor capacidad para cubrir la demanda de la población, sobre todo en las comunidades rurales donde no existe el suministro de agua potable.

Matagalpa cuenta con 23 kilómetros de longitud de alcantarillado sanitario, la mayor parte fue construida en 1950 con caídas de las aguas en un porcentaje mayor al 5%. El 35% de la población en la zona central y los barrios bajos poseen servicio de alcantarillado sanitario y drenaje pluvial, para esto la municipalidad cuenta con dos tanques sépticos en dos barrios del casco urbano; en la mayor parte de los barrios altos existen letrinas (INIFOM-AMUNIC, 2001).

En consulta realizada en AMAT, se tuvo conocimiento de la reciente aprobación de un proyecto con financiamiento del gobierno alemán (Proyecto Alemán) a través del organismo Kreditanstalt fur Wiederaufbau – KfW. Este proyecto pretende solventar en parte los problemas que actualmente se tienen con respecto a la limitada y deteriorada red de distribución de agua, así como la ampliación del sistema de alcantarillado sanitario. Los alcances más relevantes de este proyecto se presentan a continuación:

- ☒☒ Rehabilitación completa de las redes de distribución de agua potable.
- ☒☒ Construcción de una nueva colectora de alcantarillado.
- ☒☒ Rehabilitación de la planta de agua existente y de las captaciones superficiales provenientes de MN y SF¹⁰.
- ☒☒ Construcción de lagunas de estabilización (20 manzanas ó 14 hectáreas).
- ☒☒ Construcción de nueve pozos en el Llano de Sébaco (en momentos picos estos pozos podrían suplir hasta 2500 gpm).
- ☒☒ Construcción de ocho tanques de almacenamiento.
- ☒☒ Cobertura de alcantarillado sanitario del 75% en la ciudad.

El “Proyecto Alemán” actualmente se encuentra en ejecución y se espera comience a funcionar a inicios del año 2003. Con respecto a la implementación de este proyecto, la población tiene muchas expectativas y preocupaciones por lo que pueda significar en términos de un posible ajuste tarifario y sobre el futuro de las fuentes actuales de agua.

Si bien es cierto, el Proyecto Alemán vendría a solventar una serie de problemas en relación con la escasez de agua y las limitadas redes de distribución actual, el mismo, es un proyecto de mediano plazo; además, el traslado de agua desde el Valle de Sébaco, implicaría un incremento considerable en los costos de operación de la empresa, y por ende del servicio, esto debido a los gastos en electricidad y operación necesarios para el bombeo de agua en las diferentes sub-

¹⁰ Rehabilitación de canales de conducción del agua superficial.

estaciones de bombeo a lo largo de poco más de 20 kilómetros de recorrido y por el alto desnivel existente entre la zona de tomas (pozos en Chagütillo) y la ciudad de Matagalpa.

La propuesta que se plantea con la presente investigación, pretende ser una opción de más largo plazo, en el sentido de suponer el mejoramiento de la calidad y abastecimiento futuro de la población mediante la incorporación del pago por el servicio ambiental hídrico como parte de la factura actual de agua.

El pago por el servicio ambiental hídrico, permitiría internalizar los costos en los que incurrirían los productores por adoptar y/o mantener sistemas de producción que contribuyan a mejorar la captación y calidad del agua que es utilizada en la Ciudad, por lo que resulta un proyecto complementario al proyecto de rehabilitación de redes de distribución y sistema sanitario de la Ciudad de Matagalpa.

La aplicación de una tarifa más cercana a la real¹¹, además de permitir el fomento a los productores para la adopción de usos que contribuyan a la captación y mejora de la calidad del agua en las subcuencas MN y SF, contribuiría a promover un uso más eficiente del agua en los hogares y no debería de verse como una carga social mas por parte de los pobladores, sino como una oportunidad para que los usuarios y productores se involucren en los procesos de restauración de las cuencas que históricamente les han permitido el abastecimiento de agua.

Hasta el momento quienes han venido asumiendo los costos asociados a la captación y conservación del agua en las subcuencas MN y SF son los propietarios privados de bosques y sistemas agroforestales manejados ecológicamente, sin tener ninguna participación los usuarios directos del agua ni la misma empresa aguadora.

¹¹ En este caso se considera como “tarifa real “ la que considera además de los costos operativos y administrativos de la Empresa Aguadora, los asociados a la captación del agua en las subcuencas (Servicio Ambiental Hídrico) y los relativos a su tratamiento post-uso.

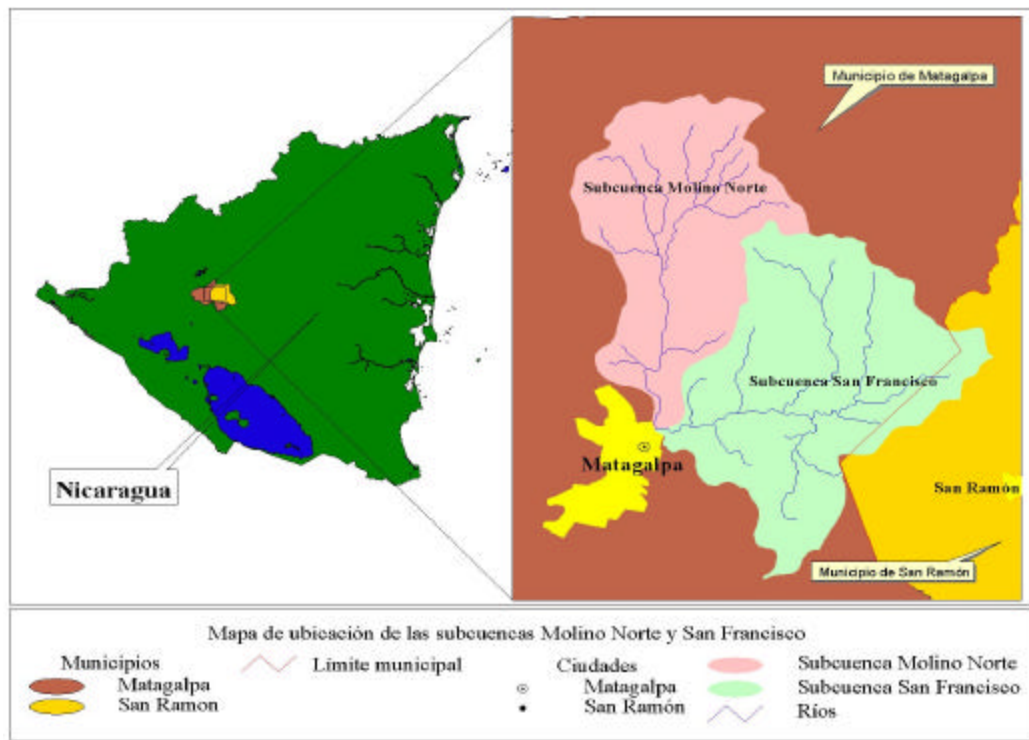
3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del estudio

Debido a que el estudio considera tanto aspectos biofísicos y socioeconómicos en las subcuencas MN y SF, como también la participación de los usuarios del agua potable en el casco urbano de la Ciudad de Matagalpa, se incluye esta última como parte del área de estudio.

Matagalpa se ubica al norte de Managua, la capital de Nicaragua, forma parte de la macrorregión del Escudo Central Montañoso sobre la cordillera Dariense. (INIFOM-AMUNIC, 2001).

Las subcuencas Molino Norte y San Francisco se ubican al norte y noreste de la ciudad de Matagalpa; ambas están comprendidas entre las coordenadas 13° 09' a 12° 53' Latitud Norte y 85° 58' a 85°49' Longitud Oeste. En la figura 4 se muestra una proyección de ambas subcuencas y la ciudad de Matagalpa.



Fuente: González, 2001.

Figura 4. Ubicación de las subcuencas Molino Norte y San Francisco, Matagalpa

3.2 Descripción del área de estudio

3.2.1 Descripción de la ciudad de Matagalpa

La ciudad de Matagalpa es la cabecera departamental del Municipio del mismo nombre. Se ubica a 140 km al norte de Managua en la ecorregión central de Nicaragua. La altura promedio de la ciudad es de 681 msnm y tiene una extensión territorial de 619 km². Su relieve es irregular y se encuentra rodeada de altas montañas.

El municipio se caracteriza por estar en una zona de formación vegetal de bosques medianos a altos perennifolios de zonas muy frescas y húmedas; siendo los principales ecosistemas presentes los de nebliselva de hojas anchas y montanos coníferos (INIFOM-AMUNIC, 2001). En los últimos años éstos ecosistemas han venido siendo reemplazados aceleradamente por sistemas agrícolas y pecuarios.

El Municipio, por su mismo relieve irregular, está conformado por varias subcuencas y microcuencas, dentro de éstas, las subcuencas Molino Norte, San Francisco y Waswalí. Las microcuencas presentes son La Quebrada, Agualcás y Jaguare que desembocan en el Río Grande de Matagalpa (PCM, 2001).

De acuerdo a estimaciones de la población para el Municipio de Matagalpa realizadas por INEC (2001), la población en este municipio para el año 2002 se proyecta en 139740 habitantes. De este total, 83747 habitantes (60%) corresponden a la población urbana y 55993 (40%) a la población rural en todo el municipio.

La densidad poblacional en Matagalpa para el año 2002 es de 226 hab/km. La tasa anual de crecimiento de la población es de 4.62%, según los censos de población realizados entre los años 1971 y 1995 (INEC, 2001).

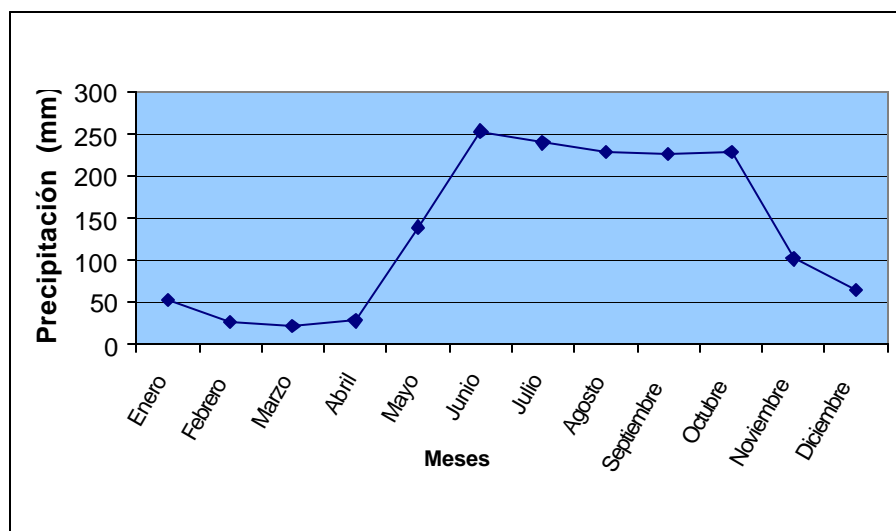
De acuerdo a datos reflejados en el estudio del POSAF-MARENA-DGAP (2001), el Municipio de Matagalpa presenta un 60.1% de pobres en las zonas rurales. De este total de pobres, 67.7% se encuentran bajo situación de pobreza extrema. El problema de la pobreza en este municipio, se asocia a la crisis que presenta el sector agrícola (falta de financiamiento) y la misma crisis del sector cafetalero que actualmente afecta buena parte de la población, principalmente en las zonas rurales al norte del país.

3.2.2 Descripción de las subcuencas Molino Norte y San Francisco

Las subcuencas Molino Norte y San Francisco forman parte de la cuenca del Río Grande de Matagalpa, en la vertiente del Mar Caribe de Nicaragua. Las características particulares de cada subcuenca se describen a continuación.

Subcuenca Molino Norte: se ubica al norte del Departamento de Matagalpa, geográficamente se localiza entre las coordenadas 12°56' y 13°00' Latitud Norte, 85°52' y 85°55' Longitud Oeste. El área de esta subcuenca, según González (2001), es de 2243 hectáreas (22.4 km²) y su población aproximada de 2500 habitantes.

La altitud de la subcuenca es de aproximadamente 1400 msnm, siendo el área más baja la que bordea a la ciudad de Matagalpa con 700 msnm. Las precipitaciones en la zona tienen un comportamiento bimodal con dos estaciones claramente definidas, el promedio anual es de 1550 mm. Las temperaturas oscilan entre 18 y 26 °C, con una media de 21 °C. En la figura 5 se presenta la distribución mensual de la precipitación promedio.



Fuente de datos: INETER, 2002.

Figura 5. Distribución mensual de la precipitación promedio para el período 1960-2001, en 13 estaciones meteorológicas de Matagalpa y sus alrededores.

La subcuenca Molino Norte tiene forma alargada y fisiográficamente se subdivide en cuatro microcuencas: Patacón, Las Cabañas, San Luis y El Ordeño; su relieve o topografía es moderadamente escarpado en su mayor parte, con más del 60% del área con pendientes entre 15-30% y el 21% entre 30 -50%.

De acuerdo al proyecto Cuencas Matagalpa (2001), el 84,6% de las tierras pertenecen a productores grandes y medianos (10 y 26 productores). La mayor parte de la superficie está destinada al uso forestal (38%), al cultivo del café (28%) y pastizales (25%); el resto corresponde a hortalizas y cultivo de granos básicos y se asocia principalmente con pequeños productores.

La vegetación forestal de la subcuenca Molino Norte, ha venido siendo severamente alterada en los últimos años, siendo sustituida por cafetales, pastos cultivados, sitios de pastoreo, cultivos anuales, hortalizas y flores.

La subcuenca Molino Norte es la principal fuente de abastecimiento de agua a la ciudad de Matagalpa, aportando hasta junio de 2002, entre el 65-80% del agua usada en la ciudad de Matagalpa en la época de invierno.

Subcuenca San Francisco: se localiza al noreste de Matagalpa, contiguo a la subcuenca Molino Norte entre las coordenadas 12°54' y 12°58' de Latitud Norte y 85°54' y 85°50' de Longitud Oeste; su superficie es de aproximadamente 2965 ha (29,65 km²), con una población de más de 2000 habitantes.

La elevación media de la subcuenca SF es de 906 msnm, teniendo su punto más bajo en la zona que colinda con la ciudad de Matagalpa a los 700 msnm. La precipitación media anual es de 1978 mm y la temperatura media anual de 21.3 °C.

La forma de la subcuenca SF es irregular, con un relieve escapado en su mayoría, donde predominan pendientes entre 30-50% hasta en el 60% del área total y 24% del área total tiene pendientes entre 15-30%.

Los principales afluentes de la subcuenca San Francisco son: San Francisco, San Pablo, El Ocote y la Granja. Al igual que la subcuenca Molino Norte, en esta subcuenca se observan problemas de degradación, asociados tanto al aumento de la población, como a la deforestación, erosión, sedimentación, deposición de aguas mieles y pulpa de café (González, 2001; PCM, 2001; Gómez y Ubeda, 1992).

La subcuenca SF es la segunda en importancia en el abastecimiento de agua para la ciudad de Matagalpa, aportando entre el 20-35% del total de agua servida en esta ciudad.

3.3 Definición de la población y la muestra

Para la obtención del tamaño de la muestra en el caso del estudio de VC para estimar la DAP de los usuarios del agua potable en la ciudad de Matagalpa, se consideró la aplicación del método de muestreo irrestricto aleatorio, considerando como población meta al grupo de usuarios domésticos del agua en la ciudad de Matagalpa. Esta población, según datos suministrados por la Empresa Aguadora de Matagalpa es de 9026 usuarios, entre los que se encuentran 1506 usuarios con medidor instalado y 7520 usuarios sin medidor.

El tamaño de muestra, se determinó empleando la fórmula correspondiente al muestreo irrestricto aleatorio (Scheaffer *et al.*, 1987), definiendo la varianza muestral en este caso en función de 300 datos sobre pago mensual, de igual número de usuarios, obtenidos al azar de los listados de la Empresa Aguadora. De esta manera la representatividad de la muestra estaría asociada con el pago mensual por el servicio de agua potable por los usuarios en el casco urbano de la ciudad de Matagalpa.

El tamaño de la muestra por muestreo irrestricto aleatorio se definió como:

$$n = \frac{Ns^2}{(N + 1) \frac{B^2}{4} + s^2} \quad (\text{Ec.1})$$

donde:

N = Tamaño de la población (en este caso 9026 usuarios domésticos del agua)

s^2 = Varianza muestral (estimada en 4622,49)

B = Límite del error de estimación (definido por el investigador en dependencia del nivel de confianza que se desea del estudio).

Se consideró un límite para el error de estimación $B=6\% = 6,3972$ (del pago mensual promedio), de forma que el tamaño de la muestra fue calculada en 430 encuestas en total, según se muestra a continuación:

$$n = \frac{9026 (4622,49)}{(9026 + 1) \frac{(6,3972)^2}{4} + 4622,49} = 430 \text{ encuestas para estudio de VC}$$

Además del total de encuestas determinadas por el procedimiento anterior, se aplicaron 50 encuestas adicionales en una prueba piloto con usuarios domiciliarios escogidos al azar y

funcionarios de instituciones relacionadas al manejo de los recursos hídricos. Esto permitió validar el instrumento de encuesta diseñado inicialmente, y mejorarla antes de su aplicación definitiva.

3.4 Procedimiento metodológico y recolección de datos

La recolección de datos para la presente investigación, considera la aplicación de diferentes métodos y procesos específicos que permitirán al final obtener insumos para hacer la caracterización de la demanda y oferta de agua en la ciudad de Matagalpa, así como la valoración económica social del servicio ambiental hídrico asociado a las subcuencas Molino Norte y San Francisco. El proceso metodológico se describe a continuación en cuatro etapas, cada una de las cuales considera los pasos y métodos específicos, estas etapas fueron:

- Etapa I:** Planificación del proceso y recolección de información secundaria.
- Etapa II:** Estimación de la oferta de agua en las subcuencas Molino Norte y San Francisco y demanda de agua de la ciudad de Matagalpa.
- Etapa III:** Estimación de la DAP aplicando el Método de Valoración Contingente.
- Etapa IV:** Exploración de la disponibilidad de los productores a participar de un mecanismo de incentivos a través de análisis con grupos focales y entrevistas personales.

3.5 Etapas metodológicas

3.5.1 Etapa I: Planificación del proceso y recolección de información

En esta etapa se realizaron visitas a la zona de estudio para tener una idea más clara de la problemática del agua y de la situación socioeconómica, tanto de los productores en las subcuencas, como de los usuarios en la ciudad.

De igual forma se contactó en esta etapa a representantes de instituciones ligadas al manejo de los recursos hídricos presentes en la zona, para coordinar actividades consideradas en el estudio, tales como la conformación del grupo de expertos para la validación de las encuestas para la VC y para organizar una reunión con un grupo focal a fin de analizar la factibilidad de implementación de un mecanismo de PSA en la zona.

Además en esta etapa se localizó información relevante al estudio, y básica para el caso de la estimación de la oferta y demanda de agua; de igual forma se contactó al equipo de apoyo para la aplicación de encuestas (estudiantes de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de

Nicaragua, Sede Regional del Norte-Matagalpa y egresados de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria).

Para el caso de la conformación del grupo de expertos a consultar, se consideró la participación de un representante de la Alcaldía de Matagalpa, dos de la Empresa Aguadora, al Delegado Departamental del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, al Coordinador del Proyecto Cuencas Matagalpa, dos representantes del POSAF y tres líderes comunales. Cada uno de los expertos fue abordado individualmente.

3.5.2 Etapa II: Estimación de la oferta de agua de las subcuencas Molino Norte y San Francisco y de la demanda en la ciudad de Matagalpa

La oferta hídrica total de agua en una cuenca puede ser estimada a partir de la cantidad de agua precipitada (Reynolds, 1997); de esta agua registrada, una parte regresa a la atmósfera y el resto se infiltra o sale de la cuenca por escorrentía superficial.

De acuerdo a Barrantes y Vega (2002), la oferta hídrica total puede ser estimada mediante la

ecuación 2.
$$OT = \sum_{i=1}^n 0.001P_i * A_i \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

OT ? Oferta total de agua sin considerar salidas (m³/año).

P_i ? Precipitación promedio de la cuenca i (mm/año).

A_i ? Área de la cuenca i (m²).

n ? Número de cuencas (en este dos subcuencas).

Una vez obtenida la oferta total se procedió a estimar la Oferta hídrica disponible de agua (Od), o sea, el agua que teóricamente puede ser utilizada, tanto por los ecosistemas, como por la sociedad, ésta se determinó, restando de la oferta hídrica total, el agua perdida por escorrentía superficial y de acuerdo a la ecuación 3.

$$Od = OT - Pe * f \quad (\text{Ec.3})$$

Donde:

OT ? Oferta total de agua (m³/año).

Pe ? Precipitación de escorrentía (m³/año).

f = Factor de corrección de la Pe en base a caudales históricos promedio.

Para estimar la precipitación de escorrentía, fue necesaria la aplicación de un método que considerara los diferentes factores que influyen en este proceso, en este caso se aplicó el Método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (SCS-USDA, 1972). Este método permite estimar el agua que escurre en una cuenca asumiendo parámetros como las características de los suelos, cobertura vegetal y las precipitaciones promedio en la zona de estudio.

3.5.2.1 Método del Número de Curva

El Método del Número de Curva fue aplicado empleando los sistemas de información geográfica (SIG) y consistió en crear imágenes con dimensiones idénticas de los diferentes elementos del análisis, es decir: precipitación, tipo de suelo (profundidad superficial y subsuperficial, textura, permeabilidad) además del uso actual de la tierra.

El Método del Número de Curva fue desarrollado a partir de una serie de estudios (en su mayoría no publicados) y que según Woodward *et al* (2000) fue Mockus en el año 1964, quien permitió definir las bases hidrológicas para su posterior publicación por el *Soil Conservation Service* of the United States of Agriculture Department (SCS-USDA por sus siglas en inglés) en 1972, luego de una serie de ajustes.

Dentro de las posibles aplicaciones del Método del Número de Curva, Woodward *et al* (2000) refieren las siguientes:

- a) Determinación del volumen de escorrentía en un periodo de retorno dado.
- b) Determinación del volumen de escorrentía para eventos específicos.
- c) Modelación hidrológica del impacto de diversas alternativas de uso de la tierra (cobertura vegetal).

Según Jones (2000) y haciendo referencia al método del SCS-USDA (1972), la hipótesis que establece el método es que la tasa de abstracción real F_a dividida por la abstracción potencial S , es igual a la tasa de precipitación de escorrentía P_e , dividida por la precipitación máxima potencial de exceso $(P - I_a)$ y de acuerdo a la ecuación 4.

$$F_a/S = P_e/(P - I_a) \quad (\text{Ec 4})$$

I_a = Abstracción inicial o lluvia que infiltra al suelo antes del escurrimiento.

De la ecuación de continuidad se tiene:

$$P = P_e + I_a + F_a \quad (\text{Ec. 5})$$

$$F_a = P - P_e - I_a \quad (\text{Ec. 6})$$

Sustituyendo F_a en la ecuación 4 y despejando P_e se obtiene:

$$P_e = (P - I_a)^2 / (P - I_a + S) \quad (\text{Ec. 7})$$

De estudios realizados por el SCS en muchas cuencas pequeñas se obtuvo la relación empírica: $I_a = 0.2 S$, de manera que la precipitación de escorrentía en las subcuencas MN y SF puede ser estimada finalmente por la ecuación 8.

$$P_e = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8 S) \quad (\text{Ec. 8})$$

donde:

P = Precipitación (real acumulada en pulgadas – en adelante Factor P).

S = Precipitación máxima acumulada de abstracción en pulgadas = Factor S.

3.5.2.2 Procedimiento SIG para calcular escurrimiento superficial

Para la estimación de la precipitación de escorrentía se consideró como unidad de análisis cada una de las subcuencas, esto por la relación existente entre la divisoria de las aguas y el drenaje superficial hacia un mismo punto (río en este caso). El programa empleado fue ArcView 3.2 y las extensiones a este programa “*Spatial Analyst*” y “*Geoprocessing*”, así como “*Leyend Tools*” y “*Graticles and Measured Grids*” para la edición de mapas.

Para facilitar la comprensión del proceso metodológico en cuanto a la estimación del escurrimiento superficial y los caudales promedio de las subcuencas Molino Norte y San Francisco, el mismo fue dividido en tres partes:

- A. Cálculo del NC y Factor S (de la fórmula P_e).
- B. Cálculo del Factor P (de la fórmula P_e).
- C. Estimación de la precipitación de escorrentía y caudales promedio.

A) Cálculo del NC y Factor S (de la fórmula Pe)

El número de curva depende tanto del grupo hidrológico como del uso actual de la tierra. En este caso se empleó información secundaria (mapa de suelos y uso actual de la tierra) los cuales provienen del MAGFOR (2000) y delimitada previamente por González (2001), para ambas subcuencas.

El proceso se inició con la asignación de los grupos hidrológicos a partir de las características (textura, profundidad y permeabilidad) de los suelos distribuidos en ambas subcuencas, definiéndose los grupos hidrológicos C y D para la subcuenca Molino Norte y B, C y D para San Francisco. Esto generó un nuevo mapa en formato “*shape*” (figura 6).

Existen cuatro posibles grupos hidrológicos (A, B, C, D) entre los que se pueden agrupar los diferentes tipos de suelo (SCS-USDA, 1972; Dunne y Luna, 1986; Nielsen y Hjelmfelt *Jr.*, 2000):

Grupo A. Suelos muy permeables: suelos arenosos y gravosos profundos. Estos suelos tienen bajo potencial de escorrentía superficial debido a que se caracterizan por una alta tasa de infiltración cuando están mojados. No se observaron suelos de este grupo en las subcuencas MN y SF.

Grupo B. Suelos permeables: suelos franco-arenosos superficiales que se caracterizan por tener una tasa moderada de infiltración cuando están mojados. El movimiento del agua por estas tierras es moderadamente rápido. La profundidad restrictiva de cualquier capa al movimiento normal del agua es mayor que 50 cm. Suelos de este grupo se ubicaron alrededor de las vegas del río San Francisco y zonas contiguas.

Grupo C. Suelos moderadamente permeables: suelos franco arcillosos y suelos franco arenosos superficiales. Estos suelos tienen una baja tasa de infiltración cuando están húmedos. El movimiento del agua es moderado o moderadamente lento y pueden tener una capa que impide el movimiento normal del agua en el suelo. La mayor parte de las subcuencas MN y SF presentan suelos de este tipo, predominando más en la subcuenca MN.

Grupo D. Suelos impermeables: suelos arcillosos expansivos, suelos franco arcillosos superficiales. Se caracterizan por una muy baja tasa de infiltración cuando están húmedos. El movimiento del agua en estos suelos es lento o muy lento. Pueden tener una capa que limita el

movimiento del agua dentro de los 50 cm. Es el grupo de suelos que ocupa el segundo lugar en extensión, predominando en la subcuenca San Francisco.

El uso actual de la tierra (tipo de cubierta vegetal) es considerado en conjunto con el grupo hidrológico para definir el número de curvas a incluir en el proceso metodológico de estimación de la escorrentía

El uso actual de la tierra fue reclasificado, definiendo valores numéricos para cada tipo de uso (Uso₁ Uso_n), obteniéndose un nuevo mapa de uso actual codificado (figura 7).

Con la información de ambos mapas (figuras 6 y 7) y el uso de una tabla de valores del número de curva para cada combinación uso actual-grupo hidrológico propuesto por el SCS-USDA (1972) y Dunne y Luna (1986?), se definió el número de curva presentado en el cuadro 5. Una vez definido los nuevos mapas de grupos hidrológicos y uso actual codificado, se procedió a unir las tablas de atributos de estos mapas y se incorporó un nuevo campo a la tabla resultante, usando la herramienta “*Calculate*”, se determinó el Factor S según la fórmula:

$$S = 1000/NC-10 \quad (\text{Ec. 9})$$

donde:

S = Precipitación máxima acumulada de abstracción en pulgadas = Factor S.

NC = Número de Curva (depende del tipo de cobertura vegetal y del grupo hidrológico).

El valor del NC oscila entre 0 y 100 (0 = CN = 100), donde 100 es asumido para superficies impermeables y cuerpos de agua. Para superficies permeables y bajo diferentes usos de la tierra, el valor del NC es siempre menor que 100. El SCS (1972) definió una serie de valores del NC para diferentes tipos de uso de la tierra y grupos hidrológicos, basado en estudios realizados en diferentes cuencas y por muchos años.

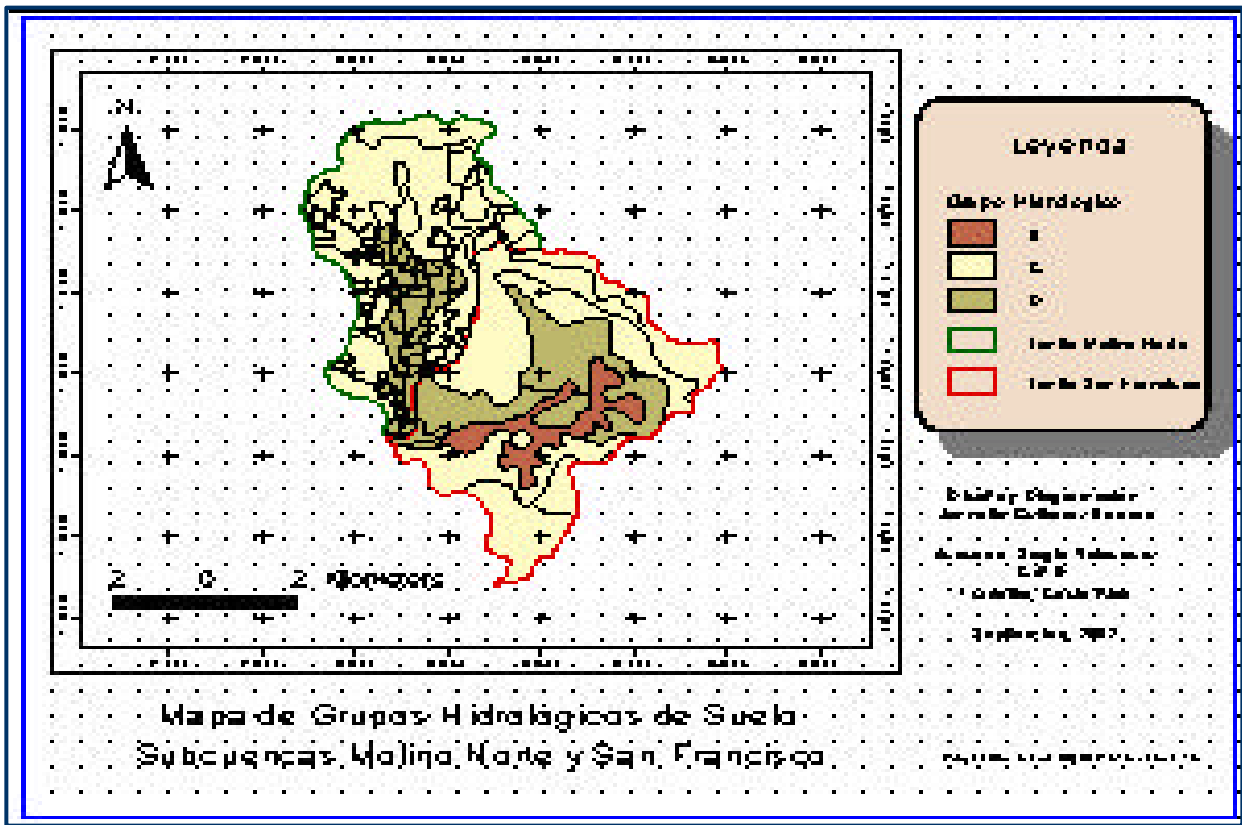


Figura 6. Grupos hidrológicos subcuencas Molino Norte y San Francisco

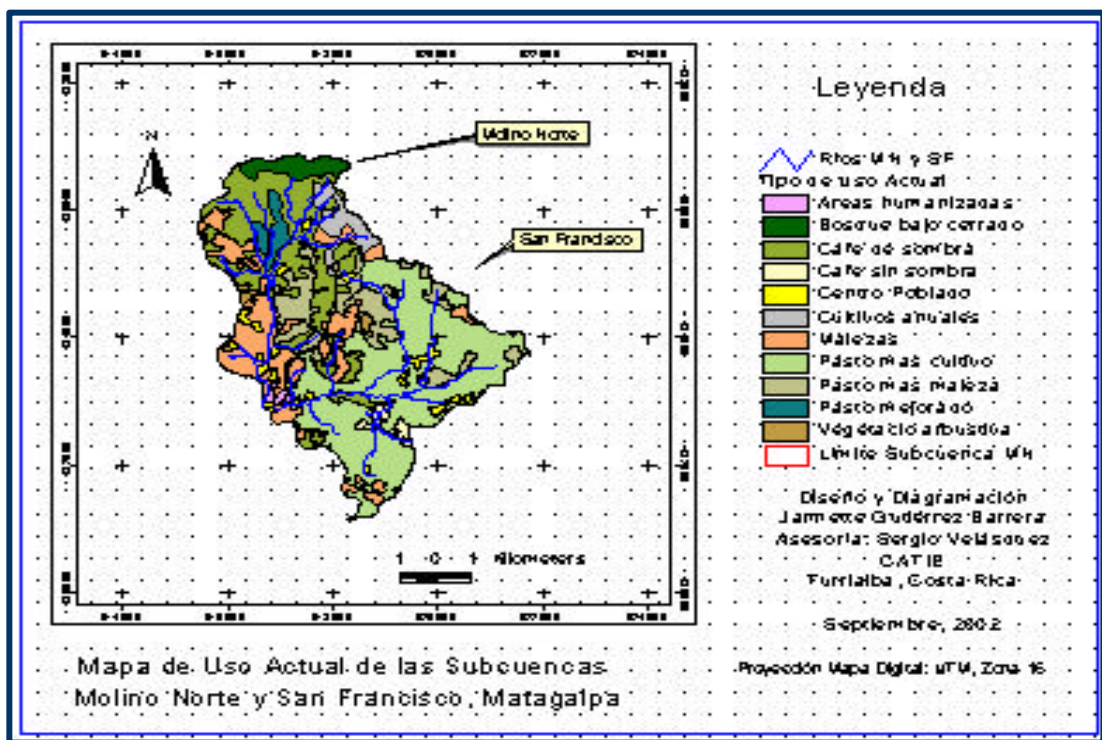


Figura 7. Uso actual de la tierra subcuencas Molino Norte y San Francisco

Los valores que fueron ponderados en el cuadro 5, corresponden a las asociaciones pasto + cultivo y pasto + maleza. En este caso y por conocimiento previo de la zona, se asumió una cobertura en iguales proporciones de pasto (50%) y cultivos (50%); no así para el caso de la categoría pasto más maleza en la que se consideró una proporción del 70% pasto y 30% malezas.

El mapa obtenido viene a definir el “Factor S”. Este mapa fue convertido al formato “*raster*” o “*Grid*” para definir cuadrículas de iguales dimensiones (30 x 30 m), en las que cada una tenía asignado el valor S, y de esta forma, facilitar el proceso de álgebra de mapas para la aplicación posterior de la fórmula para estimar la escorrentía superficial. Un esquema metodológico que resume la primera parte del proceso para determinar la precipitación de escorrentía es presentado en la figura 8.

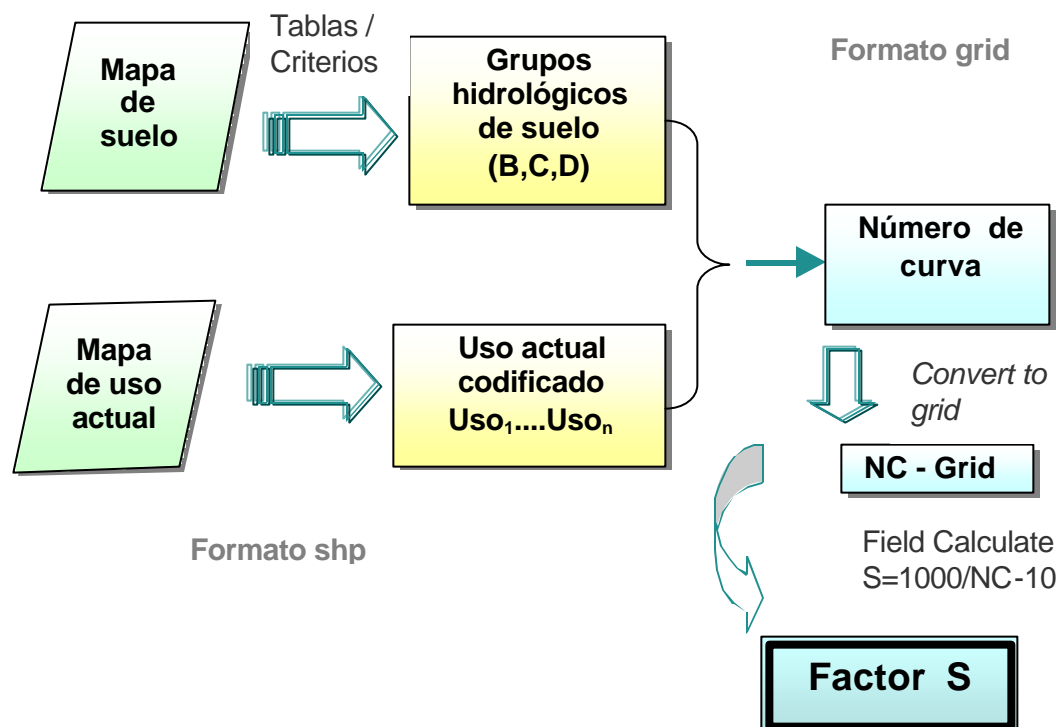


Figura 8. Esquema metodológico que resume el procedimiento para la obtención del factor S de la fórmula de precipitación de escorrentía.

Cuadro 5. Número de curva para el cálculo de escurrimiento superficial de Las subcuencas Molino Norte y San Francisco

USO ACTUAL DE LA TIERRA		GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO		
		B	C	D
	Código			
Bosque bajo cerrado	(1)	60	63	79
Café sin sombra	(2)	79	84	88
Café con sombra	(3)	71	78	81
Cultivos anuales	(4)	81	88	91
Pasto + cultivo*	(5)	75	84	88
Pasto mejorado	(6)	59	75	83
Pasto + maleza*	(7)	74	83	87
Malezas	(8)	86	91	94
Vegetación arbustiva	(9)	66	77	83
Área urbanizada / Centro poblado	(10)	85	90	92

*Se utilizaron valores ponderados para ambos usos.

B) Cálculo del Factor P

Para el cálculo del Factor P de la fórmula de precipitación de escorrentía (P_e), primeramente se diseñó una base de datos en Excel con los valores promedio de la precipitación anual, obtenidos para 13 estaciones meteorológicas (cuadro 6). Además de las precipitaciones promedio anual; en este cuadro se presenta la georreferenciación de cada estación y los años a partir de los cuales se obtuvo el promedio anual.

La base de datos del cuadro 6 se guardó con formato “*dbf - Excel*” y luego la misma fue introducida a ArcView mediante la operación “*Add Even Theme*” del Menú “*View*”. Esto permitió tener en formato “*shape*” los puntos georreferenciados con los valores de precipitaciones. Este mapa fue convertido al formato “*Grid*” para definir al igual que para el Factor S cuadrículas de idénticas dimensiones (30 x 30 m). Con esta información fue posible definir un continuo espacial para las precipitaciones en el área de estudio. La figura 9 resume el procedimiento desarrollado para la obtención del Factor P.

Cuadro 6. Estaciones meteorológicas georreferenciadas y precipitaciones promedio anuales consideradas en el estudio

ID	Estación	Latitud Norte	Longitud Oeste	Años de registro	Altitud (m.s.n.m.)	Prom. anual (mm)
1	Hda.San Buenav.	12,625	-85,420	1980-2001	270	1818
2	Matiguás	12,831	-85,466	1980-2001	304	1344
3	Esquipulas	12,664	-85,791	1969-2001	520	1145
4	Tierra Azul	12,695	-85,546	1969-2001	280	1584
5	Muy Muy	12,763	-85,626	1960-2001	320	1548
6	La Labranza	12,834	-85,968	1969-2001	900	1027
7	Mina La Reina	12,916	-85,813	1960-2001	700	1632
8	San Ramón	12,923	-85,841	1969-2001	650	1820
9	San Francisco	12,951	-85,866	1960-2001	790	1978
10	El Tuma	13,056	-85,743	1969-2001	350	1575
11	Caratera	13,155	-85,753	1960-2001	960	2130
12	Los Robles	13,166	-85,951	1953-2001	990	1411
13	Corinto	13,171	-85,883	1960-2001	1070	1712

Fuente de datos: INETER, 2002

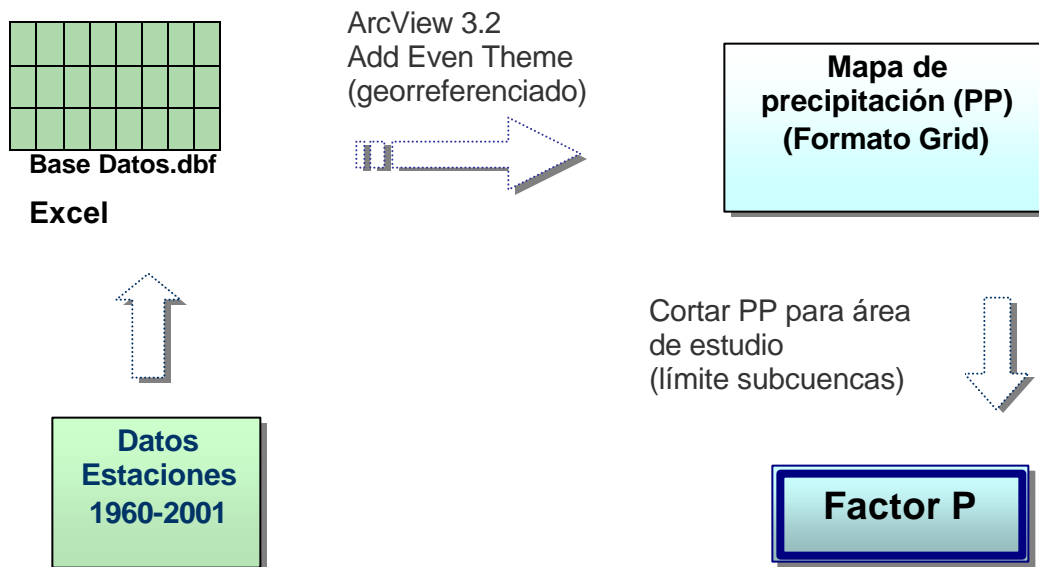


Figura 9. Esquema metodológico que resume el procedimiento para la obtención del factor P de la fórmula de precipitación de escorrentía.

C) Estimación de la precipitación de escorrentía y caudales promedio

La última parte del procedimiento fue la estimación de la precipitación de escorrentía (Ec. 8) y los caudales promedio. Para evitar errores o cualquier distorsión debida a la aplicación incorrecta de la fórmula, el proceso se realizó haciendo cálculos parciales como se presenta a continuación a continuación, todas las operaciones fueron realizadas empleando la herramienta “Map Calculation” tal como se presenta en la figura 10. Cada inciso indicado del 1-6 a continuación, generó un mapa que era utilizado como insumo en el siguiente cálculo.

$$Pe = (P - 0.2 S)^2 / (P + 0.8 S)$$

- 1) [0.2 * (Factor S)]
- 2) [(Factor P) - (0.2 S)]
- 3) [(Factor P) - (0.2 S)] * [(Factor P) - (0.2 S)] = Numerador de Pe
- 4) [0.8 * (Factor S)]
- 5) [(Factor P) + (0.8 S)] = Denominador de Pe
- 6) [(Numerador) / (Denominador)]

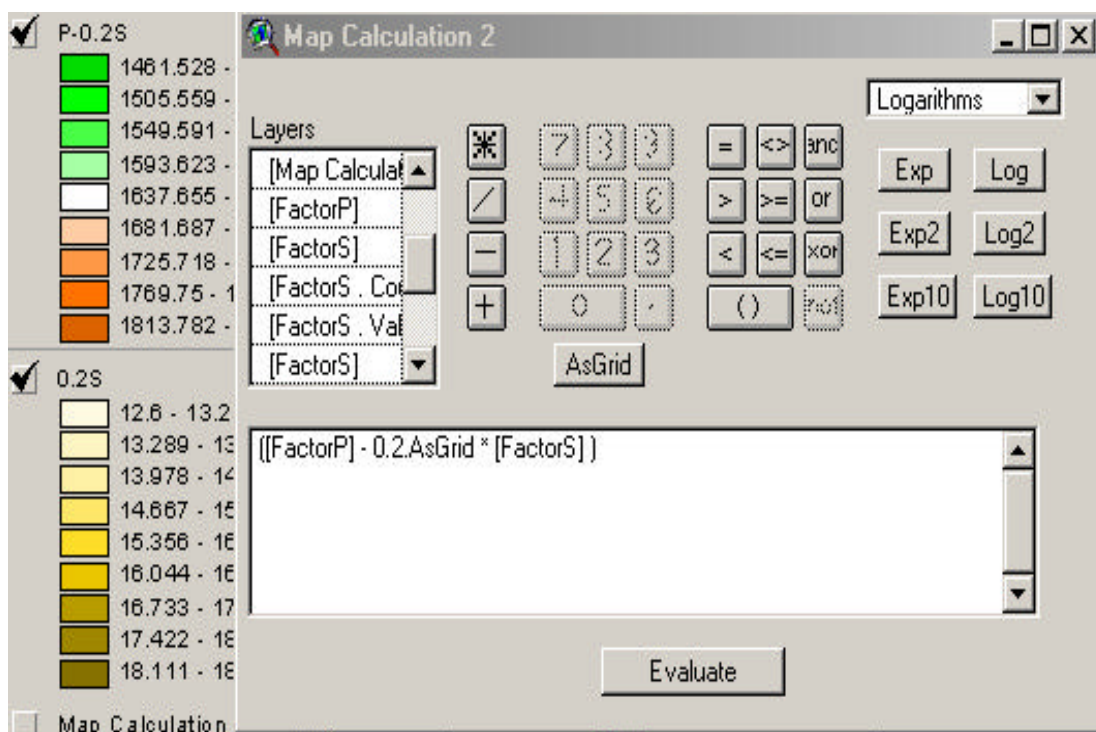


Figura 10. Ejemplo de las operaciones realizadas con la herramienta “Map Calculation” para obtener la precipitación de escorrentía.

El resultado del proceso anterior fue un mapa con rangos de distribución de la escorrentía superficial en pulg/año; para obtener la precipitación de escorrentía para toda la subcuenca, se procedió a sumar los valores de las cuadrículas. Debido a que la fórmula (Ec. 8) asume valores en pulgadas, se procedió a transformar este valor a m³/año empleando nuevamente la herramienta *Map Calculation* para hacer las transformaciones correspondientes, teniendo cuidado de que para obtener el resultado en volumen, era necesario considerar el área de cada píxel (900 m²).

Una vez obtenida la escorrentía superficial se procedió a corregir este valor considerando datos promedios de las estimaciones de caudales en ambas subcuencas. Esta información fue obtenida a partir de ENACAL (1998).

El resto de agua que normalmente aparece como perdida en el convencional ciclo hidrológico, en este caso se considera parte del consumo por los ecosistemas y será evaluado como parte de la demanda hídrica, correspondiendo la diferencia al agua de recarga.

3.5.3 Estimación de la demanda hídrica

La estimación de la demanda de agua, consideró tanto el agua demandada por los ecosistemas, determinada ésta por la evapotranspiración real, como la demanda social de agua para consumo por parte de la población, tanto en las subcuencas, como en la ciudad de Matagalpa.

La evapotranspiración se considera como una salida de agua en una cuenca y es un elemento que está influenciado por diferentes variables climáticas como la temperatura, radiación solar, humedad del aire, viento, etc., por lo que según Reynolds (1997) citado por Barrantes y Vega (2002), es muy difícil obtener un valor confiable debido a la falta de datos detallados de las diferentes variables. La estimación de la evapotranspiración se realizó de acuerdo a Holdridge (1982) y basándose en la propuesta por Barrantes y Vega (2002) para evaluar el servicio ambiental hídrico.

$$ETp = 58.93 * T_b \quad (Ec. 10)$$

Donde:

ETp = Evapotranspiración potencial (mm/año)

T_b = Biotemperatura media anual¹² (° C)

¹² Según Holdridge (1982), la biotemperatura relaciona el proceso de evaporación desde el suelo, la intercepción y la transpiración por los estomas de las plantas con la variación de la temperatura ambiental, y entre los 0 y 30 °C, la biotemperatura es igual a la temperatura del aire en condiciones ambientales.

La evapotranspiración potencial se produce solo cuando no existe ninguna limitación al proceso de evaporación, sin embargo en la realidad, se produce una serie de procesos asociados a la evapotranspiración del agua que pueden afectar este valor, tal es el caso de la evaporación desde el suelo, la intercepción y la transpiración por los estomas).

Para obtener la evapotranspiración real (ETr), se aplicó la fórmula sugerida por Rodríguez (1983) citado por Barrantes y Castro (2002), la cual se basa en el nomograma que describe los movimientos del agua en asociaciones climáticas del Sistema de Zonas de Vida de Holdridge (1982).

$$\begin{aligned}
 & \text{(Ec. 11)} \\
 ETr = & \left\{ \begin{array}{l} \left[7,46 \frac{ETp^3}{P} + 10,46 \frac{ETp^2}{P} + 4,63 \frac{ETp}{P} + 0,27 \right] * ETp \rightarrow \text{Si } 0,06 \leq \frac{ETp}{P} \leq 0,45 \\ \left[1,12 + \frac{0,44ETp}{P} \right] * ETp \rightarrow \text{Si } 0,45 \leq \frac{ETp}{P} \leq 1,5 \end{array} \right.
 \end{aligned}$$

La información sobre la temperatura en el área de estudio fue obtenida de la base de datos digital del Ministerio Agropecuario y Forestal de Nicaragua (MAGFOR, 2002^b), la misma fue modelada previamente en función de la altitud y delimitada para cada una de las subcuencas. La estimación de la ETp fue realizada aplicando álgebra de mapas con la herramienta *Map calculation* de ArcView al igual que para la estimación de la escorrentía superficial, de manera que para cada factor se definió una superficie con dimensiones idénticas de los diferentes elementos del análisis. En este caso el tamaño de píxel definido fue de 10 x 10 m.

En cuanto a la estimación de la demanda de agua por parte de la población, tanto en la ciudad de Matagalpa, como en las subcuencas, se consideró el consumo *per cápita* de agua en la ciudad de Matagalpa. Esta información fue obtenida mediante el computo del consumo mensual de agua a partir de 100 encuestas en las que fue posible obtener información sobre el volumen de agua consumido por familia para las conexiones con medidor y en zonas donde la intermitencia del servicio de agua potable es mínima (Zona Central, Barrio Guanuca entre otras), este valor fue dividido entre el promedio de miembros por familia (5,5 según la misma encuesta).

Con los datos anteriores y los correspondientes a la población servida en el mismo período, así como la tasa de crecimiento de la población en esta ciudad, se realizaron proyecciones de la demanda del agua potable por parte del sector domiciliario y los otros sectores de la sociedad para los años 2002-2005 y 2010 y 2015.

Para las proyecciones de la población urbana en la Ciudad de Matagalpa se consideró información suministrada por el Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos (INEC, 2001) para los años 2002 al 2005. Las otras proyecciones se realizaron empleando la fórmula para la estimación de la Tasa Instantánea de Crecimiento de acuerdo a Chiang (1984).

$$N = A * e^{rt} \quad (\text{Ec.12})$$

donde: N ? Población en al año proyectado

A ? Población en el año actual

e ? exponencial natural ? 2,71828

r ? tasa de crecimiento poblacional

t ? tiempo en años de la proyección

La estimación de la demanda social de agua de parte de los otros sectores servidos por AMAT, se realizó considerando que actualmente los tres sectores (comercial, industrial y gobierno) representan el 5% de la demanda atendida por la Empresa, por lo que una vez estimada la demanda de los usuarios domésticos, se consideró ésta como el 95% del agua servida por la Empresa y el otro 5% restante lo representaron los otros sectores.

En el caso del agua utilizada en las labores agropecuarias, por la falta de información detallada sobre las actividades agrícolas que emplean irrigación y la cantidad de ganado presente en la zona, se optó por definir que aproximadamente un 20% del agua disponible para la demanda social, es empleada en éstos usos.

El propósito de estimar la demanda de agua es para realizar un presupuesto hídrico que considere tanto aspectos asociados a la oferta de agua, como la demanda de agua por los diferentes sectores, incluyendo los ecosistemas naturales. Esta información podría ser de utilidad para los tomadores de decisión en relación la planificación del uso y manejo del agua en la zona y soportar la necesidad de su valoración, fundamentando de igual forma las

recomendaciones que surjan a partir del análisis de la información recopilada a través de la encuesta de VC.

3.5.4 Etapa III: Estimación de la DAP mediante el Método de VC

La estimación de la DAP representa la parte medular de este estudio, con ésta se pretende definir una medida del bienestar de la población con respecto a la calidad y disponibilidad del agua. A continuación se presenta en forma detallada el procedimiento general para la aplicación del Método de Valoración Contingente, desde el diseño del experimento hasta la aplicación de la encuesta definitiva.

3.5.4.1 Diseño del experimento para la Valoración Contingente

El diseño del experimento de VC consideró en principio la definición de los objetivos y población meta considerando criterios asociados al planteamiento del problema y mejoras propuestas, así como otras variables controladas en el estudio, tales como la asignación de los valores iniciales (“*bids*” iniciales) y el tamaño de la muestra.

En este caso, el objetivo de la encuesta fue “conocer la disposición a pagar de los usuarios domiciliarios del agua potable en la ciudad de Matagalpa, para contribuir a un programa de incentivos dirigido a los productores que participen en la recuperación de las subcuencas Molino Norte y San Francisco, y para mejorar la disponibilidad y calidad de agua en el futuro”; este pago representa el reconocimiento de los usuarios al servicio ambiental hídrico.

La población meta fueron los actuales usuarios del servicio de agua potable en el área urbana de la ciudad de Matagalpa, los cuales, según datos suministrados por la Aguadora de Matagalpa, son un total de 9026 usuarios, divididos en usuarios con conexiones domiciliarias directas y los usuarios con medidor. A partir de este total y aplicando un muestreo irrestricto aleatorio, se definió la muestra en 430, que corresponde al número de encuestas aplicadas.

La variable dependiente en este estudio fue la disposición a pagar (DAP) de los entrevistados, ésta se ve influenciada, tanto por los elementos del diseño del experimento controlados por el investigador, como por variables socioeconómicas que dependen de cada individuo y que introducen un término aleatorio. Un esquema que resume el diseño del experimento económico de valoración considerado en el presente estudio es presentado en la figura 11.

Los factores controlados por el investigador y que es donde se puede tener influencia sobre la variable dependiente (DAP), es recomendable sean definidos con base en criterios, lo más ajustados posible a la realidad, evitando con esto la ocurrencia de sesgos que puedan afectar potencialmente la respuesta a la DAP, y por ende, los resultados de la valoración final.

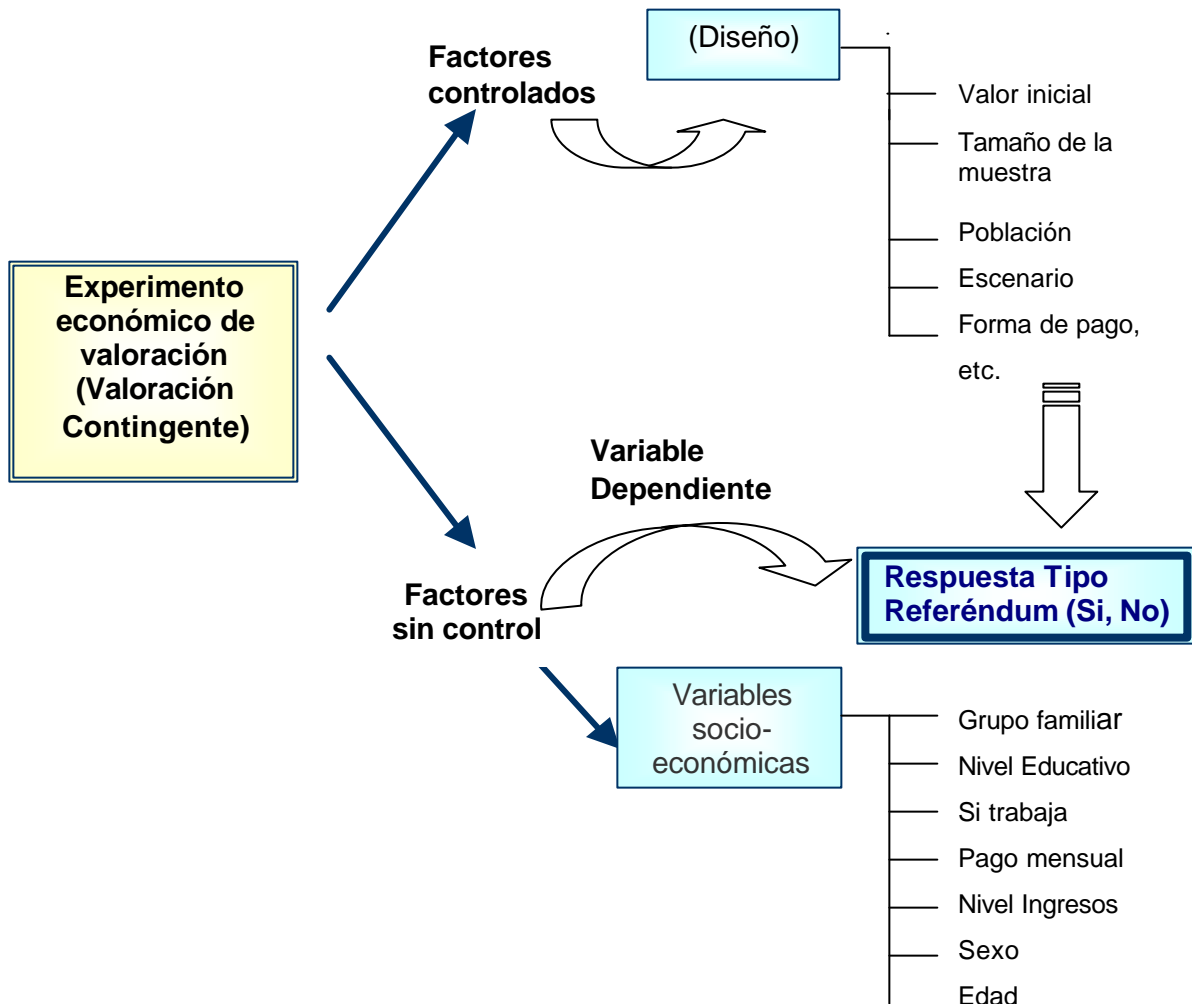


Figura Figura 11. Esquema metodológico que resume el diseño del experimento de Valoración Contingente.

3.5.4.2 Diseño de la encuesta

El diseño de la encuesta se realizó de acuerdo a recomendaciones de varios autores Azqueta (1994^a) y Field (1995). La misma fue estructura en tres bloques claramente definidos. El primer bloque pretendía indagar el conocimiento previo o percepción de la población sobre el problema en estudio y al mismo tiempo facilitar el planteamiento del problema. En esta parte, se incluyeron preguntas asociadas a la problemática actual, uso del agua, conocimiento de la

procedencia del agua, su calidad, así como definir tipos y causas de la contaminación del agua en la zona, a juicio del entrevistado.

En el segundo bloque y con el propósito de informar a los entrevistados sobre la problemática asociada a los recursos hídricos en la zona, se describieron rápidamente aspectos relevantes al problema actual, facilitando algunos datos (para su elección) que demostraban posibles causas del problema de escasez de agua y destacaban la importancia del recurso y la necesidad de su conservación.

Además, en este segundo bloque se presentó la modificación objeto de estudio y las preguntas que pretendían obtener la DAP de la persona por el cambio propuesto; para esto, fueron propuestos aleatoriamente cinco ofertas de pago (valores iniciales), los que estuvieron seguidos por una segunda oferta que estaba en dependencia de la primer respuesta. El formato de respuesta empleado fue el dicotómico (Si, No.) según se muestra a continuación:

10) Si se desarrollara un proyecto de reforestación y pago de incentivos a los productores que conservan el bosque de donde usted toma agua, estaría dispuesto a contribuir con al menos C\$ _____ córdobas* adicionales en su factura mensual de agua para proteger y restaurar las subcuencas y mejorar la calidad y disponibilidad del agua en el futuro?	
Si † (Si su respuesta fue Si , pase a la pregunta 11) ↓	No † (Si su respuesta fue No , pregunta 12) ↓
11) Pagar C\$ _____ córdobas adicionales? Si † No †	12) Pagaría C\$ _____ córdobas adicionales? Si † No †

* Valores iniciales propuestos aleatoriamente (5, 10, 20, 30 y 50 córdobas), 1 US\$ = C\$ 14,60 córdobas.

A cada entrevistado le fue presentado un único valor aleatoriamente y en dependencia de la respuesta a la primer pregunta. Si la primera respuesta fue positiva, se procedió a proponer el valor próximo superior, y si por el contrario la respuesta fue negativa, se propuso el valor menor más próximo (excepto para los extremos donde se consultó solamente si la DAP era mayor o menor al valor inicial presentado); en éstos casos, para correr el modelo con el software Limdep, se definieron como valores mínimos y máximos C\$ 3 y 51 córdobas respectivamente.

En el tercer y último bloque de preguntas, se recopiló información sobre las características socioeconómicas de los entrevistados, de forma que las mismas permitieran explicar la DAP del entrevistado. El cuadro 7 muestra las variables independientes incluidas en el estudio.

Cuadro 7. Variables independientes y su categorización en el estudio de Valoración Contingente.

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	TIPO DE VARIABLE	HIPÓTESIS
BINI	Valor inicial en córdobas (valor propuesto aleatoriamente a entrevistados para estimar su DAP)	Continua Valores iniciales propuestos: 5, 10, 20, 30 y 50 córdobas.	$\beta_{\text{BINI}} < 0$
JEFE	Define si el entrevistado es jefe de familia	Dicotómica (Si=1, No=0)	$\beta_{\text{JEFE}} > 0$
GFAM	Tamaño del grupo familiar	Continua (pregunta abierta)	$\beta_{\text{GFAM}} > 0$
EDUC	Máxima categoría de estudio alcanzada	Catógica 1= No ha estudiado 2= Primaria 3= Secundaria 4=Estudios Técnicos 5=Estudios Superiores	$\beta_{\text{EDUC}} > 0$
TRAB	Tiene trabajo formal	Dicotómica (Si=1, No=0)	$?_{\text{TRAB}} > 0$
PAGO	Pago mensual por agua potable (en córdobas)	Continua (pregunta abierta)	$?_{\text{PAGO}} > 0$
MED	Tiene medidor agua	Dicotómica (Si=1, No=0)	$?_{\text{MED}} > 0$
INGR	Ingresos familiares	Catógica (córdobas) 1= Menos 1000 2= 1001 a 3000 3= 3001 a 5000 4= 5001 a 8000 5=8001 a 10,000 6= Más de 10,000	$?_{\text{INGR}} > 0$
SEXO	Sexo del entrevistado	Catógica 0 = Mujer 1 = Hombre	$?_{\text{SEXO}} < 0$
EDAD	Edad del entrevistado	Continua (pregunta abierta)	$?_{\text{EDAD}} < 0$

3.5.4.3 Aplicación de la encuesta

Como se indicó anteriormente, previo a la aplicación de la encuesta definitiva, se realizó una prueba piloto con 50 encuestas, para ello se consideró la participación de personas seleccionadas al azar y que fueran usuarios domiciliarios del agua potable. Dos sitios fueron claves para la recolección de esta información, estos fueron la misma Empresa Aguadora y la Alcaldía Municipal (ambas frecuentadas diariamente); además se consultó a un grupo de expertos y/o personas ligadas al uso y manejo de los recursos hídricos en la zona.

La prueba piloto permitió validar el instrumento de encuesta diseñado y definir los valores iniciales a ser propuestos aleatoriamente en las encuestas definitivas. En este caso el formato de pregunta para la DAP fue abierto para permitir obtener la opinión de los entrevistados con el menor sesgo posible.

Una vez diseñado el instrumento y validado, tanto a través de la prueba piloto, como a través de consultas a expertos en la zona, se procedió a su aplicación en los diferentes barrios en la ciudad de Matagalpa. La aplicación de las encuestas fue durante un periodo de cuatro semanas entre marzo y abril de 2002.

Una serie de observaciones fueron realizadas a la encuesta previa, la mayoría de las cuales fueron consideradas para la mejora de la encuesta definitiva. El análisis estadístico de la información generada a través de las encuestas se expone posteriormente.

3.5.5 Etapa IV: Exploración de la disponibilidad de los productores a participar de un mecanismo de incentivos

Se realizaron dos reuniones con grupos focales. La primera reunión fue con representantes de instituciones ligadas al uso y manejo de los recursos hídricos en Matagalpa, y la segunda se realizó con productores y líderes comunales de ambas subcuencas.

El propósito de plantear sesiones con grupos focales, fue el de analizar las reacciones y consideraciones de los participantes ante una propuesta de un mecanismo de pago de incentivos a los productores, en el que se establecieran relaciones de beneficio mutuo entre los productores como diferentes del servicio ambiental hídrico y los usuarios en la ciudad como demandantes de éstos, enfocando la atención hacia aspectos que pudieran servir como indicativos de la posible aceptabilidad de la idea planteada.

La investigación a través de grupos focales es el método de investigación más usado para mercadeo, análisis de políticas, consultas políticas y otras investigaciones sociales para reunir información cualitativa acerca de tópicos de interés. Un grupo focal, normalmente incluye un número de entre 8-12 individuos quienes discuten sobre el tema bajo la conducción de un moderador, quien a su vez promueve la interacción y asegura que la discusión se mantenga siempre sobre el tópico de interés (Stewart y Shamdasani, 1998).

El propósito más común de la discusión con un grupo focal, es estimular una exploración a profundidad sobre un tópico acerca del cual se conoce muy poco, siendo los usos más comunes, los sugeridos por Stewart y Shamdasani (1998):

- ☞ Obtener antecedentes generales acerca del tópico de interés.
- ☞ Generación de hipótesis de investigación que pueden ser asumidas en investigaciones futuras y probadas usando enfoques cuantitativos.
- ☞ Estimulación de nuevas ideas y creación de conceptos.
- ☞ Diagnóstico del potencial para problemas con un nuevo programa, servicio o producto.
- ☞ Generación de impresiones de los productos, programas, servicios, instituciones u otros objetos de interés.
- ☞ Conocer las apreciaciones de los participantes para el diseño de herramientas para la recolección de información cuantitativa sobre un tópico en particular.

En todo caso, durante esta etapa se procuró evitar despertar expectativas sobre la inmediata aplicación de un mecanismo de pagos por el servicio ambiental hídrico, aclarando la pretensión de recopilar elementos que sirvieran de base para la consideración de políticas y acciones tendientes a reconocer el valor del agua, como servicio brindado por el bosque y agroecosistemas que contribuyen a la captación de ésta.

Debido a que el tópico del pago por servicios ambientales es nuevo en Nicaragua, ambas sesiones de trabajo con los grupos focales se iniciaron brindando información teórica acerca del funcionamiento de los ecosistemas boscosos y su relación con la regulación del ciclo hidrológico, así como sobre los diferentes mecanismos de pago por servicios ambientales actualmente conocidos. Se promovió además una discusión acerca de las ventajas y desventajas que podría conllevar para los productores su involucramiento en un mecanismo de este tipo.

Ambas reuniones tuvieron una duración de tres horas en promedio, aunque después de la reunión con el grupo de productores, se les solicitó una hora adicional para recopilar información a través de una encuesta que tenía el propósito de complementar la información obtenida a partir de la reunión y concerniente a sus fincas y cantidades mínimas de dinero que éstos estarían dispuestos a aceptar para la adopción de sistemas de producción consecuentes con la función de captadora de agua de ambas subcuencas. La encuesta aplicada es presentada en el Anexo III.

Posteriormente se contactó a otros productores directamente en las subcuencas para completar una muestra de 29 encuestas en total, y deducir a partir de ellas, la disposición de los productores a aceptar involucrarse en posibles mecanismos de PSA.

Por limitaciones económicas, el criterio empleado para la selección de la muestra para la encuesta con los productores fue únicamente el definir un 20% de los productores de cada subcuenca. Luego se hizo una asignación de productores proporcional al tamaño de cada estrato de productores (grandes, medianos y pequeños). Quedando compuesta la muestra por 14 productores de la subcuenca Molino Norte y 15 de la subcuenca San Francisco, según se presenta en el cuadro 8. La asignación de las encuestas al grupo de productores por estrato, se realizó según Scheaffer *et al.*, 1987:

$$n_i = n \frac{N_i}{N} \quad i= 1, 2 \text{ y } 3 \text{ estratos} \quad (\text{Ec. 13})$$

donde:

n_i ? Número de productores por estrato por cada subcuenca.

n ? Total de productores entrevistados por subcuenca.

N_i ? Productores existentes por estrato.

N ? Total de productores por subcuenca.

Cuadro 8. Número de productores seleccionados por subcuenca para conocer su disposición a participar de un posible mecanismo de PSA

Estrato (Tipo De productor según tenencia de la tierra)	SUBCUENCA			
	Molino Norte		San Francisco	
	Total	Muestreados	Total	Muestreados
Pequeños (? 10 mz)	49	10	39	8
Medianos (10-50 mz)	12	2	15	3
Grandes (?50 mz)	8	2	19	4
Total	69	14	73	15

Información sobre productores brindada por Proyecto Cuencas-Matagalpa.

En esta etapa fue clave el apoyo de recibido de parte de los productores, del Proyecto Cuencas-Matagalpa, la Alcaldía Municipal y de los representantes de instituciones que asistieron y participaron muy activamente durante el transcurso de la reunión.

3.6 Análisis estadístico de la información

3.6.1 Análisis previos

Previo al análisis econométrico de la DAP se realizó un análisis riguroso de las variables independientes consideradas para validar los datos que se utilizarían posteriormente para estimar la DAP.

Se realizaron pruebas estadísticas para analizar el grado de asociación y variabilidad entre las diferentes variables evaluadas en el estudio. Estas pruebas fueron: correlación y colinealidad; esto se hizo para descartar posibles problemas de autocorrelación y/o multicolinealidad entre las variables consideradas en el estudio.

En esta primera parte, se realizó igualmente un análisis estadístico descriptivo o univariado, determinando la media para cada variable, su error estándar, la varianza y los valores extremos. Las variables analizadas de esta manera fueron las socioeconómicas, identificadas como las de mayor relevancia en el estudio (ingreso, educación, jefe de familia, etc.), éstas a su vez permitieron la caracterización del grupo entrevistado.

Luego de los análisis previos, se procedió a realizar el análisis de la DAP obtenida mediante las encuestas por el método de VC, esto se realizó, mediante dos modelos paramétricos (Single y Double Bounded) y no paramétricos.

3.6.2 Modelo de Elección Dicotómica de Límite Simple (“*Single Bounded*”)

Este modelo según Hanemann *et al.*, (1991), el Modelo “*Single Bounded*” (SB por sus siglas en inglés) es una variante del Método de Valoración Contingente en el que los entrevistados son consultados por su disposición a pagar (DAP) ante la propuesta hipotética de una mejora ambiental. El modelo analiza las respuestas dicotómicas (Si, No) a las preguntas de DAP y la información sobre las características socioeconómicas de los encuestados, asignando valores de probabilidad $P=1$ a las respuestas afirmativas y $P=0$ a las negativas; en este caso a la preguntas sobre la DAP que se mostraron en la encuesta de Valoración Contingente con este propósito (Ver Encuesta en Anexo II segunda página).

La probabilidad de obtener una respuesta positiva “Si” o una negativa “No”, según exponen Hanemann *et al.*, (1991), puede ser expresada como:

$$f(B; \beta) = G(B; \beta), \quad (\text{Ec. 14})$$

$$F(B) = 1 - G(B; \beta), \quad (\text{Ec. 15})$$

donde $G(\beta; \beta)$ representa la distribución estadística con parámetros del vector β .

De acuerdo a Hanemann (1984), este modelo puede ser interpretado como la maximización de la utilidad de la respuesta en un contexto de utilidad aleatoria, donde $G(\beta; \beta)$ representa la función de densidad acumulativa de la verdadera maximización de la DAP.

La probabilidad predicha (P) en el Modelo Dicotómico Simple se estimó de acuerdo a Hanemann (1984) empleando la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\exp^z}{(1 + \exp^z)} \quad (\text{Ec. 16})$$

donde:

P= Probabilidad de respuestas positivas (Sí) a la pregunta de DAP.

$z = X'\beta$ (matriz de variables independientes).

De igual forma se puede explicar a través de un modelo, la probabilidad de respuesta positiva ante el planteamiento realizado:

(Ec. 17)

$$\text{Prob (Si)} = \text{Prob} \left[V(X_1^1, X_2^1 \dots X_n^1, Y) - CV - \epsilon_1 > V(X_1^0, X_2^0 \dots X_n^0, Y) - \epsilon_0 \right]$$

Donde:

$V = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n + c$ * Valor inicial.

$b_0, b_1, b_2 \dots b_n$ = Efecto de las variables independientes sobre la DAP.

$X_1, X_2 \dots X_n$ = Variables independientes que influyen la DAP

c = Efecto del valor inicial u oferta.

$X_1^1, X_2^1 \dots X_n^1$ = Vector de bienes después de aceptar la mejora.

$X_1^0, X_2^0 \dots X_n^0$ = Vector de bienes antes de aceptar la mejora.

CV = Pago sugerido con la propuesta para la valoración contingente

Y = Nivel de ingresos.

ϵ = Término del error después y antes de la mejora.

La Función de Máxima Verosimilitud para el Modelo Dicotómico Simple es definida por Hanemann *et al.*, (1991) como:

$$\ln P(x) = \{ d_i^s \ln^{P^s} + d_i^n \ln^{P^n} \} \quad (\text{Ec. 18})$$

Donde:

d_i^s, d_i^n = Son variables indicativas de valores binario (Si, No).

\ln^{P^s}, \ln^{P^n} = Logaritmo de la probabilidad de respuestas positivas y negativas respectivamente.

El Modelo Dicotómico Simple ha sido el más ampliamente utilizado en estudios de VC, esto por su relativa sencillez, sin embargo, según expresa Hanemann (1991), requiere de una gran cantidad de muestras para lograr resultados con un nivel aceptable de consistencia.

Tanto la media como la mediana, según Hanemann (1984), pueden ser obtenidas a partir de la fórmula:

$$\text{Mediana} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{\beta} + \frac{1}{\alpha} \right) = \text{Media} \quad (\text{Ec. 19})$$

Donde:

$\frac{1}{\beta}$ = Constante calculada al multiplicar cada uno de los coeficientes por su media
(excepto de variable valor inicial - VINI)

$\frac{1}{\alpha}$ = Coeficiente de la variable de la DAP

3.6.3 Modelo de Elección Dicotómica de Límite Doble (“*Double Bounded*”)

En el Modelo Dicotómico de Límite Doble (DB por sus siglas en inglés), se consideraron las dos rondas de preguntas, sugiriendo los cinco valores iniciales aleatoriamente como primer pregunta y en dependencia de la respuesta a esta pregunta, se procedió a plantear la segunda. En el caso de que la respuesta al primer valor propuesto fue "Si", se planteó una segunda pregunta proponiendo una cantidad más alta (el valor próximo superior de los definidos como Valor inicial), mientras que si la respuesta fue "No", se propuso el valor inferior; esto según Hanemann *et al.* (1991) permite hacer una mejor exploración de la verdadera DAP. En los casos extremos la pregunta se cerró proponiendo valores mínimos y máximos de 3 y 51 córdobas respectivamente. Esto se realizó con el propósito de conocer si la DAP era menor o mayor a los 5 y 50 córdobas identificados en las encuestas previas como los valores mínimos y

máximos de la DAP, además para cerrar las preguntas (en la segunda ronda) y facilitar la aplicación de la función de máxima verosimilitud.

El método DB estima los parámetros no lineales del modelo. Estos valores maximizan la función de probabilidad asociada a las respuestas, por medio del método de estimación de Máxima Verosimilitud (Función de Máxima Verosimilitud):

(Ec. 20)

$$\ln L^D(\beta) = \sum_i \left[d_i^{ss} \ln \pi^{ss}(B_i, B_i^u) + d_i^{nn} \ln \pi^{nn}(B_i, B_i^u) + d_i^{sn} \ln \pi^{sn}(B_i, B_i^u) + d_i^{ns} \ln \pi^{ns}(B_i, B_i^u) \right]$$

donde:

B_i, B_i^u y B_i^r = Representan los valores iniciales utilizados para el iésimo encuestado;

$d_i^{ss}, d_i^{nn}, d_i^{sn}, d_i^{ns}$ = Son variables indicativas de valores binarios (Si, No/Yes, Not).

$\pi^{ss}, \pi^{sn}, \pi^{ns}, \pi^{nn}$ = Probabilidad de respuestas positivas, negativas o su combinación.

Finalmente se estiman la media y mediana de la DAP como medidas del bienestar de los individuos consultados ante las mejoras propuestas; para esto se considerarán los valores de los coeficientes del modelo anterior y se calcularán mediante la fórmula sugerida por Hanemann (1984) y al igual que en el modelo SB (Ec.19).

Una vez definidos ambos modelos, se realizaron las pruebas de hipótesis correspondientes para definir la significancia estadística de cada modelo paramétrico. Para ambos modelos se aplicó la Prueba de Hipótesis Lagrangiana que se basa en la Razón de Verosimilitud (LR por sus siglas en inglés) y que según Greene (1997) se define por la fórmula:

$$LR = -2 [\ln L_{MV} - \ln L_R] \quad \chi^2_{[j]} \quad (Ec.21)$$

Donde:

L_{MV} = Función de Verosimilitud ("Log Likelihood Function") –No restringida-

L_R = Función de Verosimilitud restringida ("Restricted Log likelihood")

j = grados de libertad = Número de restricciones

Esta prueba considera el grado de validez de la restricción al agregar variables socioeconómicas en el modelo y supone que la distribución asintótica de la razón de verosimilitud es una chi cuadrado (χ^2), en la que los grados de libertad son iguales al número de

restricciones, por tanto el rechazo de la hipótesis nula ($\beta_i=0$) resultaría de obtener un valor de la Razón de Verosimilitud superior al de la distribución de χ^2 cuadrado tabulado.

El Modelo Dicotómico Doble ha ganado auge en los últimos años, principalmente a partir de su aplicación por Carlson *et al.*, (1986) en un estudio para determinar la demanda de bienes públicos por referéndum a diferentes precios de entrada propuestos.

3.6.4 Estimación No Paramétrica de la DAP

Un tercer método fue aplicado para estimar la media de la DAP, en este caso se trata de un Método No Paramétrico (NP), en el que la estimación se realizó a partir de análisis sencillos de los datos dicotómicos provenientes de ambas rondas de respuestas.

Este modelo es más aplicable si los supuestos acerca de la distribución de los datos, por ejemplo que éstos tengan una distribución normal, no se cumplen, o cuando se tienen serias dudas acerca de su distribución; esto debido a que los análisis no paramétricos no dependen de la forma o distribución de los datos.

El Modelo No Paramétrico empleado fue propuesto por Kriström (1990). La media de voluntad de pago mediante este modelo es determinada en función de las probabilidades acumuladas de las respuestas positivas a los valores propuestos a los entrevistados.

La media entonces fue calculada a partir del cómputo directo de las proporciones:

$$p_i = k_i/n_i \quad (\text{Ec. 22})$$

donde

p_i = (proporciones que representan a los diferentes valores iniciales propuestos)

k_i = (total de respuestas positivas a los valor iniciales – A_i)

n_i = (número de veces que fue propuesto el valor inicial A_i)

Además Kriström plantea que la probabilidad de que un individuo acepte un dado costo viene directamente de la función de utilidad aleatoria y puede ser escrita de dos maneras:

$$\text{Prob \{aceptación individual\}} = F_n (V(\cdot)) \quad (\text{Ec. 23})$$

$$= 1 - G(.)$$

Donde $F_n(.)$ es la función de distribución acumulativa de $n_0 = .0 - .1$;

$.V = V(z^1, Y - A_1; B) - V(z^0, Y; B)$, representa el cambio en la utilidad de una persona de una situación inicial a otra dada, y $G(.)$ es la función de distribución acumulativa de WTP.

En este caso, el análisis tiene su punto de partida en los valores iniciales propuestos y definidos en la encuesta piloto. Estos valores fueron 5, 10, 20, 30, y 50 córdobas. (0.34, 0.68, 1.36, 2.05 y 3.42 dólares respectivamente¹³).

Sobre la base de las probabilidades de cada una de las respuestas de valoración presentadas anteriormente, fue determinada la media y la mediana de la voluntad de pago y de acuerdo con el método no-paramétrico planteado anteriormente.

Primeramente se comprobó que la secuencia de proporciones resultantes mostrara una sucesión no creciente en función de los valores iniciales propuestos, esto con el propósito según Ayer *et al.* (1955) citado por Kriström (1990), de garantizar que la sucesión resultante provea un estimador con una Distribución Libre de Máxima Verosimilitud (DFML por sus siglas en inglés); de esta manera y si representamos por θ la probabilidad esperada y por $p_1, p_2, p_3 \dots p_m$, los valores iniciales más bajos en forma decreciente, tendremos que la probabilidad esperada para la aceptación del pago se expresaría como:

$$\theta = (p_5, p_{10}, p_{20}, p_{30}, p_{50}) \quad (\text{Ec. 24})$$

Debido a que lo que se desea conocer es una medición descriptiva de la media a pagar, es necesario interpolar los valores de los estimados de probabilidad de aceptación. La interpolación en este caso se hizo lineal.

Al integrar o sumar el área bajo la curva definida por la interpolación explicada anteriormente, es posible obtener en forma directa la media de la disposición a pagar. La Mediana, se puede obtener según Kriström (1990) y Yuying (2000), integrando o sumando el área bajo la curva delimitada por una línea horizontal trazada en el punto de la probabilidad de respuesta positiva 0.5. En términos matemáticos esto último sería:

¹³ Tasa oficial de cambio de C\$ 14,60 córdobas por un dólar americano al 30 de noviembre de 2002.

$$\text{Med}(x) = \inf \{y: S(y/x) = 0.5\} \quad (\text{Ec. 25})$$

Donde $\text{Med}(x)$ = Mediana

$S(y/x)$ = Función de sobrevivencia

Finalmente fueron comparadas las diferentes medidas del bienestar estimadas y se eligió la que mejor se ajustó a las condiciones socioeconómicas de la población para estimar la DAP agregada por el servicio ambiental hídrico por parte de los usuarios domésticos del agua potable en Matagalpa.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estimación de la oferta hídrica total y disponible

El propósito de estimar la oferta hídrica de las subcuencas Molino Norte y San Francisco MN y SF), en conjunto con la demanda de agua en la ciudad de Matagalpa, fue el de generar información en relación con las posibles interacciones entre los usuarios de este recurso, enfatizando en el uso doméstico del agua potable y la disponibilidad del recurso como tal.

La oferta hídrica total determinada por las precipitaciones en las subcuencas MN y SF fue estimada en 96 962 264,0 m³/año, de los cuales la subcuenca MN representa 36 933 920 m³/año (38%) y la subcuenca SF 60 028 344 m³/año (62%). Aunque la oferta total de agua fue mucho mayor para la subcuenca SF, la oferta hídrica disponible resultó ser solo ligeramente mayor para la subcuenca SF, ya que de la oferta disponible total (54 893 240 m³/año), MN representó un aporte del 49.5% (27 172 153,8 m³/año) y SF del 50.5% (27 721 086,2 m³/año).

Lo anterior se explica por el hecho de que la subcuenca SF es la que presentó valores de escorrentía superficial más altos en comparación con la subcuenca Molino Norte; del total de escorrentía para ambas subcuencas, la subcuenca SF presentó el 77%. Esto debido a que la oferta disponible resulta de restar de la oferta total, las pérdidas por escorrentía superficial.

Algo que es importante mencionar, es que a pesar de que el presente estudio no pretende demostrar la influencia de la cobertura vegetal sobre la disponibilidad de agua, a partir del análisis de los resultados en cuanto a los volúmenes disponibles por ambas subcuencas, se logró observar en forma indirecta la influencia que tiene la presencia del bosque remanente en la subcuenca MN y de los sistemas agroforestales (café bajo sombra) que cubren más del 40% de esta subcuenca, en cambio la subcuenca SF está dominada por el establecimiento de pastos y cultivos, los que pudieron haber influenciado una mayor escorrentía en esta subcuenca y determinar por consiguiente una menor oferta disponible de agua en dicha subcuenca.

Desde la óptica de este estudio, la oferta de agua potable para la ciudad de Matagalpa, ésta en gran medida determinada por ambas subcuencas; sin embargo, la posible capacidad de captación de la subcuenca SF podría verse aumentada por el cambio de uso de la tierra que implique una mayor cobertura vegetal, puesto que en diversas investigaciones consultadas como parte del presente estudio, la cobertura vegetal influye sobre la capacidad de infiltración

del agua en el suelo y por consiguiente, sobre la recarga de los acuíferos o la contribución a los caudales base en este caso.

Es importante en este estudio, destacar la importancia del uso de los sistemas de información geográfica en el análisis biofísico de recursos naturales, principalmente por el hecho de haberse logrado realizar en forma rápida una serie de operaciones matemáticas para el análisis de la información espacial considerada en la estimación, tanto de la escorrentía superficial, como posteriormente de la demanda de agua por parte de los ecosistemas (evapotranspiración real).

No obstante lo anterior, se debe tener en cuenta, que la eficiencia de la mayoría de aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica, va a depender no solo de la confiabilidad de la información empleada en el análisis espacial y de aspectos técnicos como el tamaño del píxel y escala, sino también de los supuestos que sean asumidos durante el procesamiento de la información base.

4.2 Estimación y proyección de la demanda hídrica

Como se mencionó anteriormente, la demanda hídrica considera por un lado, la demanda por parte de los ecosistemas en ambas subcuencas (evapotranspiración) y por otro, el agua que puede ser utilizada por la sociedad en las diferentes actividades (demanda social o ciclo hidrosocial¹⁴). Se consideran como las principales actividades en las que se emplea el agua, las domésticas, la industria, el comercio, el gobierno y las actividades agropecuarias. No se consideró el re-uso de agua, puesto que no es práctica común en esta ciudad el tratamiento de aguas servidas.

En cuanto a la demanda de agua por parte de los ecosistemas presentes en las subcuencas, ésta fue estimada en 49 154 622 m³/año, de los cuales la subcuenca MN representó el 46% y la subcuenca SF el 54% restante. Al deducir el valor de la demanda por los ecosistemas al valor de la oferta hídrica disponible, se obtuvo una oferta disponible para la demanda social de 5 738 618,0 m³/año, o sea, 181,97 l/s.

En el cuadro 9 se presenta la estimación y proyección de la demanda de agua en la ciudad de Matagalpa. Como se observa en este cuadro, para el año 2002, la demanda por parte de los diferentes sectores tanto en las subcuencas como en la ciudad de Matagalpa asciende a 7 718

¹⁴ Este ciclo considera los diferentes usos y transformaciones que sufre el agua, desde su captación en las fuentes naturales, su tratamiento, almacenamiento, uso y reciclaje de aguas servidas.

751,36 m³/año ó sea 244,76 l/s. Al comparar ésta demanda con la oferta disponible para la demanda social mostrada en el cuadro 10, resulta un déficit hídrico de 62,79 l/s, por lo que con la oferta de los ríos MN y SF no se logra abastecer a toda la población que demanda de agua en la ciudad.

Sin lugar a dudas, el sector domiciliario representa la mayor demanda social de agua en la Ciudad de Matagalpa, ésta aseveración, se basa en los resultados del presente estudio, en el que la demanda de agua potable por el sector doméstico representó aproximadamente el 60% de la demanda para las diferentes actividades de la sociedad, tanto en las subcuencas como en la ciudad de Matagalpa y de acuerdo a las estimaciones y proyecciones realizadas.

De los resultados presentados en el cuadro 9, cabe mencionar que para la estimación de la demanda por parte del sector domiciliario se consideró como base el consumo per cápita en esta ciudad (120 l/hab/día)¹⁵. Este valor se obtuvo aproximando el valor del consumo actual en metros cúbicos obtenido mediante el computo de la variable consumo en metros cúbicos para 50 encuestas aplicadas en barrios en los que la intermitencia del servicio del agua potable es menor (Barrio Central y Guanuca). Además, se consideraron las pérdidas de agua por fugas y el tamaño promedio de los hogares, que de acuerdo a resultados de la encuesta para el estudio de valoración contingente fue de 5,5 miembros por hogar.

La demanda social de agua por otros sectores (industrial, comercial y gobierno) fue obtenida considerando la proporción que actualmente representan éstos sectores, la que con base en estadísticas de AMAT en los meses de mayo-julio/2001 y febrero-mayo/2002) representa el aproximadamente el 5% del agua potable servida por la empresa; a este valor se adicionó el porcentaje de pérdidas por fugas de AMAT (25%) y para facilitar el análisis de la demanda de agua por parte del sector domiciliario, se mantuvo constante esta proporción al hacer las proyecciones. Debido a que no se cuenta con información detallada sobre las áreas bajo riego en las subcuencas y sobre el hato ganadero, la demanda del sector agropecuario fue definida en un 20% de la oferta total disponible.

¹⁵ Litros por habitante por día.

Cuadro 9. Proyección de la demanda de agua en la ciudad de Matagalpa para el período 2002-2015

AÑO	POBLACIÓN PROYECTADA (HAB.)	NUMERO DE FAMILIAS	DEMANDA URBANA SECTOR DOMICILIARIO (L/S)	DEMANDA POR OTROS SECTORES*** (L/S)	DEMANDA POR USUARIOS EN AMBAS SUBCUENCAS (L/S)	DEMANDA TOTAL (L/S)
2002*	83 747	15 227	145,38	9,56	89,82	244,76
2003*	87 653	15 937	152,17	10,00	91,82	253,99
2004*	91 729	16 678	159,25	10,47	93,90	263,62
2005*	95 983	17 451	166,62	10,95	96,10	273,67
2010**	121 313	22 152	211,52	13,91	108,75	334,18
2015**	152 837	27 788	212,26	13,96	124,53	350,75

* Proyección según INEC, 2001 ** Estimación en base a tasa instantánea de crecimiento poblacional
 *** Institucional (comercial, industrial y gobierno).

De acuerdo al cuadro anterior, la tendencia al aumento en la demanda social de agua en los próximos años es clara, esto, considerando únicamente el aumento en la demanda en función del crecimiento de la población. De continuar el deterioro de las subcuencas MN y SF, y mantenerse el consumo per cápita de la población, para el año 2010, el déficit hídrico podría representar hasta más del 50% del agua demandada (ver cuadro 9), por lo que es necesaria la atención a este problema por parte de las autoridades locales y de los organismos relacionados con el uso y manejo de los recursos hídricos en la zona, y en este caso, no solamente trasladando agua de otras cuencas hidrográficas, sino también mediante la rehabilitación de las dos subcuencas que históricamente han abastecido de agua a la Ciudad.

Los resultados de la oferta y demanda hídrica en conjunto para ambas subcuencas, se muestran en el cuadro 10; el mismo refleja el déficit hídrico que actualmente se manifiesta en la ciudad de Matagalpa. Como puede observarse, el déficit es considerable y si se considera que éstos valores representan valores promedios, éste déficit tiende a ser aún mayor en la época de verano, y por consiguiente, disminuir en el invierno. Es casualmente debido a éstos problemas, que la Empresa Aguadora de Matagalpa abastece solo al 65% de los usuarios en la Ciudad, presentando además intermitencia en el servicio, principalmente en verano.

Cuadro 10. Oferta y demanda de agua en la ciudad de Matagalpa y las subcuencas Molino Norte y San Francisco

Concepto	Estimación	Volumen m ³ /año	Caudal l/s
OFERTA HÍDRICA	Oferta total	96 962 264,0	181,97
	Precipitación de Escorrentía	42 069 024,0	
	Oferta total disponible	54 893 240,0	
	Oferta Oferta disponible para demanda social	5 738 618,0	
DEMANDA HÍDRICA	Demanda por ecosistemas (evapotranspiración real)	49 154 622,0	---
	Demanda social	7 718 751,36	244,76*
BALANCE	Déficit hídrico	-1 980 133,36	- 62,79

*Para el año 2002 (más detalles en cuadro 9).

Al problema de escasez de agua en la ciudad de Matagalpa, se suman los asociados a la calidad del agua proveniente de las subcuencas MN y SF, ya que el uso de agroquímicos y el beneficiado de café que son prácticas comunes en la zona, influyen sobre el deterioro de la calidad del agua recibida en la planta de tratamiento, aumentando los costos de producción de la Empresa por el uso de químicos y el tiempo de tratamiento del agua (según se confirmó en la planta de tratamiento).

La problemática anterior muestra en parte la urgente necesidad de realizar un programa que contribuya a la rehabilitación de las subcuencas MN y SF, de manera que puedan contribuir a regular los caudales bases y mejorar la disponibilidad (o continuidad) de agua a través de todo el año. Para esto, y tal como lo plantearon en su momento los representantes institucionales durante la reunión con este grupo focal, se debe de tomar al Proyecto Alemán como una oportunidad o período de gracia que se le otorga a esta ciudad para recuperar sus fuentes naturales de agua, ya que si actualmente hay problemas de abastecimiento, en el futuro tienden a agravarse aún más, si se considera el crecimiento acelerado de la población y la falta de planificación en cuanto manejo de las subcuencas y al aprovechamiento del agua proveniente de estas éstas importantes fuentes para la ciudad de Matagalpa.

Otro argumento que soporta la necesidad de implementación de programas de rehabilitación de las subcuencas MN y SF, es que de acuerdo al MAGFOR (2000) y González (2001), el uso forestal es la principal vocación de uso para ambas subcuencas (92% de MN y 87.5 % de SF). Sin embargo, actualmente solo el 6,75% de la subcuenca MN presenta este tipo de uso.

La propuesta de internalizar en la factura de agua potable el cobro por el servicio ambiental hídrico y que se plantea como parte del presente estudio, podría permitir obtener recursos económicos para la implementación de un programa de incentivos a los productores que actualmente conservan bosques en sus fincas, pero también promover la adopción de usos de la tierra más acordes con la vocación forestal de las subcuencas y consecuentes con la función de captadora de agua de las mismas.

4.3 Resultados de la Valoración Contingente

4.3.1 Encuesta piloto

Previo a aplicar la encuesta definitiva, se realizaron 50 encuestas a usuarios del agua potable escogidos al azar y a funcionarios de instituciones ligadas al uso y manejo de los recursos hídricos en la zona (PCM, MARENA, INAFOR, GWK, AMAT entre otras). Una variación muy importante de esta encuesta con respecto a la definitiva fue el presentar la pregunta de disposición a pagar como pregunta abierta, de manera que esto permitió definir con mayor certeza los valores iniciales que fueron empleados como punto de partida para la pregunta de DAP.

Los valores iniciales definidos como parte de la encuesta piloto fueron en orden ascendente: C\$ 5, 10, 20, 30 y 50 córdobas (US\$ 0,34; 0,68; 1,37; 2,05 y 3,42 dólares respectivamente¹⁶). Estos valores fueron los que se emplearon posteriormente para iniciar las preguntas de DAP en las encuestas definitivas.

Además de la definición de los valores iniciales, la encuesta piloto sugirió algunas variaciones, tales como la inclusión de la “escasez de leña” como uno de los posibles problemas ambientales en Matagalpa, esto debido a que los entrevistados lo veían como un problema en la zona y no se había considerado inicialmente. De igual forma, en varias encuestas se planteó aumentar las alternativas sobre las posibles fuentes de agua (además de los ríos Molino Norte,

¹⁶ Tasa de cambio oficial al 30-Noviembre-2002 (C\$ 14.60 x U\$ 1)

San Francisco y Cerro Apante) y sobre las causas de su contaminación, sugiriendo en este caso, incluir “aguas negras e insecticidas”, esto para exponer todas las posibles alternativas al respecto.

Otra de las modificaciones a partir de la encuesta piloto fue la de considerar al INAFOR¹⁷ como una opción más dentro de las instituciones a sugerir como posibles encargadas del manejo de los fondos provenientes del programa de pagos por servicios ambientales propuesto hipotéticamente, esto por supuesto como parte de las alternativas planteadas a los usuarios para su consideración al momento de responder la encuesta.

Por lo anterior y las experiencias de otros autores en CATIE (Salgado, 1996; Valera, 1998; Mejía, 2000) es aconsejable incluir siempre que sea posible una encuesta piloto o previa para validar el instrumento a utilizar y mejorar tanto su redacción, como adecuar su estructura y presentación al tipo de usuario a ser considerado en el estudio.

4.3.2 Aplicación de la encuesta definitiva

La aplicación de las encuestas fue realizada por la autora con apoyo de un equipo conformado por estudiantes del último año de la Carrera de Economía Agrícola de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN) Regional del Norte e ingenieros agrónomos egresados de la Carrera de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria (UNA), quienes fueron seleccionados en base a su participación y experiencia previa en otros estudios aplicando encuestas.

Además, los encuestadores fueron entrenados debidamente a través de dos talleres de entrenamiento realizados previo al levantamiento de la información. En estos talleres, se les dio a conocer en detalle las dimensiones del estudio, las hipótesis de investigación y la implicancia de los probables resultados a obtener. De igual forma se ejemplificó a través de ensayos prácticos entre los mismos encuestadores, la importancia de posibles sesgos en la aplicación de las encuestas como instrumentos para la estimación de la DAP de los entrevistados.

La importancia de garantizar un debido entrenamiento de los encuestadores es enfatizada por Wittington (2002) cuando se refiere a que es inevitable que se produzcan ruidos de los mensajes de la gente entrevistada que son transferidos de los investigadores al investigador, pero buenos encuestadores pueden ayudar a minimizar esas distorsiones. Por esto, no es

¹⁷ Instituto Nacional Forestal

exagerado decir que el primer trabajo de un investigador en VC, después de diseñar la encuesta en sí, es entrenar y manejar el equipo de encuestadores.

El trabajo de cada uno de los encuestados fue supervisado tomando muestras de las encuestas aplicadas y comprobando con las direcciones y las personas entrevistadas la información recopilada, aprovechando al mismo tiempo para corroborar la comprensión de los entrevistados al planteamiento hecho mediante la encuesta.

Se aplicaron un total de 451 encuestas en un total de 32 barrios (anexo I); del total de encuestas fueron anuladas 21 por reconocerse datos faltantes o ser atípicas en cuanto a los niveles de ingresos o por estar muy cercanas entre sí (geográficamente). Los resultados serán presentados con respecto a 430 encuestas que fueron las válidas y correspondientes a la muestra definida como representativa.

4.3.2.1 Características socioeconómicas de los entrevistados

De los 430 entrevistados 309 fueron mujeres (72%) y 121 fueron hombres (28%). Esta diferencia en cuanto a la participación de hombres y mujeres se debió principalmente al hecho de que fueron ellas las que estuvieron más dispuestas a participar de la encuesta y a pesar de procurar muchas veces la participación equitativa de ambos sexos, hubo muchos casos en los que se iniciaba abordando a los hombres, pero ellos al enterarse que se trataba de un estudio relacionado con el agua, preferían que fueran las mujeres quienes participaran pues consideraban tenían más elementos para responder adecuadamente, esto seguramente por la responsabilidad que las mujeres tienen en esta ciudad en relación con el uso y aprovechamiento del agua en los hogares.

La edad promedio del grupo entrevistado fue de $41 \pm 13,72$ años, con edades que oscilaban entre los 17 y los 85 años. En la figura 12 se presenta los rangos de edades y los porcentajes para cada categoría de acuerdo a los resultados observados.

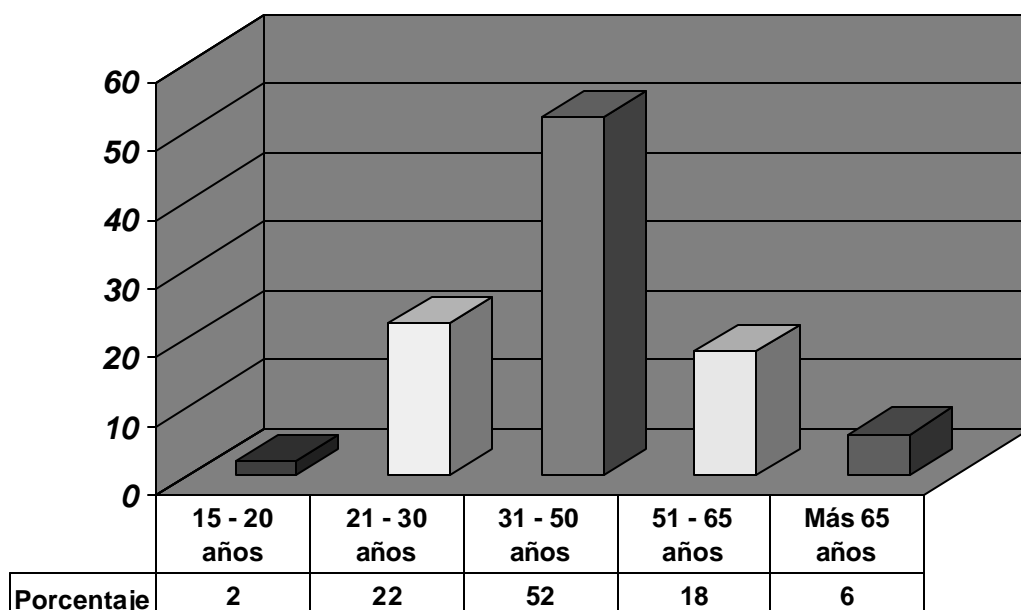


Figura 12. Rangos de edades de los usuarios domésticos del agua potable considerados en el estudio.

Continuando con la caracterización socioeconómica, del total de entrevistados, la mayoría (80%) fueron jefes de familia y usuarios del agua potable que no poseían medidor de agua instalado en su domicilio al momento de la entrevista. En el cuadro 11 se muestra un resumen de las características de los entrevistados de acuerdo al sexo y que complementan la información anterior.

Cuadro 11. Variables que caracterizan al grupo entrevistado de acuerdo al sexo

Característica	Sexo del entrevistado			
	Mujeres		Hombres	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%
Número de observaciones	309	72	121	28
Edad promedio	39 años	--	43 años	--
Jefes de familia	238	77	107	88
Trabaja actualmente	144	47	61	50
Están dispuestos a pagar primer y/o segundo bid	247	80	97	80

Fuente: Elaborada a partir de resultados de encuesta a usuarios del agua potable.

Es importante destacar de la información resumida en el cuadro 11, el hecho de que no todos los entrevistados tenían trabajo al momento de la encuesta, encontrándose un 47% de mujeres y un 61% de hombres que tenían un trabajo. Esto no implica sin embargo que el resto de entrevistados no necesariamente estaban sin trabajo en su totalidad, sino más bien un buen porcentaje tenía trabajos pero no formales los cuales no fueron contabilizados en este caso.

El tamaño promedio del núcleo familiar resultó ser de 5.5 miembros por familia. Mas adelante este valor será considerado como el factor densidad para la estimación del valor promedio del metro cúbico de agua para los usuarios domésticos del agua potable en Matagalpa. Los grupos familiares, en su mayoría, presentaron de entre tres y siete personas, predominando las familias con cinco y seis miembros.

Una variable muy importante en estudios de valoración económica de bienes y servicios ambientales es la que representa el ingreso de las familias. Los resultados en cuanto a esta variable son expuestos en la figura 13.

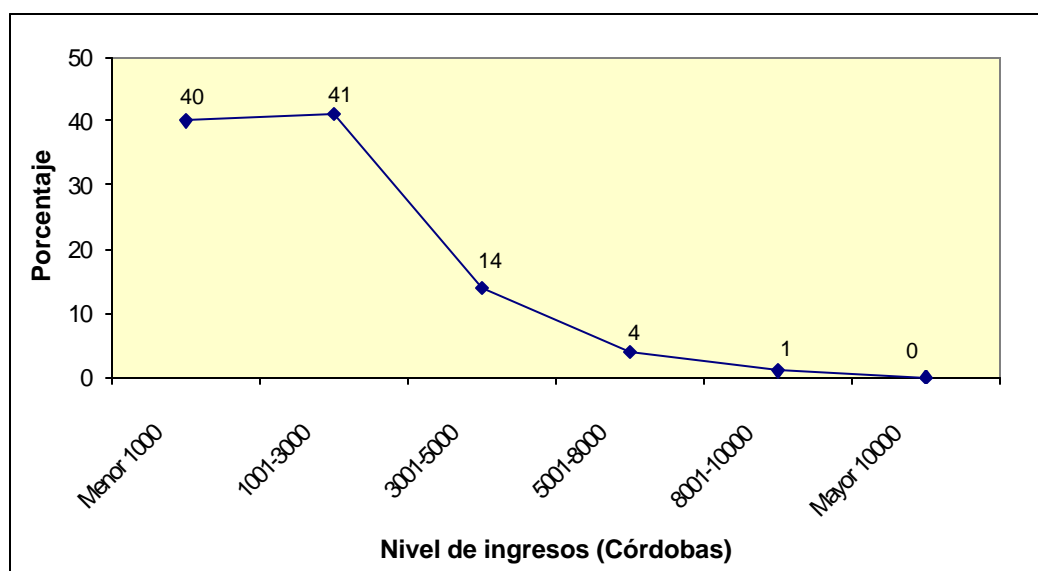


Figura 13. Ingreso promedio mensual por familia determinado según la encuesta para la Valoración Contingente del servicio ambiental hídrico en Matagalpa.

De la figura 13 se puede deducir, que de acuerdo a la información vertida en las encuestas, el 81% de las familias entrevistadas perciben ingresos menores de C\$ 3000 córdobas (US\$

205,48¹⁸), de éstos el 40% percibe menos de C\$ 1000 al mes (US\$ 68,46) y el 41% tiene ingresos de entre C\$ 1001 a 3000 córdobas al mes. El restante 19% corresponde 14% al rango de ingresos familiares entre C\$ 3001 y C\$ 5000 (US\$ 205,55 – 342,46), y solamente el 5% de las familias entrevistadas perciben salarios superiores a los C\$ 5001 córdobas (U\$ 342,53).

Cabe destacar que la información sobre los ingresos familiares, en este caso fue una respuesta dudosamente expresada por los encuestados, esto, a pesar del cuidado que se procuró mantener al momento de su consulta. Debido a esto sería aconsejable que en estudios posteriores se considere la inclusión de una variable *proxí* al nivel de ingresos, de forma que ésta permita inferir el ingreso familiar sin tener que consultarlo directamente. Por ejemplo, se podría aproximar la variable ingresos familiares a partir de la posesión de propiedades, vehículos, empleada doméstica, etc.

4.3.2.2 Conocimiento previo de la problemática ambiental

En este caso se procuró conocer, de manera general, la percepción de los entrevistados sobre la problemática ambiental alrededor del recurso agua, pero también se incluyeron otros problemas como parte de las alternativas para sopesar la prioridad que para ellos representaban los problemas en relación con la escasez del agua.

¿Qué problemas ambientales son los que más agobian a los Matagalpinos?

Los problemas expresados fueron varios, siendo éstos en orden de importancia: la escasez de agua (27%), la deforestación (22%) y la contaminación de las aguas (21%); estos tres problemas en conjunto representan el 70% de las opiniones del grupo de entrevistados que también fue considerable, máxime cuando los mismos se ven interrelacionados entre sí.

La problemática planteada por los pobladores en este sentido fueron en parte algunas de las consideraciones que motivaron la realización del presente estudio. En la figura 14 se muestran los problemas ambientales más importantes en la ciudad de Matagalpa, los mismos fueron organizados en orden de importancia según la frecuencia de respuesta. El número total de respuestas fue de 1290 debido a que cada entrevistado priorizó tres problemas del total propuesto.

¹⁸ Al tipo de cambio oficial de C\$ 14.60 por 1 dólar americano

Otro problema que llama la atención en la figura 14 y que fue indicado en cuarto orden, fue el problema de la basura, éste fue más claramente expresado por los usuarios del agua potable de los barrios periféricos como Walter Mendoza, Benjamín Linder, Germán Pomares, Edmundo Castellón, Totolate abajo y Reparto Sandino.

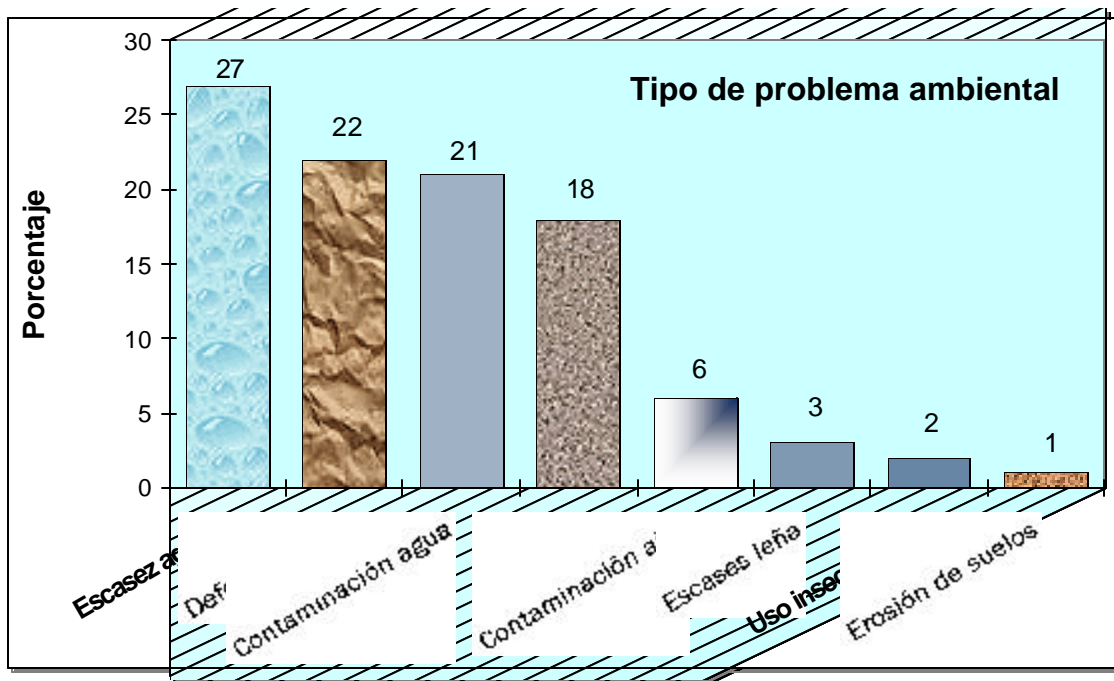


Figura 14. Problemas ambientales que más preocupan a los matagalpinos usuarios del agua potable.

En el recorrido realizado en ambas subcuencas durante el reconocimiento de las subcuencas y la aplicación de las encuestas mismas, fue posible evidenciar el principal problema priorizado por los usuarios del agua, en este caso la escasez de agua; este problema es tal que existen barrios que cuentan con este servicio únicamente durante dos a tres horas por día y con flujos muy bajos, de manera que estos pobladores no logran satisfacer completamente las necesidades básicas de este vital líquido, mucho menos su demanda.

La problemática ambiental expresada por medio de la encuesta por los entrevistados, refleja con claridad los problemas que agobian a los pobladores de la ciudad de Matagalpa, y deberían de considerarse como pautas para la definición de acciones por parte de la comuna matagalpina y como parte de la agenda de las instituciones relacionadas con el uso y manejo de los recursos hídricos y la protección del ambiente en la zona.

Percepción de los pobladores sobre la calidad del agua potable

En cuanto a la percepción de los entrevistados sobre la calidad del agua potable que proviene de los afluentes Molino Norte y San Francisco, en la figura 15 se muestran los resultados de las 430 encuestas aplicadas. La mayoría (76%), considera que la calidad del agua potable que actualmente recibe, es regular o de mala calidad y sólo un 24% considera que la calidad del agua potable es buena.



Figura 15. Percepción de los usuarios sobre la calidad del agua potable en Matagalpa.

Es importante destacar que según los pobladores, hay períodos en los que la calidad del agua se empeora, esto principalmente en la época de invierno y durante el proceso de beneficiado de café. Muchas veces los problemas en la calidad del agua fueron expresados como turbidez, sabores y olores desagradables, así como presencia de sedimentos cuando dejaban el agua en reposo.

Es posible que algunos de los problemas asociados con la calidad del agua que reciben los pobladores estén asociados con el deterioro de las tuberías, que en muchos de los casos datan de más de 30 años. Según consulta a la Empresa Aguadora¹⁹ en relación con este problema, se espera que la ampliación y renovación de las tuberías de agua potable que actualmente impulsa la Empresa Aguadora y el Proyecto Alemán en coordinación con la Empresa constructora DYWIDAG, contribuya a mejorar la calidad del agua a los usuarios finales. No obstante siempre será mejor la calidad si el agua de la fuente presenta menores niveles de

¹⁹ Consulta a Laboratorio de Calidad del Agua, AMAT-Matagalpa.

contaminación, por lo que la propuesta de promover el cambio de uso de la tierra mediante el pago de incentivos a los productores contribuiría paralelamente a mejorar la calidad del agua proveniente de las subcuencas Molino Norte y San Francisco al disminuir el uso de agroquímicos, la erosión de los suelos, el transporte de sedimentos por las aguas y aumentar la capacidad de filtrado de las mismas por la presencia de mayor cantidad de materiales orgánicos proveniente de las plantaciones forestales y bosques.

Conocimiento sobre la procedencia del agua potable que utilizan los consumidores

La mayoría de usuarios entrevistados coincidió en afirmar que el agua potable que utilizan a diario en sus hogares proviene de los ríos Molino Norte (183 ? 42,56%) y San Francisco (58 ? 13,49%); otros expresaron creer que ésta viene del Cerro Apante (33 ? 7,67%); igualmente un 3% afirmó que el agua potable proviene de pozos de AMAT. Algo que debe llamar la atención en este caso, fue el hecho de que de cada 10 entrevistados, tres (33,3%) afirmaron no conocer de donde provenía el agua que utilizaban actualmente en sus hogares.

Estos últimos resultados nos muestran una pauta para enfocar las campañas de educación ambiental en la zona, puesto que sería lógico esperar que en la medida que la población tiene conocimiento de la procedencia del agua que utilizan en sus hogares, también se vean motivados a comprometerse con su protección, máxime cuando sus fuentes de abastecimiento de agua son limitadas.

¿Cuáles son las principales causas de la contaminación de los ríos en Matagalpa?

El 93% de los usuarios del agua abordados sobre este tema, expresaron conocer las causas de la contaminación de los ríos en esta ciudad. En la figura 16 se muestran los resultados a esta consulta; en la misma, se observa que, tanto el depósito de aguas negras y aguas mieles sobre las aguas de los ríos, fueron las causas que con más frecuencia fueron mencionadas (42, y 39,8% respectivamente), éstas dos causas representan el 82,3 del total.

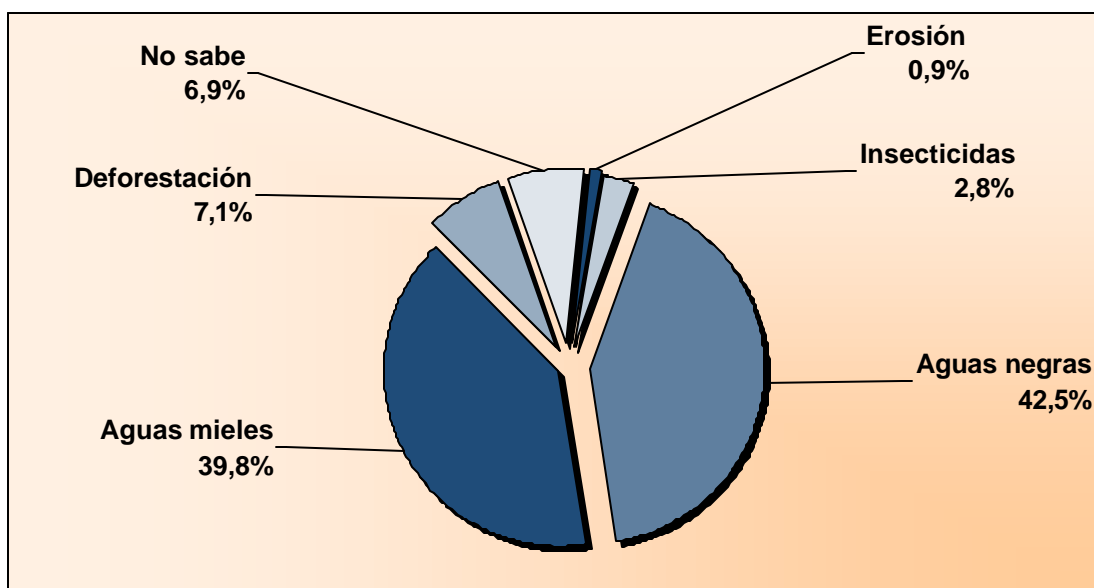


Figura 16. Causas de la contaminación de los ríos en la ciudad de Matagalpa, de acuerdo a la opinión de los usuarios del agua potable.

Con respecto al problema de la contaminación por aguas negras, se ha tenido conocimiento de que actualmente ha iniciado la construcción de pilas sépticas en la entrada a Matagalpa, las que seguramente contribuirán a la disminución de este problema. No obstante, se haría necesario reforzar este proceso con educación ambiental a la población y el control aguas arriba, puesto que es común observar la incorporación de desechos en los ríos también en la zona rural de ambas subcuencas.

En el caso del problema del depósito de aguas mieles, a pesar de los esfuerzos realizados por el Proyecto Cuencas-Matagalpa en conjunto con la Alcaldía Municipal para fomentar la construcción y uso de biodigestores²⁰, el problema persiste debido a que los productores mismos plantean que la adopción de este proceso es costoso y que los precios actuales del café no les permiten mejorar su tecnología de beneficiado. Por esto, únicamente cuatro fincas en Molino Norte y dos en San Francisco, cuentan actualmente con esta tecnología (PCM, 2001). Es posible que la falta de incentivos dirigidos a obtener una producción más “limpia” también contribuya a este problema.

Por otra parte, los problemas de contaminación de las aguas, tienen mucha relación con la falta de políticas ambientales y/o de su cumplimiento por parte de las autoridades y productores en la zona. No obstante lo anterior, la tendencia es que en el futuro esta situación tiene que cambiar,

²⁰ Tecnología que permite depurar el agua del beneficiado antes de su eliminación al río y al mismo tiempo la obtención de abono orgánico.

ya que cada vez se hace más necesario garantizar la protección de los recursos naturales, pues ellos son la base de la producción actual y futura de bienes para la sociedad y de servicios ambientales.

¿A quiénes compran el agua para consumo doméstico?

Sobre la compra de agua en la ciudad, la mayoría de entrevistados (90%) informaron que son abastecidos directamente por la Empresa Aguadora de Matagalpa (AMAT) a través de conexiones directas o mediante medidores, sin embargo, debido a que muy frecuentemente se interrumpe el suministro de agua potable, se ven forzados a comprar el agua por otras vías, dentro de las cuales tenemos, los Proyectos Privados (5%), mediante pipas (4%) y solamente el 1% expresó no saber o no estar seguros de la empresa que les vende el agua.

¿De quién es la responsabilidad de cuidar los bosques en Matagalpa?

De las respuestas a esta pregunta, se pudo deducir que siete de cada diez encuestados consideran que la responsabilidad de cuidar los bosques debe ser de toda la población; esto se puede considerar como indicativo del reconocimiento por parte de la población de su poca participación en los procesos de reforestación y recuperación de las cuencas, de donde se abastecen de agua.

Fue frecuente que la respuesta anterior se viera acompañada de expresiones tales como: “se deberían establecer mecanismos de colaboración entre la población y las instituciones encargadas del manejo de los bosques; hay gente que estaría dispuesta a ayudar; el gobierno y las instituciones deberían apoyar para abastecer de leña y apoyar a los productores para que planten árboles”. Estos planteamientos reafirman la alta preocupación de los pobladores por los cambios acelerados en el ambiente que ha habido en la zona, producto de la deforestación y de los otros problemas mencionados anteriormente.

Posteriormente veremos como la opinión de los entrevistados en cuanto su responsabilidad sobre la protección de los bosques se ve reflejada en una alta disponibilidad a pagar para contribuir a la restauración de las subcuencas que generan el agua que ellos utilizan a diario.

El 15% de los entrevistados aseguró que la responsabilidad de proteger los bosques le corresponde al Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), puesto que según expresaron muchas veces, ésta debería ser la principal función de esta institución. Para el 8% de los usuarios consultados, esta función debería corresponderle a la Alcaldía Municipal de

Matagalpa. Una pequeña parte de entrevistados (4%) afirmó que deberían ser los mismos propietarios de la tierra, quienes deberían ser responsabilizados de proteger los bosques, ya que son ellos los que al final aprovechan la madera y los que provocan contaminación con los otros usos de la tierra. Finalmente, el 1% restante, consideró que la función de cuidar los bosques le corresponde a otras organizaciones mencionando grupos ecologistas locales.

4.4 Análisis estadístico y econométrico de la DAP

La voluntad de pago por el agua fue definida sobre la base de la disposición misma de los pobladores entrevistados de reconocer un valor o pago para el servicio hídrico y ante la propuesta hipotética de desarrollar un programa de “Pago por Servicios Ambientales” (PSA), que permita incentivar a los productores que destinen sus tierras a la protección de los bosques y establecimiento de plantaciones forestales como una forma de contribuir a la regulación del ciclo hidrológico, y por ende, mejorar en el futuro la disponibilidad y calidad del agua proveniente de las subcuencas MN y SF.

Los resultados consideraron el análisis de las 430 encuestas definidas como la muestra y serán presentados haciendo uso de análisis paramétricos y no paramétricos, tratando de encontrar la medida del bienestar que mejor se ajuste a las características socioeconómicas de los usuarios del agua potable en la ciudad de Matagalpa.

4.4.1 Análisis previos de variables independientes

Primeramente se comprobó el grado de asociación y variabilidad entre las variables (correlación y colinealidad). En general se observaron coeficientes de correlación bajos entre las variables independientes consideradas en el estudio, por lo que fueron descartados los problemas de correlación. El cuadro 12 muestra los coeficientes de correlación para las variables independientes consideradas en el estudio.

Según el cuadro 12, solamente se observó una baja correlación entre las variables pago mensual de agua y medidor (0,473), ingresos familiares y educación (0,395), así mismo entre ingresos familiares y pago mensual (0,337). Es lógica la relación que en este caso se muestra en relación con el pago mensual de agua y la tenencia o de medidor, puesto que el servicio de agua se paga en dependencia de la categoría de usuario, igualmente con la relación entre

ingresos familiares y nivel educativo por la tendencia a un mejor nivel de ingresos al ser mayor el nivel educativo de la persona.

Cuadro 12. Matriz de correlación de variables independientes.

VARIABLE	JEFE	GFAM	EDUC	TRAB	PAGO	MED	INGFAM	SEXO	EDAD
JEFE	1,000								
GFAM	-0,025	1,000							
EDUC	0,104	-0,125	1,000						
TRAB	-0,175	-0,113	0,266	1,000					
PAGO	0,123	-0,054	0,233	0,173	1,000				
MED	0,087	-0,097	0,162	0,149	0,473	1,000			
INGFAM	-0,061	0,036	0,395	0,140	0,337	0,149	1,000		
SEXO	-0,040	0,044	0,055	-0,018	-0,274	-0,011	-0,041	1,000	
EDAD	0,164	0,036	-0,040	-0,009	-0,066	-0,002	-0,013	0,136	1,000

* Coeficientes de Pearson obtenidos a través de Software Limdep.

La baja correlación entre las variables ingresos familiares y pago mensual, es posible esté asociada con el cobro estimado en función de los ingresos de los usuarios que muchas veces aplica la Empresa Aguadora.

Según Maddala (1985), la autocorrelación entre variables se produce cuando los términos del error no son independientes, esto puede surgir por variables contiguas espacialmente o en el tiempo. Sin embargo, la correlación mostrada entre todas las variables fue baja y no representa un potencial peligro en la validez de los resultados posteriores.

En cuanto a la presencia de multicolinealidad entre las diferentes variables, solamente en el caso de la variable edad se observó un índice de condición ligeramente alto, éste fue de 20,56. No obstante este resultado, es muy probable que no afecte la precisión de los estimados de los parámetros, debido a que lo más común es que se consideren valores del índice de condición mayores que 30 para incurrir en problemas de multicolinealidad²¹. En el cuadro 13 se presentan los resultados de la prueba diagnóstico de la multicolinealidad aplicada para las variables en estudio.

²¹ López, G. 2002. Comunicación personal (Departamento Estadística CATIE).

Cuadro 13. Diagnóstico de colinealidad de las variables consideradas en el estudio

VARIABLE	ÍNDICE DE CONDICIÓN	VARIABLE	ÍNDICE DE CONDICIÓN
Bid inicial (BINI)	2,86	Pago mensual de agua (PAGO)	7,73
Jefe de familia (JEFE)	7,01	Si tiene medidor (MED)	8,52
Si trabaja (TRAB)	4,08	Ingresos familiares (INGFAM)	9,34
Tamaño del grupo familiar (GFAM)	5,18	Sexo (SEXO)	10,97
Nivel educativo (EDUC)	5,79	Edad (EDAD)	20,56

*Coeficientes obtenidos a través del Software Limdep.

4.4.2 Modelo Dicotómico Simple y la DAP

El Modelo Dicotómico Simple fue uno de los modelos aplicados para la estimación de la media de Disponibilidad a Pagar (DAP) de los usuarios del agua potable en la ciudad de Matagalpa. Para ello se consultó a los entrevistados al azar, su DAP ante el planteamiento hipotético de implementación de un mecanismo de pago de incentivos a los productores que posean o adopten usos de la tierra que se correspondan con captación y mejora de la calidad del agua (servicio ambiental hídrico).

Para este modelo, la DAP se recopiló mediante formato dicotómico (1, 0) en función de si el entrevistado estaba dispuesto a pagar, al menos la cantidad inicial propuesta ($S_i=1$), o si no lo estaba ($No=0$). A cada entrevistado le fue presentada o propuesta una cantidad de dinero a pagar: C\$ 5, 10, 20, 30 y 50 córdobas (valores iniciales presentados aleatoriamente) y en este caso únicamente se analizó su respuesta positiva o negativa a la primer pregunta en relación con su DAP. Además el modelo consideró las variables socioeconómicas que caracterizaban a cada individuo entrevistado, de forma que esto permitiera explicar su deseo a pagar.

En el cuadro 14 se han resumido las probabilidades observadas de respuestas a los diferentes valores iniciales propuestos. En el mismo cuadro se observa que la probabilidad de una respuesta positiva fue mayor, a medida que el valor inicial propuesto fue menor, y viceversa.

Cuadro 14. Probabilidad observada de respuestas de DAP en función del valor inicial propuesto para el Modelo Dicotómico Simple

VALOR INICIAL (VIN EN C\$)	FRECUENCIA PROPUESTA (VIN)	RESPUESTAS POSITIVA (SI) AL VIN	PROBABILIDAD OBSERVADA DE RESPUESTA POSITIVA AL VIN	RESPUESTA NEGATIVA AL VIN	PROBABILIDAD OBSERVADA DE RESPUESTA NEGATIVA
5	91	83	0,91	8	0,09
10	99	79	0,80	20	0,20
20	95	52	0,54	43	0,46
30	84	43	0,51	41	0,49
50	61	20	0,33	41	0,67
TOTAL		277	---	153	---

En el proceso de análisis de datos del modelo Modelo Dicotómico Simple, se fueron discriminando las variables que no resultaron significativas al nivel de confianza del 5% y manteniendo por el contrario, las variables que sí mostraron tener una influencia significativa sobre la media de la DAP, a este nivel de confianza. En Anexo V son presentados los resultados para todas las variables consideradas en el estudio para el modelo dicotómico simple.

El modelo Dicotómico Simple únicamente con las variables significativas a un nivel de confianza estadística del 95%, resultó ser altamente significativo, deducido esto al aplicar la Prueba de Hipótesis Lagrangiana (Greene, 1997), la cual se basa en los valores estimados del “Log de la función de Máxima Verosimilitud” (Log Likelihood Function), evaluada tanto en el estimador no restringido de los parámetros, como en el estimador restringido.

Las hipótesis planteadas por el modelo son: $H_0: \beta_i = 0$, donde $i = 1, 2, 3$ y $H_a: \beta_i \neq 0$. Sustituyendo valores en la fórmula para confirmar la significancia del Modelo Dicotómico Simple con las variables significativas, se tiene: $L_{MV} = -235,8549$; $L_R = -279,9178$

$$LR = -2 [(-235,8549) - (-279,9178)] =$$

$$LR = 2 [(-235,8549) + (279,9178)] = 88.12 \quad \longrightarrow \quad \chi^2 \text{ calculado}$$

$$\text{Como } \chi^2_{(4 \text{ gl.}, 95\%)} = 9,49 < \chi^2 \text{ cal. } 88,12$$

Se concluye que en base la Prueba de Hipótesis Lagrangiana, se rechaza la hipótesis nula $H_0: \beta_i = 0$, lo cual nos indica una suficiente evidencia estadística que confirma que los parámetros

de las variables incluidas en el modelo explican significativamente el modelo definido. Los resultados del este modelo se muestran en el cuadro 15.

Cuadro 15. Resultados del Modelo Dicotómico Simple

Variable	Coficiente	Error estándar	P $\chi^2 > z$
Constante	3,370	0,453	0,0000
Bid inicial	-0,926	0,129	0,0000
Medidor	1,497	0,471	0,0015
Edad	-0,238	0,821	0,0036

* Coeficientes obtenidos mediante el Software Limdep.

Una vez confirmada la validez del Modelo Dicotómico Simple, como resultado del modelo se estimó la media de la disposición a pagar por el servicio ambiental hídrico, siendo la DAP para esta primera ronda de preguntas de C\$ 36,38 córdobas (US\$ 2,49 dólares) por familia al mes; los valores para la mediana son los mismos puesto que en este tipo de modelo ambas medidas del bienestar coinciden (ver anexo IV – Hoja de salida del programa Limdep).

En base a los resultados del modelo dicotómico simple presentados en el cuadro 15, se puede deducir que la probabilidad de que un usuario aceptara pagar por el servicio ambiental hídrico, estuvo influenciado negativamente por la cantidad inicial que le fue propuesta (*bid* inicial). El signo negativo que presenta el coeficiente para esta variable, permite inferir que existe una mayor probabilidad de que los usuarios del agua aceptaran pagar el valor inicial propuesto, cuando éste fue menor, y por el contrario, la probabilidad de una respuesta positiva fue menor cuando el valor inicial propuesto fue más alto.

Estos resultados muestran ser consistentes con la teoría económica, puesto que la probabilidad de responder positivamente a la pregunta de disposición a pagar aumentará si el precio disminuye y viceversa. Además se puede considerar que este comportamiento imitó, con bastante claridad una transacción real de mercado en la que los entrevistados mostraron su racionalidad económica al momento de su elección.

De igual forma, se observó que el hecho de que una persona poseyera o no medidor, afectó significativamente la probabilidad de una respuesta positiva a la pregunta de DAP; en este

primer caso los resultados muestran que existe una tendencia a que la probabilidad de una respuesta positiva al primer valor propuesto sea mayor, si la persona entrevistada poseía medidor en comparación de cuando éstos no lo poseían.

Carrillo (2001), en un estudio sobre la valoración económica del suministro de agua en la microcuenca del Río El Gualabo, El Salvador, observó que el monto o *bid* inicial propuesto tiene una influencia negativa sobre la DAP, especialmente en regiones donde los recursos económicos son limitados.

La tenencia o no de medidor igualmente influyó sobre la DAP, observándose una tendencia a una mayor aceptación a pagar por parte de los usuarios del agua potable que poseían medidor, en comparación con los que no lo poseían. En este caso puede ser, y hasta cierto punto, que la tenencia misma del medidor es un indicativo de mayores posibilidades económicas de las familias. No obstante esto, los problemas suscitados en relación con la información disponible sobre los niveles de ingreso familiar fue una de las limitantes para separar la población por estratos en función del ingreso, tanto por la falta de estudios de esta variable en la zona, como por la heterogeneidad en la distribución de la riqueza local.

Otra variable que igualmente influyó significativamente la DAP en el modelo simple, fue la edad; de forma que en este caso se puede inferir que en Matagalpa los usuarios del agua potable tienen una tendencia a expresar una mayor DAP en la medida que su edad es menor y por el contrario, se observa una tendencia a expresar voluntades de pago menor a medida que aumenta la edad del usuario.

El comportamiento observado en cuanto a la tendencia de las personas más jóvenes a aceptar pagar el servicio ambiental hídrico, puede tener relación con el mayor acceso a información ambiental por parte de las personas más jóvenes, ya sea esto en las instituciones educativas como en las empresas donde laboran. Además fue más evidente en las personas de mayor edad la falta de conocimiento sobre aspectos básicos relacionados con el funcionamiento del ciclo hidrológico y los factores que influyen la captación de agua en una cuenca hidrográfica, esto se observó mientras se exponían estos aspectos previos a hacer la pregunta de DAP.

Otras variables que a pesar de no haber presentado una significancia estadística, pero que merece analizar su comportamiento, fueron las relacionadas con el tamaño del grupo familiar, el nivel de ingresos promedio por familia y el nivel educativo.

El coeficiente para la variable grupo familiar (GFAM) presentó signo positivo, indicando que las familias que conformaban núcleos familiares más numerosos presentaron una tendencia a expresar una mayor DAP. Este comportamiento resulta estratégico pues los problemas de escasez del agua en la zona, de seguro, repercuten más sobre las familias más numerosas.

4.4.3 Modelo Dicotómico doble y la DAP

Para el análisis de las variables en el Modelo Dicotómico Doble, a diferencia del método anterior, se considera tanto la respuesta al valor inicial, como a los otros valores propuestos en dependencia de si la respuesta inicial fue positiva o negativa. Con este modelo, la disponibilidad de pago tiende a ajustarse mejor, debido a que se le brinda al entrevistado mayores oportunidades para expresar su verdadera voluntad de pago.

La frecuencia de respuestas obtenidas a las dos rondas de preguntas y para cada valor inicial propuesto, se presenta en la figura 17. Obsérvese que las cuatro posibles combinaciones de respuesta ante los diferentes valores (*bids*) propuestos fueron:

- ☞ Las dos respuestas fueron afirmativas (SS)
- ☞ La primer respuesta fue afirmativa pero la segunda negativa (SN)
- ☞ La primer respuesta fue negativa de pago pero la segunda fue positiva (NS)
- ☞ Ambas respuestas fueron negativas de pago (NN).

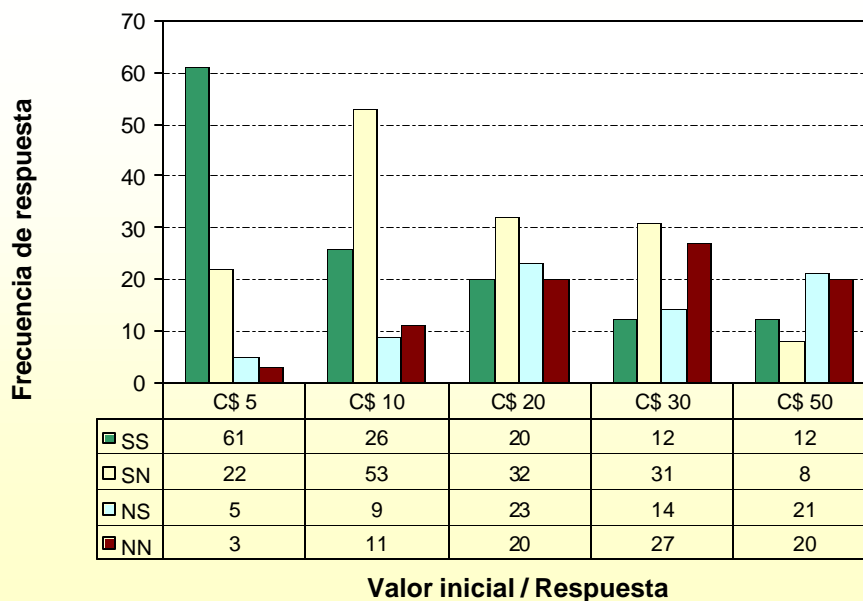


Figura 17. Frecuencia de respuestas de disposición a pagar de acuerdo a los valores iniciales propuestos.

Una vez definido el modelo dicotómico doble con las variables que resultaron significativas al nivel de confianza del 95%, fue comprobada la validez del mismo mediante la Prueba de Hipótesis Lagrangiana. En este caso el valor resultante para la Razón de Verosimilitud fue LR χ^2 72,14.

Como $\chi^2_{(4 \text{ gl.}, 95\%)} = 9,49 < \chi^2$ calculado 72,14, se rechazó la hipótesis nula $H_0: \beta_i = 0$, confirmándose la suficiente evidencia estadística para aceptar como válido el Modelo Dicotómico Doble definido. En el cuadro 16 se muestran los resultados obtenidos para este modelo.

Cuadro 16. Resultados para el Modelo Logístico Dicotómico Doble

Variable	Coefficiente	Error Estándar	P $\chi^2 > z$
Constante	3,176	0,33914	0,0000
Valor inicial	-0,112	0,66467	0,0000
Medidor	2,211	0,24871	0,0000
Edad	-1,995	0,64921	0,0021

* Coeficientes obtenidos mediante el Software Limdep.

En el Modelo Dicotómico Doble, al igual que para el Modelo Dicotómico Simple, las variables valor inicial, medidor y edad, mantuvieron su significancia estadística con un nivel de confianza del 95%. La interpretación de los coeficientes obtenidos para el Modelo Dicotómico Doble, por lo que la interpretación de los coeficientes para este modelo sería que la realizada para las variables significativas en el Modelo Dicotómico Simple.

La media y mediana de la DAP estimada de acuerdo al Modelo Dicotómico Doble fue de C\$ 26,85 córdobas/familia/mes (US\$ 1,84), resultando éstos valores menores que los obtenidos mediante el Modelo Dicotómico Simple.

Si se comparan las medias de la DAP obtenidas mediante ambos modelos paramétricos (Dicotómico Simple y Doble), se observa una alta variación en cuanto a las dos estimaciones, lo que permite deducir una falta de estabilidad en la estimación de éstas medidas del bienestar mediante los modelos paramétricos. De acuerdo a Saz *et al.* (1997), esto podría asociarse a que la distribución de la DAP, no se ajusta a este tipo de modelos.

4.4.4 Estimación No Paramétrica de la DAP

Debido a la discrepancia de los valores obtenidos para la media de la DAP mediante los modelos paramétricos y con el propósito de encontrar la medida del bienestar que mejor se ajuste a las condiciones socioeconómicas de los usuarios del agua potable en Matagalpa, se ha optado por complementar el estudio de valoración contingente mediante la aplicación de un modelo no paramétrico.

Cuando se emplean los modelos paramétricos en la estimación de las medidas del bienestar (media y mediana de la DAP), es necesario asumir una forma para la función de distribución de la DAP, la que según Saz *et al.* (1997), implica que se trabaja bajo el supuesto de una forma funcional específica para la distribución de la DAP, la cual no es observable. Esto puede ocasionar que los valores estimados por uno u otro modelo paramétrico no guarden mucha consistencia entre sí, demostrando de esta forma, que la DAP no se ajusta a ese tipo de modelos.

Por lo anterior, es recomendable el empleo de modelos no paramétricos con el propósito de comparar éstas estimaciones con las obtenidas mediante modelos paramétricos basados en hipótesis *a priori* de la distribución de los datos.

El método no paramétrico empleado en el presente estudio, fue propuesto por Kriström (1990) y el mismo, permite estimar la media y la mediana de la DAP mediante análisis sencillos de los datos dicotómicos (Si, No) correspondientes a la variable de respuesta a la DAP.

A continuación se presentan los resultados de la primera ronda de preguntas, y seguidamente los correspondientes a la primera pregunta con su respectiva pregunta de seguimiento.

Para ambas secuencias de proporciones resultantes en los dos tipos de respuestas, se logró observar una sucesión no creciente en función de los valores iniciales propuestos; esto según Ayer *et al* (1955) citado por Kriström (1990), se debe de confirmar antes de la estimación de las medidas del bienestar en modelos no paramétricos para garantizar que la estimación resultante provea un estimador con una Distribución Libre de Máxima Probabilidad; de esta manera y si representamos por θ la probabilidad esperada y por $p_1, p_2, p_3 \dots p_m$, a los valores iniciales más bajos en forma decreciente, se obtuvo una probabilidad esperada para la aceptación del pago para la primer y segunda ronda de preguntas.

¿ ? (Si a primer pregunta) = (0,91; 0,80; 0,55; 0,51; 0,33)

¿ ? (Si a la primer pregunta y seguimiento) = (0,873; 0,636; 0,483; 0,474; 0,230)

El cuadro 17 muestra los resultados de la primer ronda de respuestas probabilidades de respuesta para cada valor inicial, y en el cuadro 18, los resultados correspondientes a la primera primer pregunta y su seguimiento.

Cuadro 17. Probabilidades de respuesta de aceptación asociadas a cada valor inicial en la primer ronda de respuestas

Valor inicial propuesto (córdobas)	Total consultados para este valor	Respuestas de aceptación	
		Total	Probabilidad de aceptación
5	91	83	0,91
10	99	79	0,80
20	95	52	0,55
30	84	43	0,51
50	61	20	0,33
	TOTAL	277	---

Cuadro 18. Probabilidad de respuestas de aceptación asociadas a cada valor inicial propuesto más la pregunta de seguimiento

Valor inicial Propuesto (Córdobas)	Total consultados para este valor	Respuestas de aceptación	
		Total	Probabilidad
5	111	97	0,873
10	256	163	0,636
20	215	104	0,483
30	177	84	0,474
50	104	24	0,230

Las probabilidades de respuestas positivas a los diferentes valores propuestos, fueron graficados para la primer y segunda ronda de respuestas, éstas se presentan en las figuras 18 y 19. Según Kriström (1990), la integración del área definida bajo la curva en éstos gráficos, permite estimar la media de la DAP.

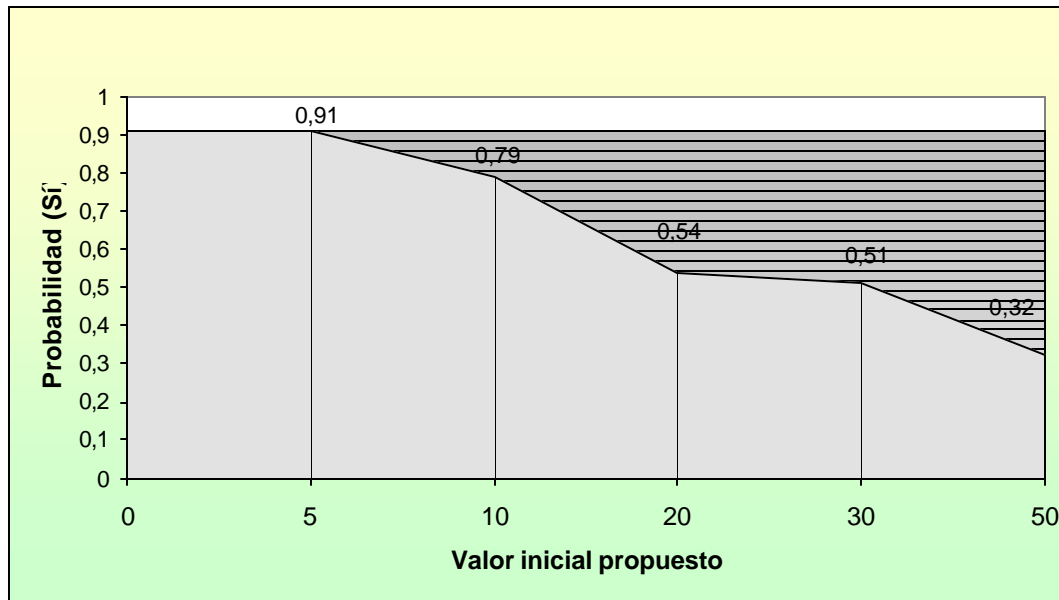


Figura 18. Función que refleja la actitud individual consecuente con el pago por el servicio ambiental hídrico para la pregunta dicotómica simple.

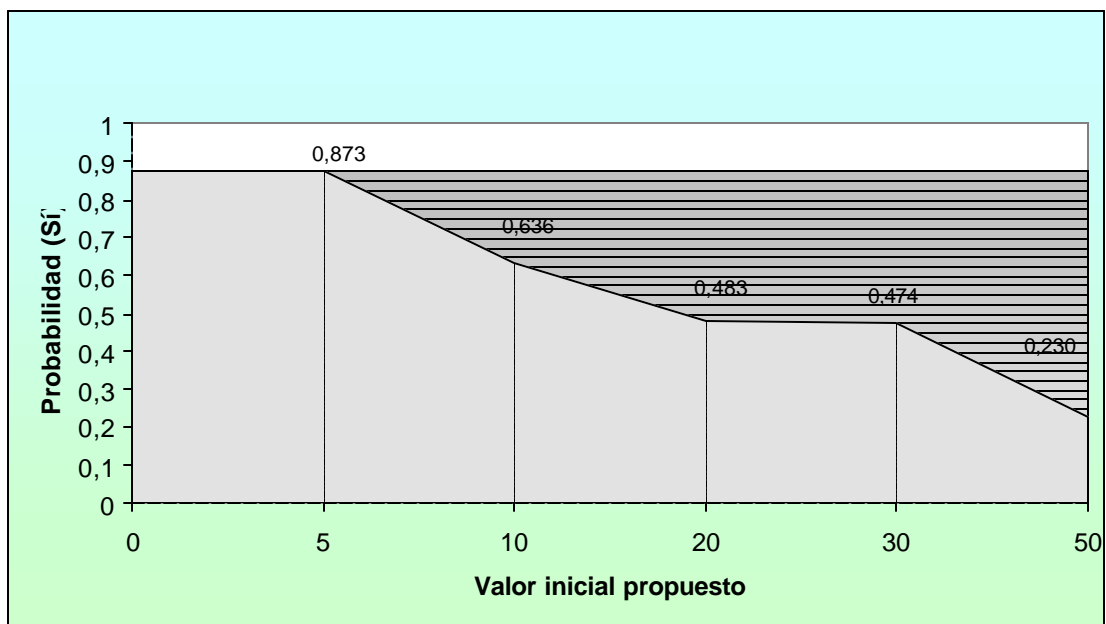


Figura 19. Función que refleja la actitud individual consecuente con el pago por el servicio ambiental hídrico para la pregunta dicotómica doble.

La media de la DAP estimada al integrar en forma lineal el área bajo la curva en los gráficos 18 y 19, permitió determinar una media de la DAP de C\$ 29,00 córdobas/familia/mes (US\$ 1,98) cuando solo fueron consideradas las respuestas a la primer ronda de respuestas, disminuyendo esta estimación a C\$ 25,50 córdobas/familia/mes (US\$ 1,75) al incluir ambas rondas de respuestas en el análisis.

Como se puede observar, la media como medida del bienestar definida mediante el modelo no paramétrico tiende a ser mucho menor que la obtenida mediante los dos modelos paramétricos anteriores; además los resultados entre ambas estimaciones no paramétricas resultaron ser más consistentes entre sí (menor variación entre uno y otro valor), lo cual permite deducir que esta última estimación es más confiable estadísticamente.

La otra medida del bienestar estimada mediante el modelo no paramétrico fue la mediana de la DAP, ésta se obtuvo de acuerdo a Kriström (1990), integrando o sumando el área bajo la curva delimitada por una línea horizontal trazada en el punto de la probabilidad de respuesta positiva correspondiente a la probabilidad 0,5. De esta manera la mediana para la primer ronda de respuestas fue estimada en C\$ 23,83 córdobas/familia/mes (US\$ 1,63) y cuando fueron consideradas ambas rondas de respuestas la mediana disminuyó a C\$ 21,81 córdobas/familia/mes (US\$ 1,49). Las diferentes medidas del bienestar estimadas (media y mediana) para los tres modelos aplicados, se presentan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Medidas del bienestar estimadas mediante modelos paramétricos y no paramétricos para la DAP por el servicio ambiental hídrico por usuarios del agua potable en la ciudad de Matagalpa

Modelo	Medida del bienestar	
	Media	Mediana
Paramétrico Dicotómico Simple	36,38	36,38
Paramétrico Dicotómico Doble	26,85	26,85
No paramétrico primer respuesta	29,00	23,83
No paramétrico con seguimiento	25,50	21,81

En general, el Modelo No Paramétrico permitió estimar medidas del bienestar más consistentes, tanto para el caso de la media, como para la mediana de la DAP. Además los valores obtenidos tienden a ser menores, principalmente el de la mediana, lo cual resulta en una mayor correspondencia con las condiciones socioeconómicas de la mayoría de los entrevistados que según se expresó al inicio de este capítulo, se caracterizan por presentar bajos niveles de ingresos.

Por lo anterior, para la posterior agregación de la DAP a pagar por los usuarios domésticos del agua potable, se utilizó la mediana de la DAP obtenida mediante el modelo no paramétrico con seguimiento.

La decisión anterior se soporta, por un lado, en lo expresado por Hanemann (1984^a), quien afirma que las estimaciones empleando una doble ronda de preguntas permiten una mejor estimación de la DAP; además en los argumentos planteados por Harrison y Kriström (1995), que afirman que cuando las distribuciones de la DAP tienden a ser asimétricas, o sea, donde un gran número de entrevistados están dispuestos a pagar cantidades pequeñas de dinero, mientras otra cantidad menor, estarían dispuestos a pagar montos mucho mayores, la mediana resulta ser una medida del bienestar mucho más estable que la media.

Una recomendación general que es válida hacer para mejorar estudios posteriores que consideren la estimación de la DAP mediante VC y la inclusión de entrevistadores adicionales al investigador principal, es que se incluyan en el estudio variables dummy para cada encuestador con el propósito de evaluar la posible influencia que cada uno de éstos pueda ejercer sobre los resultados obtenidos, específicamente sobre la DAP²².

4.5 Causas del “no pago” por el servicio ambiental hídrico

En los casos en los que los usuarios entrevistados no aceptaron pagar los montos propuestos en ninguna de las dos opciones planteadas, una pregunta adicional fue hecha con el propósito de conocer las causas que motivaron su decisión.

Del total de entrevistados, el 19% expresó su negativa de pago (81). Dentro de los argumentos planteados por los entrevistados, el más frecuente fue “**por razones económicas**”, lo cual implica que su disposición a pagar es cero por esta limitante; sin embargo, esta respuesta deja

²² Alpízar, F. 2002. Comunicación personal (CATIE).

la posibilidad de que este tipo de usuario, en caso de mejorar su situación económica, cambie su DAP.

Otro argumento para el no pago, fue el considerar que **“es responsabilidad del gobierno”** asumir los costos de los servicios ambientales. Esto fue expresado por el 3% del total de entrevistados (14 personas), observándose al mismo tiempo una relación directa entre esta respuesta y la que pretendía deducir de es la responsabilidad de cuidar los bosques en Matagalpa.

De igual forma se obtuvieron votos de no pago argumentados por la mala calidad del servicio y la intermitencia en el suministro de agua que reciben actualmente los usuarios de la Empresa Aguadora. Aquí la opción seleccionada fue: **“Me ofrecen mal servicio, casi nunca llega el agua a la casa o llega sucia”** y se tuvo solamente seis respuestas de este tipo (1,4% del total).

Otros motivos expresados para el no pago fue por la **“desconfianza en instituciones”** que manejan los fondos de los ciudadanos (3%). Valga recalcar en este caso que muchas veces este argumento fue motivo de discusión con algunos entrevistados, no obstante se les planteaba que el estudio permitía que ellos mismos propusieran el tipo de organización más idónea para la administración de los fondos que se pudieran recaudar mediante una modificación en la tarifa hídrica al internalizar el componente ambiental en la factura de agua potable.

De los votos anteriores, únicamente se puede considerar como votos de protesta o rechazo a la propuesta del “Pago por el Servicio Ambiental Hídrico”, las respuestas en las que se plantea al gobierno como responsable de asumir los costos que implica el servicio ambiental hídrico.

4.6 Valor agregado de la DAP por el servicio ambiental hídrico en Matagalpa

Tal como se expresó anteriormente, para la estimación del valor agregado de la DAP de los usuarios domésticos del agua potable en Matagalpa, se tomó como base la mediana de la DAP obtenida a partir del Modelo No Paramétrico con seguimiento, la cual fue de C\$ 21,81 córdobas/familia/mes (US\$ 1,49 dólares), esta medida del bienestar como se expresó anteriormente, representa un valor más confiable estadísticamente; además, este valor es más equitativo y adecuado si se toman en cuenta las condiciones socioeconómicas de los usuarios domésticos del agua potable en la ciudad de Matagalpa.

El cuadro 20 muestra la valoración económica del servicio ambiental hídrico por los usuarios domésticos del agua potable en la ciudad de Matagalpa. De acuerdo al mismo cuadro, de ser considerado el valor del servicio ambiental hídrico en la tarifa hídrica actual, anualmente se podría captar mensualmente hasta **C\$ 196 957,06** córdobas/familia/mes (**U\$ 13 483,36 dólares**), lo cual representa más de dos millones de córdobas anuales (**C\$ 2 362 284,72**) ó (**U\$ 161 800,32**).

Cuadro 20. Valoración económica del servicio ambiental hídrico, Matagalpa, Nicaragua

Tipo de Valor	Valor en Córdobas (C\$)	Valor en Dólares (U\$) ²³
Disponibilidad a pagar promedio por familia al mes	21,81	1,49
Valor agregado mensual ²⁴ del servicio ambiental hídrico	196 857,06	13 483,36
Valor agregado anual del servicio ambiental hídrico	2 362 284,72	161 800,32

Los fondos captados mediante el Pago por el Servicio Ambiental Hídrico, podrían servir de base para la conformación de un fondo ambiental que soporte el pago de incentivos a los productores que con sus actividades promuevan la conservación y recuperación de las subcuencas captadoras de agua para la ciudad de Matagalpa, y de esta forma, contribuir a la mejora en la calidad y disponibilidad del agua en el futuro.

Para estandarizar la estimación realizada en el cuadro 20 para los dos grupos de usuarios domésticos del agua potable en función de su consumo promedio y además mostrar lo equitativo de la medida del bienestar empleada en la agregación del valor antes expuesto, se estimó la contribución adicional que cada tipo de usuario pagaría por encima de la facturación actual por cada metro cúbico de agua utilizada.

Para lo anterior, si se considera que la mediana de la disposición a pagar por el servicio ambiental hídrico fue de C\$ 21,81 por familia, tanto para los usuarios con medidor, como para

²³ Tasa de cambio de C\$ 14,60 X U\$ 1,00

²⁴ Considera únicamente 9 026 familias que actualmente compran el agua potable a AMAT en el sector domiciliar.

los que no poseen medidor, y que el consumo promedio de agua para el grupo de usuarios con medidor es de 20 m³/mes y 35 m³/mes para los usuarios sin medidor, se tendría que la DAP por el servicio ambiental hídrico por cada metro cúbico de agua, sería de C\$ 1,09 córdobas/m³ (U\$ 0.074 dólares/m³) para los usuarios con medidor, y de C\$ 0.623 córdobas/m³ (U\$ 0,043 dólares/m³) para los usuarios sin medidor.

Los valores para la DAP por el servicio ambiental hídrico mostrados anteriormente, podrían ser considerados como valores de referencia para la modificación de la Tarifa Subsidiada actual, hacia una “Tarifa Real Social” en la que se incorpore el valor del servicio ambiental hídrico reconocido por los usuarios domésticos del agua potable. De esta manera la Tarifa Real Social podría estimarse para cada tipo de usuario como sigue:

$$\text{Tarifa Real Social} = \text{TA} + h (c)$$

Donde:

TA = Tarifa actual

h = Factor de ajuste por servicio ambiental hídrico (C\$ 1,09 córdobas/m³ para usuarios con medidor, y C\$ 0.623 córdobas/m³ a usuarios sin medidor).

c = Consumo de agua en m³.

La disposición a pagar por el servicio ambiental hídrico mostrada por los usuarios del agua potable en la ciudad de Matagalpa, viene a representar un indicador válido de la importancia que para éstos tiene el servicio ambiental hídrico, expresado esto, en la posibilidad de contribuir a la conservación de los bosques y a la rehabilitación de las dos subcuencas de donde se capta la mayor parte del agua que utilizan en sus hogares.

Cabe mencionar que los fondos que se obtendrían al aplicar la Tarifa Real Social, podrían ser mayores, si se considera el posible aporte de los otros sectores que hacen uso del agua potable en la ciudad, tal es el caso de los sectores industrial, comercial y gobierno, quienes consumen volúmenes de agua altos y para quienes incluso el valor por metro cúbico podría ser superior al que se aplicaría al sector doméstico, esto debido a que el agua en éstos sectores representa un insumo más en la producción de bienes y servicios.

En estudios realizados en Costa Rica para estimar la DAP por el servicio ambiental hídrico, se ha estimado el valor del metro cúbico de agua en el sector doméstico en 1,90 colones de Costa Rica por metro cúbico (U\$ 0,0058/m³), este estudio fue el realizado en Heredia por el Instituto de Políticas para la Sostenibilidad (Barrantes y Vega, 2002). En el ámbito nacional, en Costa

Rica fue definido un valor de U\$ 0,005/m³, esto mediante la DAP por el sector domiciliario para el servicio ambiental hídrico.

Por su parte Hernández (2001), estimando el valor del metro cúbico de agua por el método del costo de oportunidad, determinó un valor de U\$ 0,008/m³ en un estudio realizado para la valoración económica del recurso hídrico en la subcuenca Jones, Sierra Las Minas, Guatemala.

Ansmann (2000), en un estudio sobre la valoración económica del servicio ambiental agua en la cuenca Jatunhuycu-Antisana que alimenta el proyecto de agua potable “La Mica-Quito Sur”, Ecuador, determinó un valor del metro cúbico de agua para el sector residencial de U\$ 0,01/m³.

Merayo (1998), en un estudio realizado en Guanacaste, Costa Rica, determinó un valor del metro cúbico de agua de U\$ 0,132 /m³.

Considerando los valores promedios definidos por otros estudios expuestos anteriormente, y comparándolos con las estimaciones realizadas en este estudio (US\$ 0,043 y 0,074 para usuarios sin medidor y con medidor), se puede afirmar que éstos últimos se ajustan a los valores promedios definidos por diversos estudios en latinoamérica.

Una vez definido el monto promedio que los usuarios del agua potable estarían dispuestos a pagar adicional a su recibo actual de agua, sería deseable que los resultados obtenidos en el presente estudio motiven a las autoridades municipales y a las diferentes instituciones relacionadas con el uso y manejo de los recursos hídricos en Matagalpa, para continuar las investigaciones que soporten la factibilidad de implementación de un mecanismo de Pago por el Servicio Ambiental Hídrico entre los diferentes usuarios del servicio en la ciudad de Matagalpa y los oferentes de éstos en las subcuencas MN y SF (los productores que adopten usos de la tierra que se correspondan con la función de captadora de aguas de ambas subcuencas).

La recomendación anterior, se hace considerando que los resultados del presente estudio, han sido obtenidos a partir de la consulta directa a una muestra estadísticamente representativa de los usuarios del agua potable en la ciudad de Matagalpa, lo que permite inferir los resultados al resto de la población, además de considerar la alta tasa de aceptación a pagar expresada por los pobladores consultados en esta muestra.

Por otro lado, el incluir el pago por el Pago por el Servicio Ambiental Hídrico en la economía local puede contribuir al desarrollo socioeconómico de las subcuencas MN y SF, al fungir éste

como generador de recursos, movilizador de actores (conflictos sociales, gestión del agua), promover una mejora en la calidad de vida (salud), bienestar social y oportunidades para la recreación.

Otros beneficios socioeconómicos que se podría derivar del acondicionamiento de los ecosistemas para la prestación del servicio ambiental hídrico, es que el agua por sí sola genera valor agregado desde el punto de vista de los oferentes: oportunidad de venta de belleza escénica, activos netos de producción agrícola, por otro lado, para las industrias es una materia prima sin la cual el nivel de producción se vería limitado o imposible (en el caso de las bebidas gaseosas y otras industrias en las que sus productos representan en la mayoría agua). También la disponibilidad del agua aumenta la plusvalía de localidades cercanas a las fuentes, esto es evidente en los terrenos agropecuarios, turísticos, residenciales, industriales, etc.).

Es importante mencionar que por razones económicas y prácticas, en el presente estudio solo se consideró la participación de los usuarios del agua potable en el sector residencial o domiciliario, sin embargo, sería recomendable el ampliar posteriormente el estudio considerando la DAP por parte del resto de usuarios del agua en esta ciudad, como es el sector industrial y comercial, así como determinar el valor del agua como insumo en la producción agropecuaria.

4.7 Factibilidad de implementación de un mecanismo de PSAH por parte de los productores en las subcuencas MN y SF

4.7.1 Análisis a través del grupo focal con representantes institucionales

La reunión con el grupo focal conformado por representantes de instituciones ligadas al uso y manejo de los recursos hídricos en Matagalpa contó con la participación de 20 delegados de 15 instituciones con presencia en Matagalpa. Dentro de éstas instituciones se cuentan: Alcaldía Municipal de Matagalpa (ALMAT), Proyecto FOCUENCAS, FUDEMAT, Instituto Nacional Forestal (INAFOR), Movimiento Ambientalista de Matagalpa (MAM), Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), Ministerio de Educación (MED), Ministerio de Salud (MINSA), Proyecto Cuencas-Matagalpa (PCM), Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua-Centro Universitario Regional del Norte (UNAN-CURN), así como representantes de organizaciones de productores y comunales.

En general, la discusión sobre la factibilidad de implementación de un posible mecanismo de Pago por Servicios Ambientales en Matagalpa (con énfasis en el servicio ambiental hídrico), fue muy positiva, en el sentido de que la propuesta fue muy bien acogida, expresándose muchas veces lo oportuno y relevante que resulta para los productores frente a la situación crítica de iliquidez por la baja en los precios del café como principal rubro producido en la zona y la severidad del problema de escasez de agua en Matagalpa.

Los resultados de esta investigación cualitativa son expuestos a continuación en tres partes: la primera aborda consideraciones generales en cuanto al problema del agua en Matagalpa y la aplicación de un posible mecanismo de PSAH; la segunda expone la opinión de los representantes en cuanto a la factibilidad de implementación de un mecanismo de PSA entre los usuarios del agua en la ciudad y los productores en las subcuencas; y por último, se plantean algunas recomendaciones o sugerencias para ser consideradas por las autoridades locales como insumos básicos para el diseño e implementación de un mecanismo de este tipo.

A. Consideraciones generales en cuanto al problema de escasez de agua en Matagalpa y la aplicación de un posible mecanismo de PSAH

☞ El problema de escasez y baja calidad del agua potable en Matagalpa es real y un estudio como el presente puede aportar elementos de mucha importancia en la toma de decisiones a las autoridades municipales (Alcaldía de Matagalpa) y Empresa Aguadora de Matagalpa en cuanto pueden ser considerados como base para la gestión de los recursos hídricos en Matagalpa.

☞ Hasta la fecha no se han dado pasos concretos para definir un mecanismo que permita la compensación a los productores que se preocupan por conservar los remanentes de bosque en Molino Norte, ni existe un programa de incentivos para promover la reforestación de las áreas degradadas, tanto en Molino Norte como en San Francisco.

☞ La falta de incentivos a los productores ha conducido al cambio del uso de la tierra hacia usos alternativos aparentemente más rentables (aunque menos sostenibles) que van en deterioro de su economía y del ambiente, afectando a su vez a otros sectores de la sociedad como sucede con los recursos hídricos utilizados en la ciudad de Matagalpa.

☞ La implementación actual del Proyecto Alemán (rehabilitación de redes de distribución y alcantarillado y traslado de agua de Chagüitillo), no implica que el problema del agua se ha resuelto, éste debe ser considerado como un período de gracia que se le da al pueblo de

Matagalpa para recuperar sus fuentes hídricas naturales. Además este proyecto no plantea una solución sostenible al problema y tarde o temprano se volverá a la situación de escasez y calidad del agua que se ha vivido en los últimos años en Matagalpa.

✍ En Matagalpa se han hecho muchos esfuerzos por parte de algunos organismos, se han entregado muchas plantas, pero no se les ha dado seguimiento ni mantenimiento, esto debe de ser considerado como un antecedente importante en el diseño de un mecanismo de PSA y también que si no hay incentivos económicos la motivación seguramente será mínima.

✍ AMAT trabaja con un insumo gratis y lo vende, y ya que hasta la fecha no ha promovido ni contribuido a la restauración y protección de las fuentes productoras de agua, debería de comprometerse a apoyar esta iniciativa, desempeñando de esta forma un papel importante en la captación de los fondos para el programa de pagos por el servicio ambiental hídrico.

✍ Sembrar agua tiene un costo, de igual manera que lo tiene el establecer un cultivo o una actividad ganadera, por esto, la preservación de los bosques debe ser responsabilidad de todos y en primer instancia de las instituciones del estado y de quienes se benefician de los servicios ambientales que generan los ecosistemas establecidos en propiedades privadas.

✍ Una barrera para la gestión ambiental es la jerarquía que existe entre las delegaciones de gobierno local y el nacional; esto limita la aplicación de una ordenanza como parte de las iniciativas locales y además muchos de los impuestos del municipio van a parar a la capital, en vez de contribuir al desarrollo del municipio.

B. Factibilidad de implementación de un mecanismo de PSA en Matagalpa según los representantes institucionales

De la discusión con los representantes institucionales durante la reunión con este grupo focal, se pudo resumir los siguientes aspectos en relación con la factibilidad de implementación de un mecanismo de PSA:

✍ Es seguro que existe voluntad de los productores a involucrarse en un mecanismo de PSA, pero esto va a depender tanto del tipo de incentivos que se les ofrezca, como de la institución con la que se establecería un compromiso formal. Esto último debido a que hay instituciones en las que los productores han perdido credibilidad.

- ☞ La deprimente situación económica actual de los productores en las subcuencas MN y SF y en la región norte en general, puede ser considerada como una oportunidad en este caso para la implementación de un programa de incentivos que promueva la reforestación en áreas degradadas y la conservación de los bosques remanentes.
- ☞ Una propuesta de incentivos justa y equitativa, motivaría a los productores a participar de un mecanismo de PSAH, por lo que se tiene que considerar que la oferta de pago se corresponda con al menos la rentabilidad que actualmente obtienen por usos alternativos al establecimiento de plantaciones forestales y al mantenimiento del bosque en sus tierras.
- ☞ Siempre y cuando esté clara la población del pago por suministro o servicio y el “pago del valor del agua” como tal y sean ellos mismos quienes muestren su DAP, no habría problema en el reconocimiento del valor del agua a los productores. Sin embargo, un mecanismo de este tipo tiene que ser implementado con responsabilidad definiendo claramente las reglas del juego y los usuarios tienen que estar ambientalmente sensibilizadas y educadas en cuanto a la importancia de garantizar el servicio (incluyendo a los productores).
- ☞ Algunos aspectos socioeconómicos que deben de ser considerados para garantizar el éxito de un programa de PSAH, son los relacionados con la situación de desempleo actual, los niveles de pobreza (diferenciar estratos), el que es más pobre que pague menos, pero hasta un límite porque no se puede promover derroche.
- ☞ Los servicios ambientales deben ser pagados a quienes contribuyen a su provisión; esto es algo muy claro y al que más produzca se le debería pagar más y darle premios a las familias que protegen el agua, no premios en menciones o en papel, sino pagarles pues eso es lo que reconoce y estimula al productor (se recuerda que es la opinión de los representantes institucionales la que se refleja).
- ☞ Hay muchos productores que tienen la esperanza de que algún día les reconozcan su esfuerzo por contribuir a la protección de fuentes de agua y a ellos se les debe que todavía haya un poco de agua en Matagalpa, como también hay gente que se dedica a acarrear leña y expresan que si les dan alternativas para vivir ellos no cortarían los bosques.
- ☞ Junto con el Pago por el Servicio Ambiental Hídrico debería considerarse la capacitación a los productores en aspectos como:

- ✍✍ Establecimiento de viveros y plantaciones.
- ✍✍ Elaboración de planes de manejo de fincas.
- ✍✍ Conservación de suelos y aguas.
- ✍✍ Uso racional de agroquímicos.
- ✍✍ Producción orgánica y tratamiento de residuos.

C. Recomendaciones a ser consideradas en la implementación de un mecanismo de PSAH en Matagalpa

- ✍ La propuesta de PSAH a los productores, habría que acompañarla de otros elementos que contribuirían al logro del éxito en la implementación de un mecanismo de este tipo; esto es el ordenamiento territorial y el compromiso consensuado de las instituciones implicadas en la aplicación de leyes que contribuyan a la protección de los recursos naturales y en particular relacionadas con la deforestación en Matagalpa.
- ✍ Habría que sumar a lo anterior la necesidad urgente de sensibilizar a los usuarios, previo a la aplicación de cualquier mecanismo que implique un pago adicional en su factura. Esto debido a que la mentalidad actual del usuario es que el agua la tiene que garantizar el gobierno local (Alcaldía) y que además, sus costos deben de ser subsidiados.
- ✍ Es recomendable darle incentivos, tanto a los que actualmente poseen bosque, como a los que deseen promover la reforestación y posterior conservación; en este último caso sería también recomendable ofrecer semillas o plántulas apropiadas para la zona, ya que existen instituciones que recomiendan cultivos no adecuados y beneficios con insumos y materiales, pero no hacen un estudio previo y fracasan.
- ✍ La Alcaldía de Matagalpa debería de apropiarse de los resultados de este estudio y en conjunto con AMAT definir una estructura de costos considerando la medida del bienestar estimada en este estudio (Media y mediana de la DAP), ya que ésta última institución no se ha preocupado por considerar el valor que tiene el agua, ni en promover la conservación de las cuencas que la abastecen, esto ha contribuido a generar indiferencia de parte de la sociedad, en cuanto a reconocer el valor que tiene el agua como servicio ambiental.
- ✍ En la implementación de un mecanismo de PSA dirigido a garantizar el servicio ambiental hídrico, se deben considerar tres aspectos muy importantes; éstos son que cualquier

programa debe considerar acciones tendientes a la “siembra de agua”, la “cosecha de agua” y por último los relacionados a la comercialización de este servicio.

✍ Es muy probable que la DAP de los usuarios sea baja, o que haya gente que no pueda pagar por el servicio ambiental hídrico por limitados recursos; en estos casos, sería recomendable gestionar financiamiento adicional de fuentes externas para garantizar la implementación del mecanismo de PSAH y principalmente el pago a los productores para garantizar su confianza y el éxito del programa.

✍ Hay que hacer un esfuerzo conjunto con la municipalidad, organismos nacionales e internacionales y el estado para recuperar los bosques en Matagalpa e incluso recurrir a la implantación de multas e impuestos por actividades que afecten la disponibilidad, calidad y continuidad de los recursos hídricos en la zona.

4.7.2 Análisis a través del grupo focal y encuesta con productores de las subcuencas Molino Norte y San Francisco

Sobre la base de los resultados de la reunión con los productores de las subcuencas Molino Norte y San Francisco y los resultados de la encuesta aplicada a una muestra del 20% de productores, se puede inferir que existe elevado interés por parte de los productores de las dos subcuencas en participar de un mecanismo de PSAH que les permita convertirse en productores de agua y otros servicios ambientales.

Es muy clara la visión que los productores tienen en relación con la influencia que la cobertura vegetal tiene sobre la captación de agua en sus fincas, sin embargo, a pesar de conocer esto, solo una minoría tiene bosques o plantaciones forestales establecidas dentro de las mismas. Esto, según argumentaron, por los pocos beneficios que les representa el destinar sus tierras a este tipo de uso. Sin embargo, una buena parte ya habían escuchado anteriormente sobre este tipo de mecanismos y se mostraron muy entusiasmados por impulsar un proyecto de esta naturaleza, afirmando que si se les aseguran buenos incentivos a través de contratos respaldados por una institución responsable, la mayoría estaría dispuesto a participar y de esta forma contribuir a un mejor abastecimiento y mejora de la calidad del agua para la ciudad.

4.7.3 Disposición a aceptar incentivos por parte de los productores

Tanto en la reunión del grupo focal conformado por productores, como en las -encuestas aplicadas a éstos, fue evidente el interés que éstos mostraron por participar de un programa de pagos por servicios ambientales, aunque también se evidenció, que solo el 55% de los productores tenía conocimiento de este tipo de mecanismo previo a ser entrevistados.

De acuerdo a la encuesta, de llevarse a cabo un programa de pago por el servicio ambiental hídrico en las subcuencas MN y SF, el 100% de los productores estarían interesados en participar del mismo; sin embargo, no todos incluirían la totalidad de su finca en este tipo de programas. Del total de encuestas, el 35% expresó estar dispuesto a incluir la toda su finca. El 55% de los productores optaría por incluir la mitad de su finca y el 10% considera que aunque se le mantuvieran los montos anuales expresados por ellos mismos, incluirían menos de la mitad de su finca a un programa de esta índole.

Como parte de las encuestas se consultó a los productores por su disposición a aceptar pagos para mantener las áreas que actualmente poseen bajo bosque o para cambiar el uso actual de la tierra por el establecimiento de usos alternativos que contribuyan a la captación y mejora de la calidad del agua (reforestación o plantaciones forestales). Al respecto fueron mencionadas cifras que se presentan en el cuadro 21.

Cuadro 21. Montos propuestos por los productores para aceptar involucrarse en un Programa de “Pago por el Servicio Ambiental Hídrico” en Matagalpa.

Uso actual de la tierra	Cambio de uso propuesto y manejo	Monto definido por los productores (U\$/ha/año)
Bosque ó	Conservar el bosque y garantizar	
Plantación Forestal	su vigilancia	223,00
Agrícola	Plantación forestal y manejo forestal	355,00
Ganadería o pastos	Plantación forestal y manejo forestal	365,00

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta a productores.

Los montos presentados en el cuadro 21, representan el Costo de Oportunidad²⁵ promedio por hectárea estimado en conjunto con los productores para cada caso, por lo que, lógicamente hubieron valores mayores y menores a tales promedios. Además, en la mayoría de los casos los costos estimados se corresponden con los actuales ingresos que las actividades desarrolladas en sus fincas les generan anualmente, por lo que se considera de mucha importancia la consideración de éstos resultados en el diseño de un mecanismo de PSAH.

Como se evidencia en la propuesta de los productores, el mayor monto sugerido como incentivo es el asociado a un cambio del uso actual ganadería y pasto hacia el establecimiento de una plantación forestal que incluya su aprovechamiento con manejo. Este monto asciende a 365 dolares por hectárea por año, lo cual significaría un pago de un dólar por hectárea por día.

Algo que cabe mencionar en este capítulo es que algunos productores mencionaron durante las encuestas y la reunión con este grupo, que sería recomendable el pago de incentivos, aunque menores, por el establecimiento de cultivos sembrados bajo Sistemas Agroforestales (tales como el café bajo sombra, muy común en la subcuenca Molino Norte y principalmente para los que hacen uso de “prácticas amigables” con el ambiente).

Las principales recomendaciones surgidas de la reunión con los productores y que denotan su alto interés en participar de un mecanismo de PSAH se exponen a continuación:

- ~~///~~ Es evidente que existe un alto grado de interés de parte de los productores en participar de un mecanismo de PSAH, pero por experiencias previas en la zona, la compensación económica tiene que ser significativa para que realmente les incentive a involucrarse.
- ~~///~~ El mecanismo puede diseñarse considerando como parte del pago, la entrega de plantas, la deducción de impuestos a la tierra y de un plan de asistencia técnica y seguimiento a los productores involucrados.
- ~~///~~ Es determinante el apoyo que puedan brindar a una iniciativa de este tipo las autoridades municipales, tanto para la aprobación y ejecución, como para la efectiva regulación de actividades ilícitas (deforestación, venta de leña, quemas, etc).

²⁵ El costo de oportunidad representa el ingreso que generaría otra alternativa de producción a la que renunciaría el productor por adoptar un uso de la tierra más compatible con la generación del servicio ambiental hídrico.

- ~~///~~ Es necesario reglamentar las leyes que ya existen (Ley Forestal, Ley del Ambiente, Fondo del Ambiente, etc.) y que el gobierno garantice su cumplimiento.

- ~~///~~ El resto de la sociedad tiene que estar consciente de la importancia de un programa para la conservación de bosques y restauración de las subcuencas MN y SF, por tanto, igualmente deben de contribuir a cuidar las áreas dentro del programa. Para ello, éste mecanismo debe de acompañarse de programas de sensibilización y educación ambiental al resto de la población.

- ~~///~~ Se sugiere gestionar financiamiento adicional de parte de organismos donantes para complementar los fondos provenientes del pago por el servicio ambiental hídrico y de esta manera garantizar el cumplimiento en los pagos y el inicio de un programa completo de rehabilitación de las dos subcuencas.

- ~~///~~ Sería recomendable el pago de incentivos (aunque menores) por el establecimiento de cultivos sembrados bajo Sistemas Agroforestales, tales como el café bajo sombra que es muy común en la subcuenca Molino Norte y principalmente para los que hacen uso de “prácticas amigables” con el ambiente.

4.8 Manejo de fondos provenientes del pago por el servicio ambiental hídrico

Tanto de los usuarios del agua potable entrevistados en Matagalpa, como los productores que participaron del estudio, coincidieron en sugerir que el manejo o administración de los fondos provenientes del pago por el servicio ambiental hídrico (fondo ambiental) debería sea realizado en principio por un Organismo No Gubernamental (ONG – no especificado), colocando en segundo lugar a la Alcaldía Municipal de Matagalpa, quien podría fungir como representante del gobierno en el manejo de los fondos.

La propuesta anterior se refleja en el cuadro 22 y representa la opinión directa de los posibles actores a involucrarse en un posible mecanismo de pago por el servicio ambiental hídrico en la zona. Esta propuesta se ve reforzada por las sugerencias expresadas verbalmente en diferentes momentos por muchos de los entrevistados, en el sentido de que opinaban porque el manejo de fondos fuera en principio realizado por un organismo ajeno al gobierno, pero con la

salvedad de que el gobierno interviniera monitoreando y controlando la ejecución de fondos y las actividades consideradas en los acuerdos contractuales propios de este tipo de mecanismo.

Como tercer opción, los usuarios del agua potable propusieron a la Empresa Aguadora de Matagalpa (16%), sin embargo, los productores no fueron de la misma opinión, sugiriendo a una empresa privada en esta categoría. En este caso aduciendo la falta de preocupación que dicha empresa siempre ha mostrado por contribuir a la restauración y conservación de las subcuencas que generan el agua que ésta distribuye.

Cuadro 22. Propuesta para el manejo y administración de los fondos provenientes del Pago por el Servicio Ambiental Hídrico en Matagalpa.

Institución u organismo propuesto	Por los usuarios del agua potable en Matagalpa (% de respuestas)	Por los productores de las subcuencas MN y SF (% de respuestas)
ONG encargada del programa	27	73
Alcaldía de Matagalpa	21	10
Aguadora de Matagalpa (AMAT)	16	0
Empresa Privada encargada del proyecto	15	9
Ministerio del Ambiente (MARENA)	14	4
Otro	4	5
Instituto Nacional Forestal (INAFOR)	3	0

Finalmente es importante recordar que los resultados del presente estudio solo son una base para la posterior definición de un mecanismo detallado de Pago por el Servicio Ambiental Hídrico, por lo que la información generada representa tan solo pautas a considerar para el diseño de el mecanismo a ejecutar, igualmente es importante recalcar en la validez de la información generada al haberse realizado este estudio considerando en todo momento criterios científicos que respaldaran la validez de la información generada y sobre todo la representatividad de los datos para el resto de la población.

5. CONCLUSIONES

- ✍ La estimación de la oferta hídrica disponible reflejó que la subcuenca MN representa un mayor aporte por unidad de área a la oferta hídrica total, en comparación con la subcuenca SF que además mostró mayores volúmenes de escorrentía superficial.
- ✍ Los resultados del análisis de la oferta de agua permitieron observar en forma indirecta que la menor oferta disponible de agua en la subcuenca SF puede estar asociada a la baja cobertura vegetal que predomina en esta subcuenca (caracterizada por cultivos y pastos) a diferencia de la subcuenca MN en la que predominan los sistemas agroforestales y bosque.
- ✍ El balance hídrico (al comparar demanda actual en Matagalpa, con oferta disponible) resultó en un déficit de hasta 62.79 l/s, además se observó una tendencia al aumento en la demanda al proyectarla considerando el futuro crecimiento de la población en la ciudad de Matagalpa.
- ✍ La problemática en cuanto a la escasez de agua en Matagalpa, además de ser un reflejo de la falta de planificación del uso y manejo de los recursos hídricos en la zona, muestra la urgente necesidad de realizar un programa que permita la rehabilitación de las subcuencas MN y SF que históricamente han abastecido de agua a la ciudad.
- ✍ Del total de entrevistados para el estudio de Valoración Contingente (430), el 72% correspondió a mujeres y 28% a hombres, con edades promedio de 39 y 43 años respectivamente. En su mayoría fueron jefes de familia que estaban dispuestos a pagar por el servicio ambiental hídrico y que percibían salarios menores a los C\$ 3,000 córdobas/mes(U\$ 206.00).
- ✍ Los principales problemas ambientales reconocidos por los usuarios del agua potable en la ciudad de Matagalpa, fueron la escasez y contaminación de agua, así como la deforestación y el manejo inadecuado de la basura.
- ✍ Las variables que permitieron explicar la DAP mediante los modelos paramétricos, fueron el valor inicial propuesto, la tenencia de medidor y la edad de los entrevistados.
- ✍ El modelo No Paramétrico permitió estimar medidas del bienestar más consistentes, tanto para el caso de la media, como para la mediana de la DAP. Además los valores obtenidos

tienden a ser menores, lo cual tiene mayor correspondencia con las condiciones socioeconómicas de la mayoría de los entrevistados que según se expresó al inicio de este estudio, se caracterizan por presentar bajos niveles de ingresos.

~~✍~~ A partir de la mediana de la DAP estimada por el modelo no paramétrico con seguimiento (C\$ 21,81 córdobas/familia/mes - U\$ 1,49 dólares), se determinó que de incorporarse el pago por el servicio ambiental hídrico en la tarifa hídrica actual, éste podría generar ingresos de hasta C\$ 2 362 284,72 córdobas/año (U\$ 161 800,32 dólares(año)), los que servirían de base para la conformación de un fondo ambiental que soporte el pago de incentivos a los productores que adopten usos de la tierra consecuentes con la función de captadora de agua de las subcuencas MN y SF.

~~✍~~ El incluir el pago por el PSAH en la economía local podría contribuir al desarrollo socioeconómico de las subcuencas MN y SF, al fungir éste como generador de recursos, movilizador de actores (conflictos sociales, gestión del agua), además de promover una mejora en la calidad de vida (salud), bienestar social y oportunidades para la recreación.

~~✍~~ Existe un alto interés en Matagalpa por el tema del Pago por el Servicio Ambiental Hídrico, esto se manifestó por la presencia de altas autoridades de gobierno, especialistas y representantes de ONG's en las reuniones con grupos focales, así como por la apropiación de la propuesta por parte de los productores en las subcuencas y la alta valoración por parte de los usuarios del agua (indicador de la importancia del servicio para los usuarios).

~~✍~~ La implementación de un mecanismo de PSAH en las subcuencas MN y SF, según los productores, estaría determinada por la cantidad que se proponga como pago por hectárea o incentivo y la institución que se encargue de la implementación y seguimiento del programa, esto último, por la desconfianza en algunas instituciones, pero además puede considerarse como parte del pago, la entrega de plantas, la deducción de impuestos a la tierra, la asistencia técnica y seguimiento a los productores involucrados.

~~✍~~ Se propone modificar la tarifa hídrica actual, considerando los resultados de la presente investigación. El factor que se propone emplear para esta modificación, estaría en dependencia del consumo promedio de agua, siendo para los usuarios con medidor de C\$ 1,09 córdobas/m³ (US\$ 0,0815 dólares/m³) y para los usuarios con conexiones directas de C\$ 0.623 córdobas/m³ (US\$ 0,0426 dólares/m³).

6. RECOMENDACIONES

- ✍ Los resultados obtenidos en cuanto al análisis de la oferta y demanda de agua en la ciudad de Matagalpa, representan pautas a considerar para la implementación de programas de rehabilitación de las cuencas considerados en el presente estudio, debiéndose priorizar la rehabilitación de la subcuenca SF.
- ✍ Definir en investigaciones posteriores áreas prioritarias para la rehabilitación de las subcuencas MN y SF en función de la captación de agua y mejora de su calidad futura.
- ✍ Por limitaciones económicas y razones prácticas, en el presente estudio para la valoración del servicio ambiental hídrico, solo se consideró a los usuarios del agua potable en el sector domiciliario; sin embargo, es recomendable ampliar el estudio a otros sectores (industrial, comercial, instituciones, etc) para conocer su DAP por este servicio y ampliar las posibilidades de financiamiento de un futuro programa de incentivo a los productores de las subcuencas MN y SF.
- ✍ Considerar los resultados obtenidos en el presente estudio como base para el diseño de un mecanismo de PSAH que beneficie, tanto a los usuarios del agua en la ciudad de Matagalpa, como a los productores que destinen sus tierras a mejorar la calidad y captación de agua, y que además motiven a las autoridades municipales e instituciones a continuar las investigaciones que soporten la factibilidad económica para la implementación de este mecanismo.
- ✍ Considerando la opinión, tanto de los productores, como de usuarios del agua potable entrevistados, sería conveniente que el mecanismo específico que se diseñe para el Pago por el Servicio Ambiental Hídrico en Matagalpa, sea sencillo y ágil, de forma que motive la participación de los productores y genere confianza en la población que va a aportar los recursos.
- ✍ Debido a que muchos usuarios del agua potable no conocen lo que significa el pago por el servicio ambiental hídrico, se debería de acompañar el cobro de éste con una campaña de sensibilización y educación ambiental en la que se ayude a reconocer el significado e importancia de los diferentes valores pagados en el recibo de agua.

7. BIBLIOGRAFIA (archivo aparte)

- ACM (Acción cuencas Matagalpa). 1993. Diagnóstico sanitario de las cuencas Molino Norte y San Francisco. ACM. Matagalpa. NI. 32 p.
- Adamowicz, W.; Louviere, J. y Swait, J. 1998. Introduction to Attribute-Based Stated Choice Methods. National Oceanic and Atmospheric Administration. US Department of Commerce. US. 44 p.
- Agua-Latina. 2001. Medio mundo sin agua en el 2050. (en línea). Consultado 16 ene. 2002. Disponible en <http://www.agua-latina.com/articulos2.html>.
- Alpizar, F.; Carlsson, F. y Martinsson, P. 2000. Using Choice Experiments for valuing the environment. (Draft). Göteborg University. SE. 29 p.
- AMAT (Aguadora de Matagalpa). 2001. Proyección de Facturación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Matagalpa en el año 2002. Proyecto de mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario de las ciudades de Matagalpa, Jinotega y Corinto. AMAT. Matagalpa, NI. 14 p.
- Azqueta, DA. 1994^a. Valoración Económica de la Calidad Ambiental. Juan Stumpf Ed. Madrid, ES. McGraw-Hill. 299p.
- Azqueta, DA. 1994^b. La problemática de la gestión óptima de los recursos naturales: Aspectos institucionales. *In* Análisis económico y gestión de recursos naturales. Azqueta, D. y Ferreiro Eds. Alianza Editorial, S.A. Madrid, ES. p 51-98.
- Barrantes, G. y Castro, E. 1999. Estructura Tarifaria Hídrica Ambientalmente Ajustada: Internalización del Valor de Variables Ambientales. Servicios de Economía Ecológica para el Desarrollo, S.A. (S.E.E.D.). Heredia, CR, SEED. 102 p.
- Barrantes, G. y Vega M. 2002. El Servicio Ambiental Hídrico: Aspectos biofísicos y económicos. Instituto de Políticas para la sostenibilidad (IPS). Heredia, CR. 56p.
- Bruijnzeel, LA. 1990. Hidrology of moist knowledge review. París, FR, UNESCO. 224p.
- Carlson, RT.; Hanemann, M. y Mitchell, RC. 1986. Determining the Demand for Public Goods y Simulating Referendums at Different Tax Prices. Universidad de California. US.
- Carrillo, SA. 2001. Valoración Económica del Suministro de Agua en la Microcuenca del Río Gualabo, Morazán. Acción Piloto: Pagos por Servicios Ambientales en la Microcuenca del Río Gualabo, Morazán. CODECA-UCA/MAGMA-DGRNR/MAG-PASOLAC. San Salvador, ES.32 p.
- Costanza, R.; d'Arge, Ralph; de Groot, Rudolf. 1998. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *In* Journal of Ecological Economics, Vol. 25(1).
- Chiang, AC. 1984. Fundamental Methods of Mathematical Economics. 3rd Edition. McGraw-Hill Publishing Company. New York, US. p. 278-280.
- Dixon, JA.; Fallon S, L.; Carpenter, RA. y Sherman, PB. 1994. Análisis Económico de Impactos Ambientales. Piedra, M. y Hearne, R. Ed. Edición Latinoamericana. CATIE. Turrialba, CR, 249 p.
- Dunne, T. y Luna, L. 1986. Water in Environmental Planning. P. irr.
- ENACAL (Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados). 2001. Evaluación y propuesta de utilización para uso potable de la escorrentía superficial que sale de microcuencas localizadas en la región tierras altas del interior. Managua, NI. p. irr.
- Espinoza, N.; Gatica, J y Smyle, J. 1999. El Pago de Servicios Ambientales y el Desarrollo Sostenible en el Medio Rural. Documento de Trabajo. San José, CR. Serie de Publicaciones RUTA No.2. 59 p.
- Faustino, J. 1997. Agua: Recurso estratégico en el futuro de América Central. Revista Forestal Centroamericana. 18 (6). Turrialba, CR, p. 6-12.
- Field, BC. 1995. Economía Ambiental: Una introducción. Martha E. Suárez, Ed. McGraw-Hill. Santafé de Bogotá, CO, 587 p.
- FISE-INIFOM. 1999. Plan de Inversión Municipal 1999-2001: Caracterización y Directrices para el Desarrollo. Alcaldía Municipal de Matagalpa. Matagalpa, NI, s.p.

- FNUAP (Fondo de Población de las Naciones Unidas). 2001. The state of world population. FNUAP. NY, US. Consultado en línea. <http://www.unfpa.org/swp/2001/english/ch01.html>.
- FONAFIFO-PNUD-PMB. 2000. El Desarrollo del Sistema de Pagos de Servicios Ambientales en Costa Rica. FONAFIFO. San José, CR. 64 p.
- Greene, WH. 1997. Econometrics Analysis. Third Edition. Prentice Hall, Inc. US. p 304.
- González, N. 2001. Análisis de Vulnerabilidad de las subcuencas Molino Norte y San Francisco, Matagalpa, Nicaragua. Tesis *Magister Scientiae*. Turrialba, CR, CATIE. 110 p.
- Gómez, M. y Ubeda, M. 1992. Identificación de sistemas agroforestales de las subcuencas de los ríos Molino Norte y San Francisco, Matagalpa, Nicaragua. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria (UNA). Managua, NI. 44p.
- Hanemann, M. 1984^a. Valuing the Environment through Contingent Valuation. *Journal of Economic Perspectives*, 8(4): 19-43.
- Hanemann, M. 1984^b. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete response data. *American Journal of Agricultural Economics*. 66(3) 332-341.
- 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.
- Hanley, N., Spash, C. y Walker, L. 1995. Problems in valuing the benefits of biodiversity protection. *Environmental and Resources Economics*, 5(3): 249-272.
- Hernández, O. 2001. Valoración económica del recurso hídrico, subcuenca Jones, Sierra de las Minas, Guatemala. Tesis *Magister Scientiae*. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 122p.
- Hernández, V. 2001. Valoración económica del recurso hídrico, subcuenca Jones, Sierra de las Minas, Guatemala.
- HCG/POSAF (Hilsinki Consulting group Ltd./ Programa Socioambiental y Forestal). 2001. Definición de cuencas y subcuencas prioritarias de Nicaragua y elaboración de planes de ordenamiento para áreas de acción del POSAF: Tercer informe de Progreso. HCG. Managua, NI. 91 p.
- Herrador, D. 1999. El agro Salvadoreño y los Servicios Ambientales: hacia una estrategia de revegetación. PASOLAC, NI. *In* Memorias Segunda Bolsa de Oferta y Demanda de Tecnologías en Coservacion de suelos y Aguas. Managua, NI. P 68-71
- Hoeks, J. 1996. Development of decision support tools for water management. *In* Utilización y manejo sostenible de los recursos hídricos. Reynolds Vargas, Ed. Heredia, CR, p. 63-80.
- INEC (Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos). 2001. Estimaciones Municipales elaboradas en la Dirección de Estadísticas Sociodemográficas. INEC. Managua, NI. sp.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2001. Estadísticas de Variables Climáticas Matagalpa-Jinotega. INETER. Managua, NI. 13 p.
- _____. 2002. Precipitaciones y evapotranspiración de estaciones meteorológicas (13 estaciones de Matagalpa-Jinotega. INETER. Managua, NI. 13 p.
- INIFOM-AMUNIC (Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal-Asociación de Municipios de Nicaragua). 2001. Caracterización del Departamento de Matagalpa. (en línea). Consultado el 9 de diciembre 2001. <http://www.inifom.gob.ni/caracterizaciones>
- Jones, J. 2000. Curso Evaluación de Recursos Naturales, ejercicio IDRISI. CATIE. Turrialba, CR. P.irr.
- Kaimowitz, D. 2001. Cuadro medias verdades acerca de la relación bosques y agua en Centroamérica. Centro de Investigaciones Forestales Internacionales (CIFOR)
- Kriström, B. 1990. A Non-Parametric Approach to the Estimation of Welfare Measures in Discrete Response. *Valuation Studies. In Land Economics*. Vol. 66(2).
- Ley Forestal 7575 . 1998. Diario Oficial La Gaceta No.72, Costa Rica. San José, CR. 9p.
- Loomis, JB. 1989. Test-Retest reliability of the contingent valuation method: a comparison of general population and visitor responses. *American Agricultural Economic Association*. 79(1).

- López A, CM. 1998. Retorno financiero de las actividades agrícolas, forestal y ecoturismo en el volcán San Pedro, Guatemala. Tesis Magister Scientiae. Turrialba, CR, CATIE. 115 p.
- Luna L, A. 1998. El bosque protector. Segunda Ed. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida, VE p. 20-22.
- Maddala, GS. 1985. Econometría. McGraw-Hill. México, DF. MX. 546p.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2002. Mapa de temperaturas de Nicaragua en formato digital. MAGFOR, Unidad de Sistemas de Información Geográfica. Managua, NI.
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2000. Informaciones físico natural y socioeconómica del Departamento de Matagalpa. Dirección de Estrategias Territoriales. Managua, NI. Disco compacto de 8mm.
- MMA (Ministerio del Ambiente). 1998. Memoria técnica de la Estrategia Nacional del agua: reflexiones sobre los requerimientos para la administración de oferta hídrica nacional. 2. ed. MMA. Santafé de Bogotá, CO.
- Marozzi, M. 1996. Métodos de Valoración Económica del Servicio de Agua Potable: Ajustes para la sostenibilidad del recurso. *In Utilización y manejo sostenible de los recursos hídricos.* Reynolds Vargas, Ed. Heredia, CR. P 81-88.
- Mejía A, C. 2000. Estimación del valor de la calidad del agua en la cuenca del río Acelhuate de El Salvador. Tesis *Magister Scientiae*. Turrialba, CR, CATIE. 113 p.
- McConnell, KE.; Wenginger, Q. y Strand IE. 1999. Joint Estimation of Contingent Valuation and truncated recreational demands. *In Valuing Recreation and the Environment: revealed preference methods in the theory and practice.* Ed. JA Herriges y CL Kling. Massachusetts, US, Edward Elgar Publishing, Inc. p. 199-215.
- Merayo, O. 1998. *Valoración Económica del agua potable en la cuenca el Río Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.* Tesis Magister Scientiae. CATIE. Turrialba, CR. 148 p.
- Nielsen, RD. y Hjelmfelt, AT. Jr. 2002. Hidrologic Soil Group Assignment. Consultado en línea 14/Sept./2002. <http://www.wcc.nrcs.usda.gov/water/quality/common/techpapers/hspaper.pdf>.
- NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration. 1993. Report of the NOAA panel on contingent valuation (1993) National Oceanic and Atmospheric Administration. Registro Federal 58, 4602-4614.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 1993. Water resources: progress in the implementation of the Mar del Plata Action Plan and of Agenda 21 on water-related issues. Report of the Secretary-General ONU. Consultado en línea: <http://www.un.org/documents/ecosoc>
- Ortiz, R. sf. Valoración económica en ecosistemas naturales. Área de Economía y Sociología Ambiental. CATIE. Turrialba, CR. p. 1-5.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 2000. Bases conceptuales sobre el Pago por Servicios Ambientales. PASOLAC. Managua, NI. 12 p.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central. 2001. Memoria del Taller Regional Sobre Acciones Piloto de Pago por Servicios Ambientales (PSA). Managua, NI. p 7-10.
- PASOLAC-CMB. 2002. Pagos por servicios ambientales: Conceptos, principios y su realización a nivel municipal. 2da. Edición. PASOLAC-CBM. Managua, NI. 70 p.
- Pearce, DW. y Turner, RK. 1995. Economía de los recursos naturales y del medio ambiente. Trad.CA, Balboa y PC, Palacín. ES. Edigrafos, S.A. 442 p.
- 4.4.1 Pearce, Makandya y Barbier. 1989. Blue print for a Green Economy. The London Environmental Economic Center. Earthscan Publications. London, UK. p 7-11.

- Pérez, C.; Barzev, R. y Herlant, P. 2000. Algunos elementos para la concepción de acciones de pagos por servicios ambientales. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central (PASOLAC). Managua, NI, 20 p.
- PCM (Proyecto Cuencas-Matagalpa), 1994. Proyecto intersectorial de restauración y desarrollo de las cuencas abastecedoras de agua de la ciudad de Matagalpa. Matagalpa, NI, 42 p.
- PCM (Proyecto Cuencas-Matagalpa), 2001. Propuesta II Etapa Proyecto Cuencas-Matagalpa. Matagalpa, NI. p. irr.
- Pinazzo, JA. 1996. Valoración de dos parques nacionales en Costa Rica mediante Valoración Contingente. *In* Memorias del Panel: La valoración de los recursos naturales como base para la producción y el sustento de la vida. Turrialba, CR. 15p.
- POSAF-MARENA-DGAP, 2001. Estudio de Factibilidad de Modelos de Comanejo en 4 Áreas Protegidas. Managua, NI, p. irr.
- PRISMA (Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente). 2001. Valoración Económica del Agua para el Área Metropolitana de San Salvador. San Salvador, El Salvador. 26 p.
- Quezada, J. 2000. Qué son los Bienes y Servicios Ambientales?. *In* Foro Regional: Pago por Servicios Ambientales con énfasis en Agricultura Sostenible de Laderas. San Salvador, ES. P. 5-7.
- Reynolds, V. 1996. Las aguas subterráneas de Costa Rica: Un recurso en peligro. *In* Utilización y manejo sostenible de los recursos hídricos. Reynolds Vargas, Ed. Heredia, CR. p. 157-164.
- Romero, C. 1997. Economía de los recursos ambientales y naturales. 2da. Edición ampliada. Madrid, ES. Alianza Editorial, S.A. 214 p.
- Saz, S.; Pérez y Pérez; Barreiro, L. 1997. Valoración Contingente y protección de espacios naturales. *Revista Valenciana D'estudios Autònomicos*. Número 23.
- Salgado A, LJ. 1996. Valoración económica del agua para uso urbano, proveniente del Parque Nacional La Tigra, Tegucigalpa, Honduras.
- Sánchez, D. 2001. ECOMERCADO: Una realidad en Costa Rica. San José, CR. 22 p.
- SCS-USDA. 1972. The Curve Number Method. Consultado en línea. 10/10/2002. . <http://www.nrcs.usda.com>
- Scheaffer, RL.; Mendenhall, W. y Ott, L. 1987. Elementos de Muestreo. Iberoamérica, S.A. México, D.F. MX.
- Shultz, S. 1997. La valoración de recursos naturales y ambientales no basada en el mercado en Centroamérica y el Caribe. *Revista de la CEPAL* No.63. Santiago de Chile, CH. p 5 -76.
- Shultz, S; Pinazzo, J.; Cifuentes, M. The contingent valuation method to determinate entrance fees to national parks in Costa Rica. 1997. *In* Actas 3ra. semana científica. CATIE. Turrialba, CR,
- Stadmüller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo. CATIE. Colección Silvicultura del Manejo de Bosques Naturales. No.10. 62 p.
- Steward, DW. Y Shamdasani, PN. 1998. Focus Group Research: Exploration and discovery. *In* Handbook of Applied Social Research Methods. Leonard Bickman y Debra J.Rog Editores. SAGE Publications, Inc. California, US.. p 205-225.
- Thomas, JF. 1999. Valuing the costs and benefits of water use. The Resource Economics Unit. Perth, W.A, US. P 6-7.
- Valera M, Vladimir. 1998. Valoración Económica de los recursos hídricos de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, Costa Rica. Tesis de Magister Scientiae. Turrialba, CR, CATIE. 114 p.
- Winpenny, J.T. 1993. Values for the environment: A guide to economic appraisal. Second Edition. London, UK, Overseas Development Institute. 277p.
- Whittington, D. 2002. Improving the Performance of Contingent Valuation Studies in Developing Countries. *Environmental and Resources Economics*. 22: 323-367.

ANEXO I

Distribución de encuestas por barrio y tipo de conexión de agua potable.

4No.	Barrio/Colonia/Reparto	Conexión Directa	Conexión con Medidor	Total	%
1	Bo. Edmundo Castellón	8		8	1,86
2	Bo. Walter Mendoza	23		23	5,35
3	Col. Ruben Darío		9	9	2,09
4	Las Marías	12		12	2,79
5	Bo. Totolate Abajo	5	5	10	2,33
6	Bo. Totolate Arriba	5		5	1,16
7	Bo. Santa Teresita	17		17	3,95
8	Bo. Pancasán	16	6	22	5,12
9	Bo. Guanuca	13	22	35	8,14
10	Bo. 5 de Junio	8	5	13	3,02
11	Bo. Fanor Jáez	10	7	17	3,95
12	Bo. Liberación	7		7	1,63
13	Bo. 25 de Abril	6		6	1,40
14	Bo. Fco. Moreno I	16		16	3,72
15	Bo. Fco. Moreno II	15		15	3,49
16	Bo. Yaguare	8	5	13	3,02
17	Bo. Central		13	13	3,02
18	Bo. Palo Alto	9		9	2,09
19	Bo. Germán Pomares	10		10	2,33
20	Bo. Aquiles Boniche	5		5	1,16
21	Bo. Carlos Fonseca		30	30	6,97
22	Bo. El Progreso	14	13	27	6,28
23	Bo. Rodolfo López	14		14	3,25
24	Bo. Benjamín Linder	8		8	1,86
25	Reparto 1ro. de Mayo	10		10	2,33
26	Bo. El Cementerio		15	15	3,49
27	Bo. Otoniel Aráuz	8	7	15	3,49
28	Bo. Sandino	11		11	2,55
29	Bo. Marvin Alvarado	10		10	2,33
30	Res. Lomas de Guadalupe		5	5	1,16
31	Bo. La Virgen	20		20	4,65
TOTAL		288	142	430	100



ANEXO II



ENCUESTA PARA EL ESTUDIO DE "VALORACION ECONOMICA DEL SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO ASOCIADO AL USO POTABLE DEL AGUA PROVENIENTE DE LAS SUBCUENCAS MOLINO NORTE Y SAN FRANCISCO, MATAGALPA"

Señor, Señora: Venimos de parte del **Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)** y el **Programa Socio-Ambiental y Forestal (POSAF)**, estamos recopilando información para un estudio sobre la valoración económica servicio ambiental hídrico asociado al uso potable del agua por parte de la población en el área urbana de Matagalpa y sobre el conocimiento de la población acerca del problema de escasez del agua y sus causas.

Mucho le agradeceríamos nos concediera unos minutos de su tiempo para obtener información que será muy importante para nuestro estudio. Toda la información brindada será manejada **confidencialmente** y solo tiene **carácter académico**. Para mayor información sobre este estudio favor llamar al teléfono 2440731 a la Ing. Jannette Gutiérrez que con gusto se la brindará o le atenderá.

Primera Parte: CONOCIMIENTO ACERCA DEL USO Y LA PROBLEMÁTICA DEL AGUA EN MATAGALPA

Instrucciones: Lea bien la pregunta y marque así en el recuadro de acuerdo a su opinión en cada pregunta:

1) Indique los 3 problemas ambientales en su comunidad que más le afectan y deberían ser resueltos rápidamente?

- | | | | | | |
|---------------------|---|--------------------------|---|--------------------------|---|
| 1 Basura | † | 2 Contaminación de aguas | † | 3 Contaminación del aire | † |
| 4 Deforestación | † | 5 Escasez del agua | † | 6 Uso de insecticidas | † |
| 7 Erosión del suelo | † | 8 Escasez de leña | † | | |

2) Conoce usted de dónde proviene el agua que utiliza en su casa? Indique solo una fuente de agua:

- | | | | | | |
|-----------|---|---------------------|---|--------------------|---|
| 1 Managua | † | 2 Río San Francisco | † | 3 Río Molino Norte | † |
| 4 Pozos | † | 5 Cerro Apante | † | 6 No sabe | † |

3) En su opinión la calidad del agua potable que usted recibe es:

- | | | | | | |
|---------|---|-----------|---|--------|---|
| 1 Buena | † | 2 Regular | † | 3 Mala | † |
|---------|---|-----------|---|--------|---|

4) Ha notado o escuchado sobre cambios o contaminación de las aguas de alguno de los ríos cercanos?

- | | | | |
|----|---|----|---|
| Sí | † | No | † |
|----|---|----|---|

5) En su opinión cuál es la causa principal de la contaminación de las aguas de éste/éstos ríos?

- | | | | | | |
|-----------------------|---|--------------------------------|---|-----------------|---|
| 1 Uso de insecticidas | † | 2 Depositación de aguas mieles | † | 3 Deforestación | † |
| 4 Erosión de suelos | † | 5 Aguas negras | † | | |

6) Quién le vende el agua para uso doméstico en su casa?

- | | | | | | |
|--------|---|--------------------|---|------------------|---|
| 1 AMAT | † | 2 Proyecto Privado | † | 3 Mediante Pipas | † |
|--------|---|--------------------|---|------------------|---|

4 Otro † Cuál? Podría mencionarlo por favor: _____

5 No sabe † →

7) Considera ud. Que el agua es importante para su vida y la de su familia? **Sí** † **No** †

8) Cree usted que conservando los bosques se puede mejorar la disponibilidad del agua en la ciudad?

- | | | | |
|----|---|----|---|
| Sí | † | No | † |
|----|---|----|---|

9) De quién cree usted es responsabilidad cuidar los bosques en Matagalpa? (marque solo una opción)

- 1 Productores privados † 2 Alcaldía Municipal † 3 Toda la población †
4 MARENA † 5 Otro (Menciónelo por favor) _____

Ahora le explicaré un poco sobre el ciclo hidrológico y la función de los bosques en la captación y mejoramiento de la calidad de las aguas y le indicaré algunos datos:

- ✂ Más del 65% del agua que distribuye AMAT proviene de los Ríos Molino Norte y San Francisco.
- ✂ En los últimos años el caudal de éstos ríos ha venido disminuyendo y su calidad también.
- ✂ En el valor que usted paga en el recibo de agua no se considera el valor del agua, solo lo que le cuesta a la empresa aguadora el tratamiento y llevar el agua hasta su casa, o sea que el agua es un bien público y como nadie se responsabiliza por cuidarla, cada vez se escasea más.
- ✂ Con esta investigación se plantea la posibilidad de desarrollar un programa de pago por servicios ambientales para incentivar la reforestación de las subcuencas que abastecen de agua a Matagalpa y mejorar su disponibilidad y calidad en el futuro.
- ✂ Usted como usuario del agua podría apoyar económicamente éste esfuerzo por recuperar y conservar las cuencas que captan el agua para que no se sigan degradando y mejorar la cantidad y calidad del agua en el futuro (el valor que usted pagaría representa el valor del SERVICIO AMBIENTAL HÍDRICO).

Segunda Parte: PREGUNTAS SOBRE LA DISPOSICION A PAGAR PARA LA RESTAURACION DE LAS

SUBCUENCAS HIDROGRAFICAS QUE ABASTECEN EL AGUA:

12) Si se desarrollara un proyecto de reforestación y pago de incentivos a los productores que conservan el bosque de donde usted toma agua, estaría dispuesto a contribuir con al menos C\$ _____ córdobas **adicionales en su factura mensual de agua** para proteger y restaurar las subcuencas y mejorar la calidad y disponibilidad del agua en el futuro?

Si †

(Si su respuesta fue **Si**, pase a la pregunta 11)
pregunta 12)



No †

(Si su respuesta fue **No**, pase a la



11) Podría pagar C\$ _____ córdobas adicionales?
pagaría C\$ _____?

Si †

No †

12) Si no puede pagar lo anterior,

Si †

No †

13) Si respondió que No a las preguntas 10 y 12, permítanos conocer cuáles fueron los **motivos de que Ud. no esté interesado** en apoyar la protección y restauración de las subcuencas que le suministran el agua?

- 1 No me interesa la propuesta †
2 Por razones económicas †
3 Es responsabilidad del Gobierno †
4 Me ofrecen mal servicio, casi nunca llega el agua a la casa o esta sucia †
5 Desconfianza en instituciones † 6 Otra † Favor indicar cuál? _____

14) En su opinión, qué institución sería la más indicada para administrar los fondos para la restauración de las cuencas que abastecen agua a Matagalpa?

- 1 AMAT † 2 MARENA † 3 Municipalidad † 4 INAFOR †

Ultima parte: INFORMACION SOCIOECONOMICA DEL ENTREVISTADO:

La información que finalmente le solicitamos es necesaria para completar nuestro análisis, por favor trate de responder con la mayor sinceridad posible, recuerde que su información es confidencial.

15) Es usted jefe de familia? Si † No †

16) Cuántas personas conforman su familia? el número)

17) La máxima categoría de estudio alcanzada por usted fue:
1 No ha estudiado † 3 Estudió Secundaria † 5 Estudios Superiores †
2 Estudió Primaria † 4 Estudios Técnicos †

18) Tiene usted un trabajo formal actualmente?

Si trabajo † No trabajo †

19) Cuánto paga mensualmente por el suministro de agua C\$ _____ Consumo en barriles: _____

20) Tiene actualmente medidor de agua? Si † No †

21) Indique por favor en cuál de los rangos siguientes se encuentran los ingresos mensuales de su familia (de usted y familia directa): Los valores son en Córdoba

1 Menos de 1000 † 3 De 3001 a 5000 † 5 De 8001 a 10,000 †
2 De 1001 a 3000 † 4 De 5001 a 8000 † 6 Más de 10,000 †

?? Muchas gracias por su colaboración **Esto debe ser llenado por el (la)**

?? Los resultados de este estudio **encuestador (a):** _____ ilpa la Empresa
Aquadora

Fecha: ____/____/2002 Número de Encuesta

Hora inicio: _____ AM/PM Hora final:
_____ AM/PM

Ubicación (Colonia/Barrio)

Sexo F † M Edad aproximada:

ANEXO III



ENCUESTA A PRODUCTORES DE LAS SUBCUENCAS MOLINO NORTE Y SAN FRANCISCO PARA CONOCER SU DISPOSICIÓN A PARTICIPAR DE MECANISMOS DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

Introducción

La presente encuesta pretende conocer la disposición de los productores de las subcuencas MN y SF para participar de un programa de pago por servicios ambientales con énfasis en el pago por el servicio ambiental hídrico, en el que se establezcan relaciones de beneficio mutuo entre los productores como oferentes de servicios hidrológicos en sus fincas y los usuarios de éstos servicios en la ciudad.

Esta información servirá de insumo para un estudio de maestría será puesto a disposición de las autoridades municipales de Matagalpa una vez concluido y para que sea considerado como base para el diseño de futuros mecanismos de Pago por Servicios Ambientales en Matagalpa.

Información específica sobre la finca:

Nombre del productor y de su finca :

Area total de la finca : _____ Manzanas _____ Hectareas.

Subcuenca a la que pertenece : Molino Norte † San Francisco

†

Parte de la cuenca donde se ubica la finca: Alta † Media † Baja

†

Información general solicitada:

¿¿ Cuál es el área (en manzanas) de su finca que dedica actualmente a:

Cultivos (incluyendo hortalizas) _____. **Ganadería** _____ **Bosque**
_____ **Agroforestal** (cultivos combinados con Arboles) _____ **Otro uso** :

¿¿ Ha notado usted cambios en la calidad y cantidad del agua en los ríos cercanos a su finca?

Si † **No †**

¿¿ Conoce o ha escuchado hablar sobre la función de las cuencas hidrográficas en la captación de aguas?

Si † **No †**

¿¿ Cree usted que la presencia del bosque contribuya a mejorar la captación o recarga de agua de la cuenca?

Si † **No †**

¿¿ Ha escuchado antes sobre programas de “Pagos por Servicios Ambientales” donde los usuarios de los servicios del bosque (como el agua) pagan a los propietarios que contribuyen a mejorar la cantidad y calidad del agua?

Si † **No †**

¿¿ Estaría usted dispuesto a participar de un programa de Pago por Servicios Ambientales que incentive a los productores que mantengan sus tierras bajo cobertura forestal?

Si † **No †**

¿¿ Si usted tiene bosque actualmente en su finca, podría indicarme cuál es la **cantidad mínima** de dinero que **aceptaría por año para mantener una hectárea de este bosque** sin cortarlo y garantizando su cuidado? C\$_____/ Año. ó U\$ _____/Año

¿¿ Podría usted indicar cuál es la **cantidad mínima** de dinero que aceptaría por año para **cambiar una hectárea de cultivo por una de bosque**, considerando que usted lo plantaría y conservaría para ayudar a mejorar la disponibilidad y calidad del agua en la ciudad?

C\$_____/ Año_ ó U\$ _____/Año

¿¿Cuál es la cantidad mínima de dinero que aceptaría por año para cambiar **una hectárea de tierra bajo uso ganadero, por una de bosque**, considerando que usted lo plantaría y conservaría para ayudar a mejorar la disponibilidad y calidad del agua en la ciudad?
C\$_____/Año ó U\$ _____/Año

¿¿ Si se le mantuviera cada año el pago que indicó anteriormente, que cantidad de su finca introduciría bajo este mecanismo de financiamiento:

1 Toda la finca † 2 La mitad de la finca † 3 Menos de la mitad †

¿¿ Qué otro mecanismo de pago aceptaría para garantizar la conservación de los bosques o para que usted establezca plantaciones forestales en su finca?

¿¿ Estaría en disposición de firmar un convenio o contrato donde se comprometa a mantener el bosque o a manejarlo adecuadamente para garantizar que brinde los servicios ambientales que se le pagarían a través de incentivos :

Si † No

¿¿ Qué institución considera Ud. sería la más indicada para administrar los fondos para la restauración de las cuencas que abastecen agua a Matagalpa y que provengan del Pago por el Servicio Ambiental Hídrico?

1 AMAT † 2 MARENA † 3 Alcaldía/Municipalidad † 4 INAFOR †
5 ONG encargada del proyecto † 6 Empresa privada encargada del proyecto †
7 Otro † Cuál _____

Muchas gracias por su colaboración con el presente estudio.

ANEXO IV

Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN	Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN
1	5	10	3	1	0	0	0	55	10	20	5	0	1	0	0
2	10	20	5	0	1	0	0	56	50	51	30	1	0	0	0
3	30	50	20	1	0	0	0	57	30	50	20	0	0	0	1
4	30	50	20	0	0	0	1	58	5	10	3	1	0	0	0
5	30	50	20	1	0	0	0	59	30	50	20	0	0	1	0
6	5	10	3	1	0	0	0	60	5	10	3	1	0	0	0
7	50	51	30	0	1	0	0	61	50	51	30	0	0	0	1
8	30	50	20	0	1	0	0	62	20	30	10	0	1	0	0
9	10	20	5	1	0	0	0	63	50	51	30	0	1	0	0
10	50	51	30	0	0	0	1	64	30	50	20	0	1	0	0
11	50	51	30	0	1	0	0	65	5	10	3	1	0	0	0
12	10	20	5	1	0	0	0	66	30	50	20	0	1	0	0
13	5	10	3	0	1	0	0	67	50	51	30	1	0	0	0
14	30	50	20	0	0	0	1	68	30	50	20	0	1	0	0
15	10	20	5	1	0	0	0	69	20	30	10	0	0	1	0
16	5	10	3	0	1	0	0	70	20	30	10	0	0	1	0
17	10	20	5	0	1	0	0	71	20	30	10	0	1	0	0
18	20	30	10	0	0	0	1	72	10	20	5	0	1	0	0
19	30	50	20	0	1	0	0	73	10	20	5	0	1	0	0
20	20	30	10	0	0	1	0	74	5	10	3	1	0	0	0
21	5	10	3	1	0	0	0	75	50	51	30	0	0	1	0
22	20	30	10	1	0	0	0	76	20	30	10	0	1	0	0
23	30	50	20	0	1	0	0	77	10	20	5	0	1	0	0
24	10	20	5	0	0	0	1	78	5	10	3	0	1	0	0
25	50	51	30	0	0	1	0	79	50	51	30	1	0	0	0
26	30	50	20	0	1	0	0	80	30	50	20	0	1	0	0
27	5	10	3	1	0	0	0	81	20	30	10	0	1	0	0
28	30	50	20	0	0	0	1	82	20	30	10	0	1	0	0
29	10	20	5	0	1	0	0	83	30	50	20	0	1	0	0
30	20	30	10	1	0	0	0	84	20	30	10	1	0	0	0
31	30	50	20	0	0	0	1	85	20	30	10	1	0	0	0
32	5	10	3	0	1	0	0	86	10	20	5	0	0	1	0
33	30	50	20	0	0	0	1	87	20	30	10	0	0	1	0
34	5	10	3	0	1	0	0	88	10	20	5	1	0	0	0
35	5	10	3	1	0	0	0	89	10	20	5	0	1	0	0
36	30	50	20	0	0	0	1	90	10	20	5	0	1	0	0
37	10	20	5	1	0	0	0	91	10	20	5	0	1	0	0
38	10	20	5	0	1	0	0	92	30	50	20	1	0	0	0
39	20	30	10	0	0	0	1	93	10	20	5	1	0	0	0
40	20	30	10	0	0	1	0	94	10	20	5	1	0	0	0
41	20	30	10	0	0	1	0	95	30	50	20	0	0	1	0
42	20	30	10	0	0	1	0	96	20	30	10	0	0	1	0
43	30	50	20	0	0	1	0	97	10	20	5	0	1	0	0
44	5	10	3	0	1	0	0	98	50	51	30	0	0	1	0
45	20	30	10	0	1	0	0	99	5	10	3	1	0	0	0
46	5	10	3	0	1	0	0	100	30	50	20	1	0	0	0

47	5	10	3	1	0	0	0	101	50	51	30	0	0	0	1
48	5	10	3	1	0	0	0	102	30	50	10	0	1	0	0
49	5	10	3	1	0	0	0	103	50	51	30	0	0	0	1
50	20	30	10	0	0	1	0	104	50	51	30	0	0	1	0
51	10	20	5	0	1	0	0	105	30	50	20	0	1	0	0
Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN	Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN
52	30	50	20	1	0	0	0	106	5	10	3	1	0	0	0
53	30	50	20	1	0	0	0	107	50	51	30	0	1	0	0
54	50	51	30	1	0	0	0	108	10	20	5	0	1	0	0
109	20	30	10	0	1	0	0	163	5	10	3	0	0	1	0
110	20	30	10	0	1	0	0	164	30	50	20	0	0	0	1
111	5	10	3	1	0	0	0	165	30	50	20	0	1	0	0
112	30	50	20	0	1	0	0	166	20	30	10	0	0	0	1
113	30	50	20	0	0	0	1	167	5	10	3	1	0	0	0
114	30	50	20	1	0	0	0	168	20	30	10	0	0	1	0
115	5	10	3	0	1	0	0	169	10	20	5	0	1	0	0
116	30	50	20	1	0	0	0	170	30	50	20	0	0	0	1
117	30	50	20	0	1	0	0	171	10	20	5	0	1	0	0
118	30	50	20	1	0	0	0	172	10	20	5	0	0	0	1
119	50	51	30	0	1	0	0	173	20	30	10	0	0	0	1
120	5	10	3	1	0	0	0	174	50	51	30	0	0	0	1
121	5	10	3	0	1	0	0	175	5	10	3	0	0	1	0
122	5	10	3	0	0	0	1	176	5	10	3	1	0	0	0
123	5	10	3	1	0	0	0	177	20	30	10	0	1	0	0
124	10	20	5	0	1	0	0	178	20	30	10	0	0	1	0
125	50	51	30	0	0	1	0	179	30	50	20	0	1	0	0
126	5	10	3	0	1	0	0	180	20	30	10	0	1	0	0
127	50	51	30	0	0	0	1	181	5	10	3	0	1	0	0
128	50	51	30	0	0	0	1	182	50	51	30	0	0	1	0
129	5	10	3	1	0	0	0	183	10	20	5	0	1	0	0
130	20	30	10	0	0	1	0	184	5	10	3	1	0	0	0
131	20	30	10	0	1	0	0	185	20	30	10	0	1	0	0
132	5	10	3	1	0	0	0	186	5	10	3	1	0	0	0
133	5	10	3	1	0	0	0	187	30	50	20	0	1	0	0
134	10	20	5	1	0	0	0	188	10	20	5	0	0	1	0
135	20	30	10	0	0	1	0	189	20	30	10	1	0	0	0
136	20	30	10	0	1	0	0	190	50	51	30	0	0	0	1
137	20	30	10	0	1	0	0	191	30	50	20	0	0	0	1
138	20	30	10	1	0	0	0	192	20	30	10	0	0	1	0
139	5	10	3	1	0	0	0	193	20	30	10	0	0	0	1
140	5	10	3	1	0	0	0	194	5	10	3	1	0	0	0
141	10	20	5	0	1	0	0	195	10	20	5	0	0	1	0
142	5	10	3	0	0	0	1	196	5	10	3	1	0	0	0
143	10	20	5	0	1	0	0	197	50	51	30	0	0	0	1
144	5	10	3	1	0	0	0	198	30	50	20	0	1	0	0
145	5	10	3	1	0	0	0	199	30	50	20	0	0	0	1
146	30	50	20	0	0	0	1	200	50	51	30	0	1	0	0
147	50	51	30	0	0	0	1	201	5	10	3	0	1	0	0
148	10	20	5	1	0	0	0	202	30	50	20	0	0	0	1
149	10	20	5	0	1	0	0	203	10	20	5	1	0	0	0

150	50	51	30	0	0	0	1	204	5	10	3	1	0	0	0
151	20	30	10	0	1	0	0	205	10	20	5	0	0	0	1
152	5	10	3	0	0	1	0	206	20	30	10	0	0	1	0
153	10	20	5	0	1	0	0	207	20	30	10	0	1	0	0
154	5	10	3	1	0	0	0	208	5	10	3	1	0	0	0
155	5	10	3	1	0	0	0	209	30	50	20	0	0	0	1
156	5	10	3	1	0	0	0	210	5	10	3	1	0	0	0
157	50	51	30	0	0	1	0	211	5	10	3	1	0	0	0
158	5	10	3	0	1	0	0	212	20	30	10	0	1	0	0
Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN	Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN
159	10	20	5	0	1	0	0	213	30	50	20	0	1	0	0
160	5	10	3	1	0	0	0	214	50	51	30	0	1	0	0
161	10	20	5	1	0	0	0	215	30	50	20	0	0	0	1
162	10	20	5	0	1	0	0	216	50	51	30	0	0	0	1
217	20	30	10	1	0	0	0	271	5	10	3	1	0	0	0
218	5	10	3	0	1	0	0	272	10	20	5	0	0	1	0
219	50	51	30	0	0	0	1	273	5	10	3	1	0	0	0
220	20	30	10	0	0	0	1	274	10	20	5	0	0	0	1
221	20	30	10	0	0	0	1	275	20	30	10	1	0	0	0
222	30	50	20	0	1	0	0	276	50	51	30	0	0	0	1
223	20	30	10	0	1	0	0	277	50	51	30	0	0	1	0
224	30	50	20	0	0	1	0	278	10	20	5	0	1	0	0
225	5	10	3	1	0	0	0	279	10	20	5	1	0	0	0
226	10	20	5	0	1	0	0	280	20	30	10	0	0	0	1
227	5	10	3	1	0	0	0	281	20	30	10	0	0	1	0
228	20	30	10	1	0	0	0	282	10	20	5	1	0	0	0
229	5	10	3	1	0	0	0	283	10	20	5	1	0	0	0
230	10	20	5	0	1	0	0	284	50	51	30	0	0	1	0
231	20	30	10	0	0	0	1	285	50	51	30	0	0	1	0
232	20	30	10	0	0	1	0	286	30	50	20	0	1	0	0
233	10	20	5	0	0	1	0	287	20	30	10	1	0	0	0
234	20	30	10	1	0	0	0	288	5	10	3	1	0	0	0
235	30	50	20	0	1	0	0	289	50	51	30	1	0	0	0
236	20	30	10	0	0	0	1	290	30	50	20	1	0	0	0
237	5	10	3	1	0	0	0	291	20	30	10	0	1	0	0
238	5	10	3	1	0	0	0	292	50	51	30	0	0	0	1
239	20	30	10	0	1	0	0	293	50	51	30	0	1	0	0
240	10	20	5	0	1	0	0	294	10	20	5	1	0	0	0
241	50	51	30	0	0	1	0	295	10	20	5	1	0	0	0
242	5	10	3	1	0	0	0	296	5	10	3	1	0	0	0
243	20	30	10	1	0	0	0	297	50	51	30	0	0	1	0
244	30	50	20	0	0	1	0	298	10	20	5	0	1	0	0
245	10	20	5	0	1	0	0	299	5	10	3	1	0	0	0
246	30	50	20	0	0	0	1	300	10	20	5	0	0	0	1
247	5	10	3	1	0	0	0	301	10	20	5	1	0	0	0
248	20	30	10	0	1	0	0	302	30	50	20	0	0	0	1
249	50	51	30	0	0	1	0	303	10	20	5	0	1	0	0
250	5	10	3	1	0	0	0	304	10	20	5	1	0	0	0
251	10	20	5	0	1	0	0	305	30	50	20	0	0	1	0
252	30	50	20	0	1	0	0	306	30	50	20	0	1	0	0

253	10	20	5	0	0	0	1	307	10	20	5	0	1	0	0
254	30	50	20	0	1	0	0	308	20	30	10	0	1	0	0
255	50	51	30	0	0	1	0	309	5	10	3	1	0	0	0
256	20	30	10	0	1	0	0	310	50	51	30	0	0	1	0
257	10	20	5	1	0	0	0	311	30	50	20	0	0	1	0
258	10	20	5	1	0	0	0	312	30	50	20	0	1	0	0
259	20	30	10	0	1	0	0	313	10	20	5	0	1	0	0
260	10	20	5	0	1	0	0	314	50	51	30	0	0	1	0
261	30	50	20	0	0	0	1	315	20	30	10	0	1	0	0
262	20	30	10	0	1	0	0	316	10	20	5	0	0	1	0
263	30	50	20	0	0	1	0	317	30	50	20	0	0	1	0
264	10	20	5	0	1	0	0	318	30	50	20	0	0	1	0
265	30	50	20	0	1	0	0	319	30	50	20	0	0	1	0
Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN	Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN
266	20	30	10	0	0	1	0	320	10	20	5	0	1	0	0
267	50	51	30	0	0	0	1	321	10	20	5	1	0	0	0
268	50	51	30	0	0	0	1	322	30	50	20	0	1	0	0
269	10	20	5	0	1	0	0	323	20	30	10	1	0	0	0
270	10	20	5	0	1	0	0	324	5	10	3	0	1	0	0
325	30	50	20	1	0	0	0	379	20	30	10	1	0	0	0
326	10	20	5	1	0	0	0	380	30	50	20	0	0	0	1
327	20	30	10	0	1	0	0	381	20	30	10	1	0	0	0
328	10	20	5	0	1	0	0	382	20	30	10	0	0	0	1
329	50	51	30	0	0	1	0	383	10	20	5	0	1	0	0
330	5	10	3	1	0	0	0	384	30	50	20	0	0	1	0
331	10	20	5	0	0	0	1	385	20	30	10	1	0	0	0
332	10	20	5	0	1	0	0	386	10	20	5	0	0	1	0
333	10	20	5	0	1	0	0	387	20	30	10	0	0	1	0
334	30	50	20	0	1	0	0	388	10	20	5	0	1	0	0
335	5	10	3	0	1	0	0	389	10	20	5	1	0	0	0
336	10	20	5	0	0	1	0	390	50	51	30	0	0	1	0
337	5	10	3	1	0	0	0	391	50	51	30	1	0	0	0
338	50	51	30	0	0	0	1	392	10	20	5	0	1	0	0
339	50	51	30	1	0	0	0	393	20	30	10	1	0	0	0
340	20	30	10	1	0	0	0	394	5	10	3	1	0	0	0
341	10	20	5	1	0	0	0	395	50	51	30	1	0	0	0
342	10	20	5	0	1	0	0	396	50	51	30	1	0	0	0
343	30	50	20	0	0	0	1	397	30	50	20	1	0	0	0
344	20	30	10	0	0	0	1	398	10	20	5	1	0	0	0
345	5	10	3	0	0	0	1	399	20	30	10	0	0	0	1
346	10	20	5	0	1	0	0	400	30	50	20	0	0	0	1
347	5	10	3	0	1	0	0	401	20	30	10	0	0	0	1
348	10	20	5	0	1	0	0	402	50	51	30	0	0	1	0
349	5	10	3	0	1	0	0	403	5	10	3	1	0	0	0
350	20	30	10	0	1	0	0	404	50	51	30	0	0	1	0
351	50	51	30	0	0	1	0	405	30	50	20	0	1	0	0
352	30	50	20	0	0	0	1	406	5	10	3	0	0	1	0
353	5	10	3	1	0	0	0	407	30	50	20	0	1	0	0
354	5	10	3	0	0	1	0	408	10	20	5	0	1	0	0
355	50	51	30	0	0	0	1	409	30	50	20	0	0	1	0

356	5	10	3	1	0	0	0		410	20	30	10	0	1	0	0
357	30	50	20	0	1	0	0		411	10	20	5	0	1	0	0
358	10	20	5	0	1	0	0		412	10	20	5	0	0	0	1
359	20	30	10	1	0	0	0		413	50	51	30	1	0	0	0
360	5	10	3	0	1	0	0		414	50	51	30	1	0	0	0
361	20	30	10	0	0	0	1		415	50	51	30	1	0	0	0
362	20	30	10	0	0	0	1		416	20	30	10	0	0	0	1
363	5	10	3	1	0	0	0		417	10	20	5	0	0	1	0
364	20	30	10	0	0	1	0		418	30	50	20	0	0	0	1
365	20	30	10	0	0	0	1		419	5	10	3	1	0	0	0
366	5	10	3	1	0	0	0		420	5	10	3	0	1	0	0
367	20	30	10	0	0	0	1		421	20	30	10	0	0	0	1
368	20	30	10	0	1	0	0		422	30	50	20	0	0	0	1
369	20	30	10	0	1	0	0		423	5	10	3	0	1	0	0
370	10	20	5	1	0	0	0		424	30	50	20	0	0	0	1
371	5	10	3	0	1	0	0		425	20	30	10	0	1	0	0
372	20	30	10	1	0	0	0		426	10	20	5	0	0	0	1
Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN	Obs.	BINI	BMAY	BMEN	SS	SN	NS	NN	
373	10	20	5	0	0	0	1		427	20	30	10	0	0	1	0
374	20	30	10	0	0	1	0		428	20	30	10	0	0	1	0
375	30	50	20	0	0	1	0		429	50	51	30	0	0	0	1
376	10	20	5	0	1	0	0		430	10	20	5	0	1	0	0
377	30	50	20	0	0	0	1		ULTIMA LINEA							
378	10	20	5	0	0	0	1									

LEYENDA DE CLAVES EMPLEADAS EN BASE DE DATOS

Obs.	Numero de observación
BINI	Valor inicial propuesto
BMAY	Valor mayor propuesto
BME	Valor menor propuesto
SS	Respuesta Si, Si
SN	Respuesta Si, No
NS	Respuesta No, Si
NN	Respuesta No, No

ANEXO VI

HOJA DE SALIDA DEL PROGRAMA LIMDEP PARA EL MODELO DICOTÓMICO SIMPLE

Multinomial Logit Model	
Maximum Likelihood Estimates	
Dependent variable	SINGLE
Weighting variable	None
Number of observations	430
Iterations completed	5
Log likelihood function	-235.8549
Restricted log likelihood	-279.9178
Chi-squared	88.12580
Degrees of freedom	3
Significance level	.0000000
Hosmer-Lemeshow chi-squared	9.21874
P-value=.32418 with deg.fr. =	8

Variable	Coeficiente	Error Estándar	b/St.Er.	P[Z >z]
Constant	3.370886	0.453700	7.430	0.0000
VINI	-.9265345139E-01	0.12975187E-01	-7.141	0.0000
MED	1.497180	0.471155	3.178	0.0015
EDAD	-.2388791217E-01	0.82125555E-02	-2.909	0.0036

Matriz de Variancia y Covariancia de los coeficientes (Single Bounded)

	Valor inicial	Medidor	Edad
Valor inicial	217.8188	4.3841	1.2349
Medidor	4.3841	0.1428	-0.0125
Edad	1.2349	-0.0125	188.3061

ANEXO VII

HOJA DE SALIDA DEL PROGRAMA LIMDEP PARA EL MODELO DICOTÓMICO DOBLE

User Defined Optimization	
Maximum Likelihood Estimates	
Dependent variable	Funtion
Weighting variable	None
Number of observations	430
Iterations completed	10
Log likelihood function	565.5459
Restricted log likelihood	.000000
Chi-squared	1131.092
Degrees of freedom	4
Significance level	.0000000

Variable	Coeficiente	Error Estándar	b/St.Er.	P[Z >z]
Constant	3.176446	0.339144	9.366	0.0000
BINI	-0.118265	0.664673	-17.793	0.0000
MED	2.211880	0.248718	8.893	0.0000
EDAD	-1.995112	0.649211	- 3.073	0.0021

Matriz de Variancia y Covariancia de los coeficientes (Double Bounded)

	Valor inicial	Medidor	Edad
Valor inicial	0.4417	-0.0682	0.0587
Medidor	-0.6825	0.0618	-0.0189
Edad	0.0587	-0.0189	0.4214

