

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN
PROGRAMA DE POSGRADO**

**Lineamientos estratégicos para la determinación del canon de aprovechamiento
de agua en Nicaragua: el caso del cultivo de la caña de azúcar**

**Tesis sometida a consideración de la División de Educación y el Programa de
Posgrado como requisito para optar por el grado de *Magister Scientiae* en
Socioeconomía Ambiental**

Mónica Belén Guanopatín Pacheco

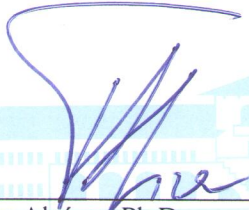
TURRIALBA, COSTA RICA

2015

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

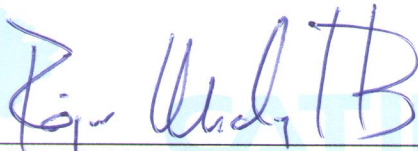
MAGISTER SCIENTIAE EN SOCIOECONOMÍA AMBIENTAL

FIRMANTES:



Francisco Alpizar, Ph.D.

Director de tesis



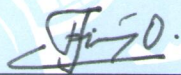
Róger Madrigal, Ph.D.

Miembro Comité Consejero



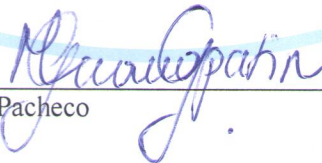
Juan Robalino, Ph.D.

Miembro Comité Consejero



Francisco Jiménez, Dr. Sc.

Decano Programa de Posgrado



Mónica Guanopatín Pacheco

Candidata

DEDICATORIA

*A **Dios** por estar presente en mi vida*

*A **Sarita y Nicolás**, mis niños que con sus sonrisas iluminan mi camino para seguir adelante.*

*A mis padres **Victoria y Jaime** por ser mi ejemplo de perseverancia y superación, por su infinito amor y apoyo incondicional para alcanzar mis metas.*

*A **Virginia Molina** por creer en mí y apoyarme para que culmine esta etapa de mi vida.*

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis Francisco Alpízar por compartir sus amplios conocimientos y guiarme en este proceso de investigación.

A los miembros del Comité Consejero Juan Robalino y Róger Madrigal por su colaboración y apoyo en el trabajo de investigación.

Al Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) por la beca otorgada para realizar mis estudios.

A la Autoridad Nacional del Agua por brindarme la oportunidad de crecer profesionalmente.

A mi comadre Katherine Araúz por su amistad incondicional y apoyo en los momentos difíciles, gracias de corazón.

A Suelen y Kauê por todos los gratos momentos que compartimos.

A los amigos con los que compartí esta linda experiencia y que llegaron a ser una verdadera familia.

CONTENIDO

| | |
|--|----|
| Introducción y síntesis general de la tesis..... | 15 |
| 1.1 Introducción | 15 |
| Justificación e importancia | 16 |
| 1.2 Objetivos | 17 |
| 1.2.1 Objetivo general | 17 |
| 1.2.1 Objetivos específicos..... | 17 |
| 1.2.3 Preguntas de Investigación..... | 17 |
| 1.3 Marco referencial | 18 |
| 1.4 Principales resultados | 21 |
| 1.5 Principales conclusiones | 23 |
| 1.6 Literatura citada | 24 |
| CAPÍTULO II..... | 28 |
| ARTÍCULO I: Análisis del estado del arte en materia de diseño de cánones de aprovechamiento de agua en Costa Rica..... | 28 |
| 1. Resumen | 28 |
| 2. Introducción | 28 |
| 3. Contexto | 29 |
| 4. Materiales y métodos | 31 |
| 5. Resultados y Discusión | 32 |
| 5.1 Etapa I. Condiciones habilitantes | 33 |
| 5.2 Etapa II. Diseño y propuesta del CAA..... | 33 |
| 5.3 Etapa III. Negociación..... | 35 |
| 5.4 Etapa IV. Implementación | 38 |
| 5.5 Condiciones que facilitaron y obstaculizaron la aprobación del CAA..... | 39 |
| 5.6. Recomendaciones para el desarrollo de un proceso similar | 40 |
| 6. Conclusiones | 41 |
| 7. Recomendaciones | 42 |
| 8. Literatura citada | 42 |
| 9. ANEXOS | 44 |
| 9.1. Listado de entrevistados..... | 44 |
| 9.2 Guía metodológica-sistematización de experiencias..... | 45 |
| CAPÍTULO III..... | 46 |

| | |
|---|----|
| ARTÍCULO II: Valoración económica del agua para uso agrícola en Nicaragua: El caso de la caña de azúcar..... | 46 |
| 1. Resumen | 46 |
| 2. Introducción | 46 |
| 3. Revisión de literatura | 47 |
| 4. Materiales y métodos | 49 |
| 4.1 Recolección de datos | 50 |
| 4.2 Tratamiento de los datos | 51 |
| 4.3 Modelo econométrico utilizado | 53 |
| 5. Contexto | 54 |
| 5.1 Área de estudio..... | 54 |
| 5.2 Características biofísicas del área de estudio..... | 55 |
| 5.3 Características socioeconómicas del área de estudio | 55 |
| 6. Resultados y discusión | 56 |
| 6.1 Características socioeconómicas de los productores de caña de azúcar con y sin riego | 56 |
| 6.2 Características de la producción de caña de azúcar con y sin riego respecto a insumos, tierra, mano de obra, maquinaria, riego..... | 58 |
| 6.3 Incentivos para invertir en riego | 61 |
| 6.4 Probabilidad de tener riego en función de variables..... | 62 |
| 6.5 Análisis econométrico para determinar el valor económico del agua en el cultivo de caña..... | 65 |
| 6.6 Valor económico del agua que se utiliza en el cultivo de caña por m ³ | 67 |
| 7. Conclusiones | 68 |
| 8. Literatura citada | 70 |
| 9. ANEXOS | 74 |
| 9.1 Consentimiento previo libre e informado y Encuesta | 74 |
| 9.2 Encuesta a: Productores de caña de azúcar de la zona Pacífico de Nicaragua | 76 |
| 9.3 Diseño muestral..... | 88 |
| 9.4 Variables generadas por el estudio | 89 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Proceso para el análisis del estado del arte..... | 32 |
| Figura 2. Proceso de aprobación del CAA..... | 32 |
| Figura 3. Guía metodológica- Sistematización de experiencias tomado de Berdegué <i>et al.</i> (2000)..... | 45 |
| Figura 1. Proceso metodológico | 50 |
| Figura 2. Descripción de encuestas realizadas..... | 51 |
| Figura 3. Descripción de encuestas no realizadas | 51 |
| Figura 4. Zona de estudio..... | 54 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Canon por aprovechamiento de agua, vigente hasta 2006..... | 30 |
| Cuadro 2. Canon por aprovechamiento de agua para consumo humano, Ley de Aguas 1942 | 31 |
| Cuadro 3. Propuesta de canon de acuerdo con el estudio de la cuenca del Río Grande de Tárcoles | 34 |
| Cuadro 4. Propuesta del Canon Ambientalmente Ajustado, MINAE 2005 (en colones/m ³)..... | 35 |
| Cuadro 5. Canon ambientalmente ajustado, 2006..... | 37 |
| Cuadro 6. Condiciones del proceso..... | 40 |
| Cuadro 7. Listado de entrevistados..... | 44 |
| Cuadro 1. Variables socioeconómicas | 57 |
| Cuadro 2. Prácticas agrícolas realizadas en el cultivo de caña..... | 59 |
| Cuadro 3. Producción promedio por tecnología | 60 |
| Cuadro 4. Precio de la producción de caña..... | 61 |
| Cuadro 5. Resultados del análisis econométrico logarítmico..... | 64 |
| Cuadro 6. Resultado análisis econométrico MCO | 66 |

LISTA DE ACRÓNIMOS

| | |
|-----------------|---|
| ACOPE | Asociación Costarricense de Productores de Energía |
| ANA | Autoridad Nacional del Agua |
| APROCARI | Asociación de Cañeros Nandaime, Carazo y Rivas |
| AyA | Acueductos y Alcantarillados |
| BCN | Banco Central de Nicaragua |
| CASUR | Compañía Azucarera del Sur |
| CENAGRO | Censo Nacional Agropecuario |
| CAA | Canon Ambientalmente Ajustado |
| CNAA | Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria |
| CNPA | Comité Nacional de Productores de Azúcar |
| GWP | Global Water Partnership |
| ICE | Instituto Costarricense de Electricidad |
| INETER | Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales |
| INIDE | Instituto Nicaragüense de Estadísticas |
| LAICA | Liga Agrícola Industrial de la Caña |
| MAGFOR | Ministerio Agropecuario y Forestal |
| MARENA | Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales |
| MEA | Milenium Ecosystem Assessment |
| MINAE | Ministerio de Ambiente y Energía |
| NAVINIC | Consorcio Naviero Nicaragüense |
| ONU | Organización de las Naciones Unidas |
| PIB | Producto Interno Bruto |
| PHIPDA | Plan Hidrológico Indicativo Nacional y Plan Anual de Disponibilidad de Agua |
| RPNDA | Registro Público Nacional de Derechos de Agua |
| SINAC | Sistema Nacional de Áreas de Conservación |
| SENARA | Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento |
| UCCAEP | Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones de la Empresa Privada |

UPANIC Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua

VET Valor Económico Total

RESUMEN

Este trabajo presenta un análisis del proceso de revisión, aprobación e implementación del Canon Ambientalmente Ajustado por aprovechamiento de agua (CAA) en Costa Rica, el que se desarrolló en un período de cuatro años, del 2002 al 2006. La metodología utilizada se basa en un método cualitativo, para la recolección y análisis de la información se desarrollaron 7 entrevistas semiestructuradas dirigidas a actores claves, representantes de organizaciones como: Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE), Global Water Partnership (GWP), Sistema de Áreas de Conservación (SINAC), Fondo Nacional de Financiamiento Forestal(FONAFIFO), Asociación Costarricense de Productores de Energía(ACOPE), Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA), Cámara de la Industria de Costa Rica, y Conservación Internacional (CI).

La información recolecta fue digitalizada en una base de datos y analizada utilizando la metodología de Berdegué *et al.* 2000, que plantea un análisis de la situación inicial del proceso y su contexto, los procesos de intervención y su contexto y la situación final y su contexto, para finalmente determinar las lecciones aprendidas. Como resultado de este proceso se identificaron cuatro fases importantes: condiciones habilitantes, diseño y presentación de la propuesta, negociación e implementación. De las condiciones habilitantes se resalta: el marco legal robusto, la visión y voluntad política, el grado de sensibilización de los usuarios y los estudios técnicos que respaldaron la propuesta. Se identificó que las condiciones que obstaculizaron el proceso fueron: la poca credibilidad del sector gubernamental, la negativa de los usuarios ante el nuevo canon, deficiente capacidad técnico operativa del ente gubernamental encargado de la aplicación, las restricciones a la aplicación y la ausencia de mecanismos de rendición de cuentas.

La propuesta de canon presentada fue obtenida del estudio realizado para la cuenca del río Tárcoles en Costa Rica (IPS 2002), en el que se establece el valor económico del agua para uso agrícola de 0.0054 dólares/m³ (equivalentes a 2.89 colones/m³), después del proceso de negociación se aprobó un CAA diferenciado de 0.0035 dólares/m³ para aguas superficiales y de 0.0046 dólares/m³ para aguas subterráneas. La negociación se reconoce como un proceso político, sustentado en estudios técnicos que soporten la propuesta. Para el planteamiento de un canon se debe tomar en cuenta las condiciones socioeconómicas y ambientales del contexto y de los usuarios, para garantizar su aprobación y aplicabilidad. En este proceso se resalta la capacidad de gestión y de negociación del sector gubernamental.

En esta investigación también se realizó un estimado del valor económico del agua que se utiliza en la agricultura para el cultivo de caña de azúcar en la zona del pacífico de Nicaragua. Se realizaron 238 encuestas a productores de caña de 7 departamentos: Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Carazo y Rivas, con el objetivo de conocer sus características socioeconómicas y las características de la producción de caña de azúcar en la zona, se identificaron las diferencias entre los productores que utilizan riego y los que no, estos últimos conocidos como secano.

Se utilizó estadística descriptiva para el análisis de la información socioeconómica y se diseñaron dos modelos econométricos, uno para estimar el valor del agua y el otro para determinar la posibilidad de adoptar riego por parte de los productores. Los modelos fueron corridos en el programa estadístico Stata. Dentro de los principales resultados del análisis socioeconómico tenemos que los productores secano y riego difieren mucho en cuanto a las condiciones como edad, nivel de educación, ingresos económicos y actividad productiva. Los productores de riego presentan un mayor nivel educativo y económico, debido a esto se considera que se ubican en un estrato socioeconómico diferente a los de secano; la característica principal de los productores secano es que son productores natos y viven de lo que producen en su finca.

En el análisis econométrico se evidenció que el agua influye de manera positiva en la productividad del cultivo de caña de azúcar, la producción aumenta hasta en 24 ton/mz, maximizando de esta forma los ingresos económicos de los productores. El consumo promedio de agua para el cultivo de caña de azúcar es de 19,249 m³/mz/año riego por gravedad y 11,031 m³/mz/año riego con tecnología (goteo y aspersión). No obstante el riego con tecnología no es significativamente diferente al secano; es decir, son iguales, este resultado se debe a la disminución de los ingresos de los productores con tecnología, por la inversión en riego tecnificado, es importante resaltar que la decisión de invertir en riego es propia de cada productor.

El riego por gravedad genera 3,329 córdobas más, por manzana, por año; en comparación con la producción en secano, controlando todos los factores que afectan la producción, el resultado más relevante del estudio es que el agua utilizada en el riego del cultivo de caña de azúcar por gravedad genera una riqueza de 0.173 córdobas/m³/año equivalentes a 0.0065 dólares/m³/año.

Palabras claves: canon, instrumentos económicos, valoración económica, agua, riego.

ABSTRACT

This paper presents an analysis of the process of review, approval, and implementation of the environmentally adjusted Water Use Charge (CAA) in Costa Rica, which was conducted in a four-year period, from 2002 to 2006. The methodology used is based on a qualitative method. The collection and analysis of the information consisted of 7 semi-structured interviews directed at key stakeholders and representatives of organizations such as the Ministry of Environment and Energy (MINAIE), Global Water Partnership (GWP), System for Areas Preservation (SINAC), National Fund for Forestry (FONAFIFO), Costa Rican Association of Energy Producers (ACOPE), National Chamber of Agriculture and Agribusiness (CNAA), Industry Chamber of Costa Rica, and Conservation International (CI).

The data collected was entered into a data base and analyzed using the Berdegué *et al.* 2000 method, which proposes an assessment of the initial situation of the process, its context, the intervention process with its context, and the final situation and context in order to define the lessons learned. As a result, in the process we identified four important phases: enabling conditions, proposal design and presentation, negotiation, and implementation. The enabling conditions include: a sound legal framework, political vision and will, the extent of users' awareness, and the technical studies supporting the proposal. The conditions hindering the process identified were: poor credibility in the governmental sector, the users' refusal to the new charge, deficient technical-operational capacity of the governmental body in charge of implementation, restrictions in implementation, and the lack of accountability mechanisms.

The charge proposal was derived from the study conducted for the watershed of the Tárcoles River in Costa Rica (IPS 2002), in which the economic value of water for agricultural purposes is established at 0.0054 dollars/m³ (equals 2.89 colones/m³). After the negotiation process, a differentiated CAA was agreed at 0.0035 dollars/m³ for surface water and 0.0046 dollars/m³ for underground water. The negotiation is regarded as a political process based on the technical studies supporting the proposal. When proposing a water use charge, you need to take into account the socio-economic and environmental conditions of the scenario and the users in order to guarantee approval and implementation feasibility. This process highlights the management and negotiation capacity of the government.

This research also estimated the economic value of water used for growing sugar cane in the Pacific territory of Nicaragua. There were 238 surveys with sugar cane producers in 7 departments: Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Carazo, and Rivas in order to know their socio-economic features and the characteristics of sugar cane production in the area. The study identified the differences between farmers who use irrigation and those who do not, the latter known as "secano" crop.

A descriptive statistics was used to analyze the socio-economic information and two econometric models were designed, one to estimate the value of water and the other one to define the possibility for farmers to adopt irrigation. The models were entered and run in the statistics software Stata. The main results of the socio-economic analysis showed that secano farmers and non-secano farmers differ a lot as to conditions such as educational level, economic income, and production activity. Farmers using irrigation have a higher educational

and economic level; thus they are considered to be in a different socio-economic status from the secano producers; the main characteristic of secano farmers is that they are born farmers who live and grow their crops on their own farms.

The econometric analysis showed that water positively influences sugar cane production; production increases up to 24 ton/mz, which leverages income for producers. The average consumption of water for sugar cane cultivation is 19,249 m³/mz/year with gravity-driven irrigation and 11,031 m³/mz/year with technology-driven (drip and spray). Nevertheless, technology-driven irrigation is not substantially different from secano; in other words, they are alike; this results come from the income decrease of technology-driven producers due to the investment in technological irrigation. It is worth mentioning that investing in irrigation is a particular decision by each producer.

Gravity-driven irrigation generates 3,329 córdobas more per manzana each year in comparison with secano production when all factors affecting production are under control. The most remarkable result of the study is that water used for irrigation in sugar cane production driven by gravity produces profits of 0.173 córdobas/m³/year, equals 0.0065 dollars/m³/year.

Key words: charge, economic instruments, economic assessment, water, irrigation.

CAPITULO I

Introducción y síntesis general de la tesis

1.1 Introducción

En el año 2007 se aprueba y oficializa la primera ley que regula de manera integral los recursos hídricos en Nicaragua, denominada Ley General de Aguas Nacionales Ley N° 620 (La Gaceta 2007), esta ley fue diseñada acorde con la política nacional, con el objetivo de administrar, conservar, desarrollar, usar, y aprovechar de manera sostenible y equitativa los recursos hídricos del país, y de esta forma garantizar su disponibilidad en calidad y cantidad (Vanmen *et al.* 2012). El Reglamento de la Ley General de Aguas Nacionales Decreto 44-2010 fue aprobado y oficializado hasta el año 2010, momento en el que inicia la gestión de los recursos hídricos del país a través de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

La Ley General de Aguas Nacionales establece la creación de instrumentos económicos que contribuyan en la gestión de los recursos hídricos, como es el cobro de cánones por uso, aprovechamiento, vertido y el pago por servicios ambientales hídricos. Actualmente se trabaja en el diseño de una propuesta de ley de cánones por uso y aprovechamiento de los recursos hídricos, porque el único aprovechamiento que realiza un pago es el consumo humano.

Se estima que la demanda total anual de agua en Nicaragua es de 13, 462.18 Mm³/año (PHIPDA 2003) y el 83 % de la demanda es destinada a la agricultura, actividad que se concentra en la zona del pacífico del país. Los principales cultivos que son regados son: la caña de azúcar, el arroz, el ajonjolí, el tabaco y el sorgo. El agua que se utiliza en la agricultura en Nicaragua es gratuita, y contar con información sobre su valor económico contribuye en la gestión del recurso, para esto es necesario el desarrollo de instrumentos económicos que instauren un pago por el bien ambiental, con el objetivo de generar cambios en los patrones de consumo y de producción de los usuarios.

Costa Rica es el país centroamericano que cuenta con un esquema de cánones por aprovechamiento del recurso, este instrumento fija el valor económico del agua de forma diferenciada para todos los usos por metro cúbico y el usuario asume el pago por el volumen de agua consumido, este sistema tiene siete años de estar funcionando, por ello se realizó un análisis cualitativo del Estado del Arte en materia de cánones por aprovechamiento de agua en Costa Rica, para conocer cómo se desarrolló el proceso de revisión, aprobación e implementación del Decreto Ejecutivo del Canon Ambientalmente Ajustado y cuáles son las condiciones que habilitaron y obstaculizaron el proceso.

Se presenta un estudio de caso en el que se estimó cómo el agua contribuye en la producción de caña de azúcar en la zona del pacífico de Nicaragua, esto incluye la caracterización socioeconómica de los productores con y sin riego, y la caracterización del cultivo de caña de azúcar en la zona de estudio. Con la información recolectada y mediante un análisis econométrico se estimó el valor económico del agua; es decir, cuánta riqueza genera un metro cúbico de agua en la producción de caña de azúcar.

Justificación e importancia

El agua es un recurso natural escaso, que tiene un valor económico (Dublín 1992) presenta características de un bien común (baja exclusividad y rivalidad en el consumo), este es el caso del agua que se usa en la agricultura. No obstante en dependencia del uso que se le dé, sus características de bien común pueden cambiar, como por ejemplo el agua para uso doméstico, presenta características de un bien privado (alta exclusividad y rivalidad en el consumo).

La implementación de cánones por aprovechamiento de agua, mediante instrumentos económicos es importante para asegurar la provisión de agua, porque la recaudación de recursos económicos permite la inversión en protección y conservación de las diferentes cuencas hidrográficas (Sternier 2007). Existen varios factores que influyen en la escasez del agua, por lo que es importante que estos sean reflejados en los cánones por aprovechamiento, ya que de no hacerlo puede reducir la eficiencia de la asignación del recurso en general (Sternier 2007).

En la actualidad en Nicaragua no se realiza ningún cobro por el uso del recurso hídrico en el sector agrícola y agroindustrial, existe solo un estudio de valoración económica de agua para uso agrícola a la fecha, que fue denominado "Propuesta de un esquema de cánones para el aprovechamiento del recurso hídrico en Nicaragua" (López 2005), motivo por el cual la Autoridad Nacional del Agua considera que para la creación de la Ley de cánones por aprovechamiento es importante contar con estudios que le permitan a las autoridades competentes la toma de decisiones adecuadas.

Se determinó calcular el valor económico del agua para cultivo de caña de azúcar por tres razones: primero: la caña de azúcar representa el 1.1% del PIB del país (BCN 2013), que para el 2013 representó 168.9 millones de dólares de los ingresos del país, ubicándose en segundo lugar después del café (BCN 2013).

Segundo: de los cultivos agrícolas, la caña de azúcar es el segundo cultivo con mayor superficie sembrada en el país con aproximadamente 90,132.72 mz, superado únicamente por el café que cuenta con 180, 219.72 mz (INIDE 2012).

Tercero: es el único cultivo sobre el cual se cuenta con información respecto a las áreas de cultivo, producción por ha, insumos, consumo de agua por ha y tiene un precio en el mercado que facilita la valoración económica del agua.

A continuación se presentan los objetivos planteados para el desarrollo del trabajo y las preguntas de investigación.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Proveer insumos para fortalecer la propuesta de Ley de Canon de Aprovechamiento de Agua en Nicaragua, mediante un análisis de experiencias previas y un caso de estudio para el cultivo de caña de azúcar.

1.2.1 Objetivos específicos

- Analizar el estado del arte en materia de diseño de cánones de aprovechamiento de agua para uso agrícola;
- Caracterizar el contexto y la producción de caña de azúcar en la zona de estudio, haciendo énfasis en las diferencias entre productores con y sin riego;
- Estimar la productividad promedio asociada al uso promedio del agua bajo diferentes tecnologías de riego;
- Determinar el valor económico del agua en la producción de caña de azúcar.

1.2.3 Preguntas de Investigación

01.

- ¿Cuáles son los actores que juegan un rol clave en el diseño de la ley?
- ¿Cómo se diseñó el reglamento de cánones?
- ¿En qué se basaron para la estimación del canon en la agricultura en CR?
- ¿Cuáles son las condiciones facilitadoras y los obstáculos para la implementación de los cánones por aprovechamiento?
- ¿Cuáles son las lecciones aprendidas del proceso de diseño de cánones en CR?

02.

- ¿Cuál es la situación biofísica de la zona de estudio?
- ¿Cuáles son las características socioeconómicas de los productores de caña de azúcar con y sin riego?
- ¿Cuáles son las características de la producción de caña con y sin riego (insumos, tierra, mano de obra, maquinaria, riego - tipos)?

03.

- ¿Cuánto se produce en una manzana¹ (mz) sembrada de caña de azúcar con distintos tipos de riego?
- ¿Cuál es el valor promedio de la producción de caña por manzana (mz)?

04.

- ¿Cuál es el valor económico del agua que se utiliza en el cultivo de caña de azúcar?
- ¿Qué tanto varía el valor económico del agua en función de distintas tecnologías de riego?

¹ Manzana, unidad de medida de área utilizada en Nicaragua, tiene una equivalencia de 1mz = 0.70 ha.

1.3 Marco referencial

A continuación se definen algunos de los principales conceptos relacionados con la valoración económica del agua.

1.3.1 Economía Ambiental

La economía ambiental trata del estudio de los problemas ambientales con las perspectivas e ideas analíticas de la economía, es el estudio de cómo y por qué las personas toman decisiones sobre el uso de recursos valiosos y cuáles consecuencias ambientales generan. Así también, la economía ambiental estudia la forma en que se pueden modificar las políticas e instituciones económicas, con el fin de equilibrar los impactos ambientales que se generan con la toma de decisiones de los individuos y las necesidades del ecosistema (Field 1995).

1.3.2 Instrumentos económicos para incrementar la eficiencia en el uso del agua

El uso de los instrumentos económicos en la política ambiental permite la internalización de las externalidades que son causadas por las decisiones de consumo de los individuos. Dicha internalización se puede realizar por dos vías: medidas de comando control u otros instrumentos basados en incentivos económicos (Rosembuj 2001).

Van dirigidos a influir en las valoraciones de los costes y beneficios respecto a las alternativas disponibles, esto con el objetivo de modificar las elecciones y los comportamientos de los actores económicos de manera favorable para la protección del medio ambiente (Rosembuj 2001). En el caso específico del agua se usan instrumentos económicos como la fijación de cánones, para generar un cambio en el comportamiento de los usuarios del agua de forma voluntaria y así lograr optimizar su uso (Kemper *et al.* 2005).

Los instrumentos económicos generan incentivos para asignar y/o usar el agua de forma más eficiente, lo que evita el agotamiento del mismo (Kemper *et al.* 2005).

1.3.3 Canon de aprovechamiento

El canon por aprovechamiento del agua es un instrumento económico para la regulación del aprovechamiento y administración del agua, que garantiza la disponibilidad y provisión del recurso para consumo humano y desarrollo económico (Decreto Ejecutivo No.328682005).

Los objetivos del desarrollo de un canon por uso agua son los siguientes (Coch 2001):

- a. Incitar al consumidor para que realice un consumo racional y eficiente del agua, fomentando el ahorro y penalizando el consumo;
- b. Favorecer la innovación tecnológica, la mejora de los procesos industriales y la actividad económica;
- c. Dotar de recursos financieros suficientes a las organizaciones encargadas de su administración, para que puedan dar una gestión integral a los recursos hídricos.

1.3.4 Tarifa

Las tarifas pueden incorporar elementos fiscales y subsidios para los diferentes grupos de consumidores, con el objetivo de hacer una redistribución del ingreso, e invertir en las zonas rurales en las que el abastecimiento o provisión del recurso es escaso (Sterner 2007).

Generalmente en las tarifas se reflejan los costos de proveer el recurso, lo que significa que tarifas más altas contribuyen a la ampliación de los sistemas de abastecimiento (Rogers *et al.* 2002).

1.3.5 Valor económico total

Es una expresión monetaria de los beneficios que los recursos naturales generan para la sociedad, el Valor económico total-VET está compuesto por la suma de los valores de uso y no uso, no obstante es imposible el determinar el VET de un bien ambiental, lo que se determina es el valor de alguno de los diferentes servicios que brinda el bien ambiental (Alpizar 2005).

En el presente estudio determinaremos el valor económico del agua como insumo en el cultivo de caña de azúcar, por lo que el valor que determinaremos es el valor de uso directo, ya que el agua es un bien ambiental que puede ser extraído de las diferentes fuentes o cuerpos de agua y a su vez esta extracción puede ser cuantificable.

1.3.6 Valoración económica

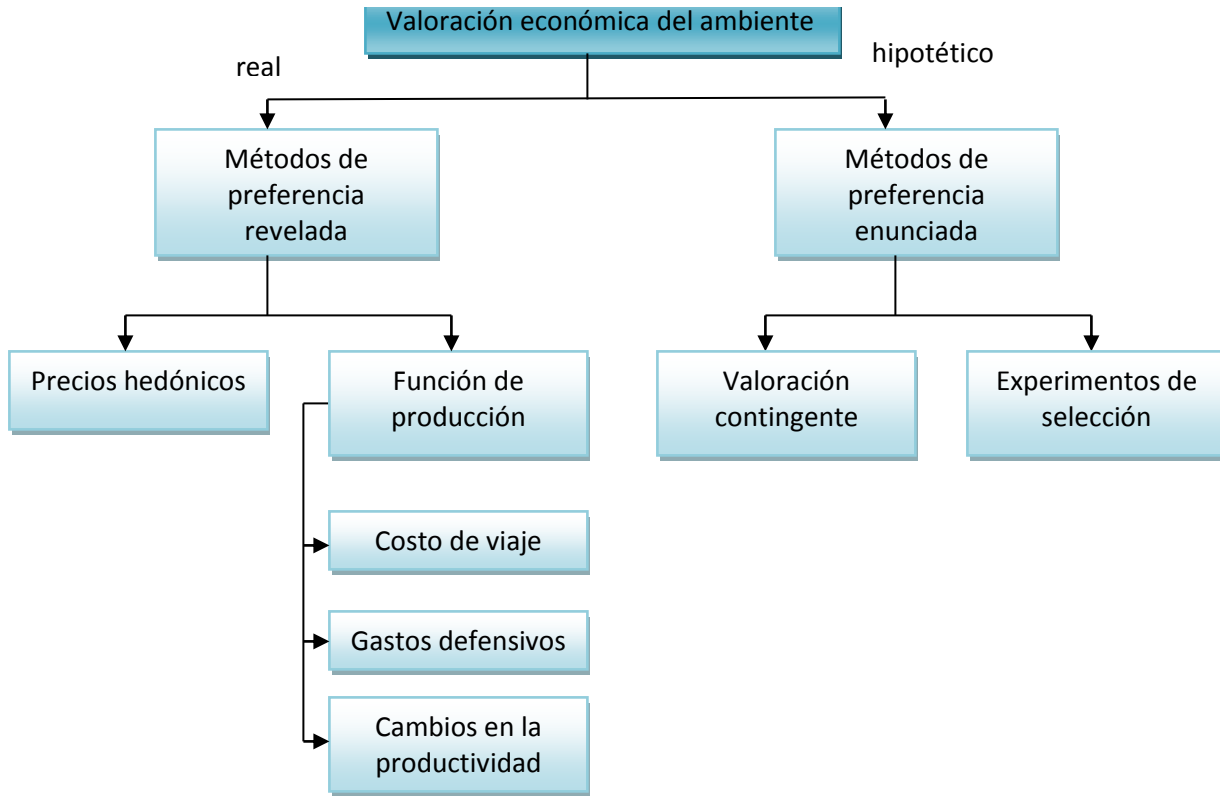
Valorar económicamente el medio ambiente, es poder contar con un indicador de su importancia en el bienestar de la sociedad, lo que permite compararlo con otros componentes del mismo, esta unidad de medida permite realizar comparaciones, es el dinero. Mediante la valoración económica se pueden transformar los valores del ambiente a una escala monetaria (Azqueta 1995).

Los bienes y servicios no mercantiles son provistos por los servicios ecosistémicos garantizan el bienestar de los individuos, al igual que otro tipo de bienes y servicios suministrados por el sector privado y el gobierno, cualquier cambio que se produzca en la dotación de los servicios ambientales genera un cambio en el bienestar de los individuos (Martínez *et al.* 2007).

1.3.7 Métodos de valoración económica

Los métodos de valoraciones económicas pueden ser clasificados en dos grandes grupos: el primer grupo de métodos de preferencias reveladas – basados en información de mercado – y el segundo grupo de métodos de preferencias enunciadas – basados en información extraída a través de encuestas (Alpizar 2005) ver cuadro 1.

Cuadro 1 Clasificación de los métodos de valoración económica



Fuente: Alpízar, 2005.

1.3.8 Cambios en la producción

El análisis de cambios en la productividad son extensiones directas de los análisis tradicionales de beneficio costo, los diferentes cambios físicos que se producen en la producción son valorados, para esto se utilizan precios de mercado de los insumos y productos, estos valores económicos son incorporados en el proyecto. El enfoque se basa en la economía neoclásica del bienestar y la determinación del bienestar social.

La función de producción provee las bases para valorar el agua utilizada en la agricultura, y representa la relación que existe entre la cantidad que se produce de un producto y los insumos empleados (Young 2005).

$$Y = f (X_H, X_K, X_L, X_T, X_W)$$

Dónde:

Y se refiere a la cantidad de producción (salidas) y X a la cantidad de insumos (entradas)

H- trabajo

K - capital

L- tierra

T- tecnología

W – agua

Si se aplicase esta función de producción al cultivo de caña que depende del agua para su riego, la variación en la cantidad de agua ΔW en dependencia de la tecnología que se utilice, puede influir decisivamente en la cantidad de producción ΔY , siempre que los insumos X_H, X_K, X_L, X_T permanezcan constantes (Young 2005).

1.3.9 Gestión integrada de los recursos hídricos - GIRH

Según la GWP (2003) la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH) es un proceso que promueve el desarrollo y manejo coordinados del agua, la tierra y otros recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar económico y social resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales.

La GIRH es un medio para lograr tres objetivos estratégicos claves: *la eficiencia*, es importante el maximizar los beneficios económicos y sociales no solo del aprovechamiento de los recursos, sino también de la inversión en la provisión de servicios hídricos. *La equidad* en la asignación de los servicios hídricos escasos y promover el desarrollo socialmente sostenible. *La sostenibilidad ambiental*, el recurso hídrico es finito, por lo que es necesaria la conservación y protección de los ecosistemas que proveen los servicios hídricos (GWP 2003).

1.3.10 Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

Es una gramínea tropical perenne con tallos gruesos y fibrosos que pueden crecer de 3 a 5 metros de altura, se desarrolla mejor en suelos francos, profundos bien drenados con un pH de 7, se adapta en un rango de 5.5 y 7.8 (Ramírez 2008). Tiene una alta demanda de nutrientes por lo que es necesaria la adecuada fertilización, así también tiene una alta demanda de agua, la precipitación mínima es de 1500mm, si esta es insuficiente se debe regar (Ramírez 2008). Se desarrolla en climas calientes, con períodos largos de exposición solar, se cultiva a alturas, desde los 0 a 1000msnm; bajo temperaturas de entre 16 a 30° C (Ramírez 2008).

1.4 Principales resultados

En el análisis del Estado del Arte sobre el proceso de aprobación del canon ambientalmente ajustado en Costa Rica se identificó que este tuvo una duración de 4 años (2002 al 2006), se desarrolló en cuatro etapas: condiciones habilitantes, diseño y presentación de la propuesta, negociación e implementación. De las condiciones más importantes que facilitaron el proceso se resalta la voluntad y visión política, la capacidad de gestión y negociación, el marco legal en materia ambiental del país y contar con estudios técnicos que soporten la propuesta política; y entre las condiciones que obstaculizaron el proceso se encuentran la poca credibilidad de las organizaciones gubernamentales y la negación de los usuarios a la implementación del canon ambientalmente ajustado.

Dentro de la segunda etapa del trabajo de investigación, desarrollada en Nicaragua, se identificó que los productores secano y riego son grupos diferentes, en lo que respecta a sus características socioeconómicas como edad, nivel de estudio, ingresos económicos. Los

productores secano dependen de la agricultura, de lo que producen sus fincas, por el contrario los productores con riego tienen ingresos adicionales por la prestación de servicios y se ubican en un estrato socioeconómico más alto.

La producción de caña de azúcar en la Zona Pacífico de Nicaragua se caracteriza por tener diferentes tipos de tecnología de riego como: gravedad, aspersión y goteo, el riego por gravedad consume aproximadamente 19,249 m³/mz/año y el riego con tecnología (goteo o aspersión) consume aproximadamente 11,031 m³/mz/año. La productividad promedio de una manzana de cultivo de caña de azúcar secano es de 35.2 ton/mz y bajo riego la producción promedio es de 62.4 ton/mz, se evidencia que el agua contribuye en el aumento de la productividad del cultivo.

Los principales incentivos que tienen los productores para invertir en riego es el aumento en la productividad para maximizar sus ingresos económicos y evitan la pérdida de sus cultivos a causa de la sequía, esto porque se ubican en la zona seca del país.

Las variables exógenas como área de la finca, ingresos mensuales medios y el ubicarse en la zona sur del Pacífico de Nicaragua, que corresponde al departamento de Rivas, son significativos con un 99 % de confianza, e influyen de forma positiva en la adopción de riego en el cultivo de caña, de acuerdo con los resultados del estudio, la zona brinda mejores condiciones para la implementación de riego como es la topografía del terreno y disponibilidad de agua superficial y subterránea.

Ubicarse en las zonas de occidente norte y centro del Pacífico de Nicaragua que corresponde a los departamentos de Carazo, Granada y la parte norte de los departamentos de Chinandega y León es significativo, con un 99 % de confianza, e ingresos mensuales medios son significativos al 90 % de confianza, y disminuyen las posibilidades de los productores para adoptar sistemas de riego en sus cultivos. Esto se debe a la topografía de la zona que no facilita la instalación y también porque en la parte centro del pacífico las precipitaciones cubren las necesidades de agua del cultivo.

Influyen de forma positiva en la rentabilidad del cultivo variables como: el uso de semilla tratada, control químico y biológico de plagas y enfermedades, el área de la finca, riego por gravedad y el uso de maquinaria son estadísticamente significativas y contribuyen en el aumento de la rentabilidad anual neta de la producción de caña. La variable de mano de obra es significativa, pero cuando esta aumenta en una unidad la rentabilidad disminuye.

El cultivo de caña con tecnología no es significativamente diferente al secano, esto puede deberse a que los productores con tecnología de riego realizan inversiones importantes para la implementación del mismo, estos costos hacen que la rentabilidad anual neta sea menor que la de los productores con riego por gravedad.

Realizado el análisis econométrico y controlando todos los factores que afectan la producción, el riego por gravedad genera 3,329 córdobas más por manzana, por año, en comparación con la producción en secano, el consumo promedio de agua por gravedad es de

19,249 m³/mz/año, de manera que cada m³ de agua genera una riqueza de 0.173 córdobas equivalentes a 0,0065 dólares²/m³ por año.

1.5 Principales conclusiones

El proceso que se desarrolló en Costa Rica nos enseña que para llegar a la aprobación de un instrumento económico como el CAA se necesitan de varios factores como: estudios técnicos, viabilidad legal, negociación y consenso, durante todo el proceso debe existir apoyo, voluntad y decisión política. La imagen de las organizaciones gubernamentales es determinante para la aceptación del canon por los usuarios, porque es el órgano que le brinda las garantías de un cumplimiento a las disposiciones normativas que acompañan un canon.

La valoración económica del agua debe realizarse de acuerdo con el uso, utilizando la metodología adecuada para obtener el valor económico promedio de un m³ de agua, para conocer cuánta riqueza se genera en la productividad.

En el presente estudio se demuestra que el agua influye de forma positiva en el aumento de la productividad de caña de azúcar en comparación con la producción en secano, de 27.2 ton/mz. El aumento en la productividad genera incentivos en los agricultores en implementar riego para maximizar sus rendimientos, se genera un uso desmedido del recurso porque optan por las tecnologías más baratas (Yigezu *et al.* 2014), para contrarrestar esto es necesario implementar incentivos para los productores que hacen un uso eficiente del recurso.

Se determinó que un metro cúbico de agua contribuye en 0.173 córdobas en la rentabilidad anual neta de la producción de caña de azúcar, este dato sirve de referencia para el diseño de instrumentos económicos como un mecanismo para la asignación eficiente del agua, y satisfacer la demanda creciente del mismo. Se considera que el fijar un valor económico al agua es positivo porque hace que los usuarios consuman menos, y la aceptación del cobro depende de cuánto es el valor que se fije y de cómo y dónde se reinviertan los recursos económicos que genera (Kallis *et al.* 2013).

La valoración económica permite obtener un valor de referencia ligado al valor promedio de un m³ de agua, tal y como se estimó en este estudio. Sin embargo, este valor es solo un insumo para la definición de un canon de aprovechamiento, y de ninguna manera debe interpretarse ese valor de referencia como el correcto. Para establecer un canon por aprovechamiento se necesita de un proceso político como el que se desarrolló en Costa Rica, en el que de acuerdo con las características socioeconómicas de los usuarios y el contexto se estableció el monto por cobrar por el servicio ecosistémico que brinda el bien ambiental y de esta forma contribuir en la protección, restauración y conservación de las cuencas.

² Córdobas, moneda oficial de Nicaragua, cambio oficial con respecto al dólar para el estudio de 1\$=26.6 córdobas, cambio oficial a diciembre del 2014, de acuerdo con el Banco Central de Nicaragua.

El proceso metodológico utilizado puede ser un aporte importante para las organizaciones gubernamentales encargadas del desarrollo de instrumentos económicos en el país.

1.6 Literatura citada

- Alpizar, F. 2005. VI Curso Internacional: Bases económicas para el manejo y la valoración de bienes y servicios ambientales. Introducción a la valoración y medidas de bienestar. Lección 18. CATIE. Costa Rica. 18 p.
- Azqueta, D. y Ferreiro, A. 1995. La problemática de la gestión óptima de los recursos naturales: Aspectos institucionales. Azqueta D. y Ferreiro (eds) "Análisis económico y gestión de los recursos naturales". Alianza editorial, Madrid. Alianza editorial, Madrid.
- Azqueta, D. 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. McGraw-Hill Editores. España. 299 p.
- Berdegú, J., Ocampo, A., Escobar, G. 2000. Sistematización de experiencias locales de desarrollo agrícola y rural. Guía Metodológica. Versión 1. FIDEAMERICA y PREVAL. FIDA. 35p.
- Bongiovanni, R. 2009. Econometría espacial aplicada a la agricultura de precisión. Actualidad Económica. N°.67.Córdoba, Argentina. 9-28p.
- BCN. 2012. Banco Central de Nicaragua. Nicaragua en cifras. Consultado noviembre, 2013. Disponible en <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/nicaraguacifras>
- BCN. 2009. Banco Central de Nicaragua. Nicaragua en cifras. Consultado noviembre, 2013. Disponible en <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/nicaraguacifras/Nicaragua%20en%20cifras%202007%20WEB.pdf>
- BCN. 2008. Banco Central de Nicaragua. Anuario de Estadísticas Económicas 2001-2008. Consultado noviembre, 2013. Disponible en <http://www.bcn.gob.ni/publicaciones/anuario/Anuario%20estadistico%202008.pdf>
- Bisquerra, R. (Coord.) 2004. Metodología de la investigación educativa. Madrid: La Muralla. Cisneros
- CCAD (Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo) y CBM (Corredor Biológico Mesamericano). 2004. Sistematización de experiencias de pago por servicios ambientales hídricos en el ámbito municipal (Honduras, El Salvador y Nicaragua). Proyecto de establecimiento de un programa para la consolidación del corredor biológico mesoamericano. Serie Técnica No.14. Nicaragua.114 p.
- Corbetta, P. 2007. Metodología y técnicas de investigación. Italia: McGraw-Hill.
- Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. 3 a 14 de junio de 1992, Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo 10, U.N. Doc A/CONF.151/26(12 de agosto de 1992), en <http://www.un.org/documents/ga/conf151/spanish/aconf15126-1annex1s.htm>
- CNPA. 2013. Comisión Nacional de Productores de Azúcar. Disponible en <http://www.cnpa.com.ni/>
- Coch, M. 2001. Planificación, diseño y efectividad de los impuestos ambientales. Ponencia B2 (a). Instrumentos económicos de gestión ambiental. IV Jornada Fórum Ambiental.

- Barcelona, España. p 85-92. Disponible en <http://www.forumambiental.org/pdf/instrum.pdf>
- Dixon, J.; Pagiola, S. 1998. Análisis Económico y Evaluación Ambiental Environmental Assessment Sourcebook Update, Indicators and Economic Valuation Unit, Environment Department, The World Bank (23): 17.
- Dixon, J.; Fallon S, L.; Carpenter, R.; Sherman, P. 1994. Análisis Económico de Impactos Ambientales. Piedra, M. y Hearne, R. Ed. Edición Latinoamericana. CATIE. Turrialba, CR, 249p.
- Dixon, J.; Carpenter, R.; Fallon, L.; Sherman, P.; Manipomoke, S. 1992. Economic analysis of the environmental impacts of development projects. Earths can Publications Limited-London in association with The Asian Development Bank-Manila.
- Dublin. 1992. Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, Dublín. 26 al 31 de enero de 1992, Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible, en <http://www.wmo.ch/pages/prog/hwrrp/documents/english/icwedece.html>
- Field, BC. 1995. Economía Ambiental: Una introducción. Martha E. Suárez, Ed. Mc Grow-Hill. Santa Fé de Bogotá, CO, 587 p.
- Freeman, M. 1993. The measurement of environmental and resources values. Theory and methods. Washington, DC (EU). Resources for the future. 1993. 516 p.
- GWP. 2003. Estatus de los procesos hacia los planes nacionales para la gestión integrada de los recursos hídricos en los países de Centro América. Liberia: GWP Centroamérica.
- GWP. 2000. Manejo integrado de recursos hídricos. TAC Background Paper. No. 4. Estocolmo-Suecia. Septiembre de 2000.
- Herrador, D y L. Dimas. 2000. Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas de pago por servicios ambientales. PRISMA N° 41. San Salvador. 16 p.
- INEC. 2002. Posición geográfica, límites del territorio continental y composición de la superficie del territorio de Nicaragua, Managua, Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos. 5 p.
- INETER. 2001. Boletín Hidrológico. Dirección de Hidrología Superficial. Vol.1. Managua, Nicaragua. Consultado noviembre, 2013. Disponible en <http://webserver2.ineter.gob.ni/Direcciones/Recursos%20Hidricos/boletin/edanterior/Bol12001/bol1indextm.htm>
- INIDE. 2005. Instituto Nacional de Información de Desarrollo. Perfil y características de los pobres en Nicaragua 2005. Instituto Nacional de Información de Desarrollo, Encuesta de Hogares sobre Medición de Nivel de Vida.
- IPS, 2002. Instituto de Políticas para la Sostenibilidad. Desarrollo de una base metodológica para el cálculo de un canon ambientalmente ajustado por aprovechamiento de agua en la cuenca del río Grande de Tárcoles. San José.
- Jarquín, L., Ortega, J. & Jorge, C. (1998). Guía práctica sobre derechos y responsabilidades ambientales en Nicaragua. Cómo los ciudadanos pueden conservar y proteger su medio ambiente y recursos naturales a través de la ley. Managua: USAID (United States Agency for International Development).
- La Gaceta. 2007. Diario Oficial de la República de Nicaragua, No. 169. Ley No. 620, Ley General de Aguas Nacionales. Publicada el 4 de septiembre de 2007.

- La Gaceta. 2010. Diario Oficial de la República de Nicaragua, No. 150. Decreto 44-2010. Reglamento a la Ley General de Aguas Nacionales. Publicada el 9 de agosto de 2010.
- Lambert, A. 2003. Valoración económica de los humedales: un componente importante de las estrategias de gestión de los humedales a nivel de las cuencas fluviales: 11.
- Madrigal, R y Alpízar, F. 2008 El pago por servicios ecosistémicos y la acción colectiva en el contexto de cuencas hidrográficas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie técnica. Informe técnico N° 361. 29 p.
- MARENA. 2010a. Informe del Estado del Ambiente 2007-2008 Barreto, G. ed. Managua, Nicaragua, MARENA. 340 p. (IV Informe GEO). Consultado en diciembre, 2013. Disponible en www.marena.gob.ni
- MARENA. 2010b. Caracterización de las Cuencas Hidrográficas. Dirección de Recursos Hídricos. Managua, Nicaragua, MARENA. Consultado en diciembre, 2013. Disponible en www.marena.gob.ni
- Martínez, M.; Dimas, L. 2007. Valoración Económica de los Servicios Hidrológicos: Subcuenca del Río Teculután, Guatemala Liliana, E. ed. Guatemala, WWF Centroamérica. 30 p. (Compensación equitativa por servicios hidrológicos).
- Martinic, S. 1984. Algunas categorías de análisis para la sistematización. CIDE- FLACSO. Santiago, Chile.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. 86p.
- Moreno, L. 2008. La valoración económica de los servicios que brinda la biodiversidad: la experiencia de Costa Rica Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad INBIO. 57 p.
- ONU. 2003. Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo: Agua Para Todos, Agua Para la Vida. Consultado noviembre, 2013. Disponible en http://www.unesco.org/water/wwap/wwdr/wwdr1/index_es.shtml
- Pearce, D., Turner, K. 1995. Economía de los recursos naturales y del medio ambiente. Colegio de economistas de Madrid. Celeste Ediciones. España. 448 p.
- Perman, R.; Ma, Y.; Mc Gilvray, J.; Common, M. 1999. Natural Resources & environmental economics. Second Edition. Pearson Education Limited. 564 p.
- PHIPDA. 2003. Plan Hidrológico Indicativo Nacional y Plan Anual de Disponibilidad de Agua, 2003. Diagnóstico de los recursos hídricos por cuenca hidrográfica.
- Ramírez, A. 2008. Cultivos para la producción sostenible de biocombustibles: SNV ed. Tegucigalpa, Honduras, Servicio Holandés de Cooperación para el Desarrollo, SNV. 20 p. (Una alternativa para la generación de empleos e ingresos) (V).
- Rosembuj, F. 2001 Incentivos Indirectos de la ambientalización de las empresas. Ponencia A3. Instrumentos económicos de gestión ambiental. IV Jornada Fórum Ambiental. Barcelona, España. p 47-59. Disponible en <http://www.forumambiental.org/pdf/instrum.pdf>
- Sarmiento, A. 2003. Desarrollo de un nuevo método de valoración económica. Doctor Madrid, España, Universidad Politécnica de Madrid. 224 p. Consultado diciembre, 2013. Disponible en <http://oa.upm.es/105/1/07200318.pdf>

- Scheaffer, RL; Mendenhall, W; Otto, L. 1990. Elementary survey sampling. The Duxbury advanced series in statistics and decision sciences. PWS-KENT Publishing Company. Massachusetts. EU. 390 p.
- Sierra, F. (1998). Función y sentido de la entrevista cualitativa en investigación social, en Galindo, J. (Coord.), Técnicas de investigación en sociedad, cultura y comunicación. México: Pearson.
- Sterner, T. 2007. Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales. Gabriela Gitli A ed. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 542p.
- Vammen, K., Hurtado, H., Picado, F., Flores, Y., Calderón, H., Delgado, V., Flores, Selvia., Caballero, Y., Jiménez, M., Sáenz, Rosario. 2012. Recursos Hídricos en Nicaragua: Una visión estratégica Marco A. Barragán García ed. México, D.F., Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, IANAS. 359-397 p. Consultado noviembre, 2013. Disponible en <http://www.cira-unan.edu.ni/media/documentos/nicaragua.pdf.pdf>
- Whittington, D. 2002. Improving the performance of contingent valuation studies in developing countries. Environmental and resource economics. 22. Kluwer academic publishers. Netherlands. p. 323-367.
- World Bank. 2001. Agricultural Land Use; Selected Countries.
- Young, R. 2005. Determining the economic value of water: concepts and methods. Resources for the future. USA. 357p

CAPÍTULO II

ARTÍCULO I: Análisis del estado del arte en materia de diseño de cánones de aprovechamiento de agua en Costa Rica

1. Resumen

Este artículo presenta un análisis del proceso desarrollado en Costa Rica sobre la iniciativa de revisión, aprobación e implementación del canon ambientalmente ajustado por aprovechamiento de agua (CAA). La metodología utilizada se basa en el análisis cualitativo de entrevistas con actores claves que formaron parte del proceso que duró 4 años (2002 al 2006) y revisión de bibliografía secundaria.

Se destaca como factores esenciales en este proceso el apoyo, visión y decisión política para lograr la aprobación de este tipo de instrumentos económicos, y la anuencia a la adopción de un canon ambientalmente ajustado por parte de los usuarios, además del reconocimiento del valor económico del agua. La importancia del uso de instrumentos económicos para garantizar la dotación y disponibilidad en calidad y cantidad del recurso.

Se recopilan también ciertas recomendaciones que pueden contribuir en el desarrollo de procesos similares.

Palabras claves: canon, instrumentos económicos, gestión de los recursos hídricos, Costa Rica, uso del agua, pago por aprovechamiento de agua.

2. Introducción

El agua tiene importancia social, ambiental y económica, es un eje transversal por el cual temas como seguridad alimentaria, salud, energía, economía y cambio climático pueden ser abordadas de manera conjunta, por lo que para una correcta asignación debe existir coordinación y cooperación de los sectores (ONU 2014). Para esto se necesita el fortalecimiento a las políticas públicas, conciencia por el uso y compromiso político (Cisneros 2005).

En Costa Rica se reconoce al agua como un bien nacional (Ley N° 620 1942), estratégico y elemento de vida (Decreto N°30480-MINAE 2012). El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) es el órgano del estado encargado de su protección y administración en nombre de la Nación, ha venido trabajando en el fortalecimiento del marco legal ambiental, pero a pesar de los esfuerzos desarrollados, aún enfrenta desafíos en la gestión de los recursos hídricos (Ulate 2011).

Costa Rica es un país que cuenta con experiencia en el diseño de políticas e instrumentos económicos, el Canon Ambientalmente Ajustado (CAA) es uno de ellos, el pago por el uso del agua ya estaba contemplado en la Ley de Aguas de 1942, en la Sección II Impuestos, artículo 169, se establecía el cobro por el aprovechamiento de las aguas nacionales, mas no se consideraba el valor ambiental del recurso, los costos de conservación, protección y provisión del mismo. Es por ello que en el año 2002 se presenta una propuesta de revisión

del canon ambiental por aprovechamiento de agua, que fue aprobada mediante Decreto Ejecutivo N° 32868-MINAE en el año 2006.

El análisis del estado del arte en materia de diseño de cánones por aprovechamiento de agua para uso agrícola se desarrolla con el objetivo de conocer el proceso de diseño, aprobación e implementación del CAA, como instrumento económico para la gestión del agua. El desarrollo de este tipo de instrumentos económicos no es sencillo, depende mucho del contexto socioeconómico y político del país, por ello se espera conocer quiénes fueron los actores claves y de qué forma contribuyeron, así también cuál fue la metodología utilizada para la estimación del valor económico del agua en la agricultura, y las condiciones habilitadoras.

En este proceso se puede resaltar como condiciones habilitantes: el marco legal ambiental fortalecido, la voluntad política, la sensibilización de los usuarios, y los estudios técnicos disponibles que facilitaron la aprobación del canon, adicionalmente se analizan los que obstaculizaron el proceso como falta de credibilidad de las instituciones de gobierno, ciertas deficiencias operativas en la implementación y poca aceptación por un grupo de usuarios.

3. Contexto

A nivel mundial se vienen impulsando estrategias para contribuir en la gestión de los recursos hídricos, una de ellas es incorporar instrumentos económicos en las políticas públicas de los países, Costa Rica es uno de los países que más ha venido trabajando en esto y se considera que cuenta con un marco legal ambiental bastante robusto que contribuyó a la aprobación del CAA, muestra de esto es que el canon por aprovechamiento de agua estaba establecido en la Ley de Aguas de 1942, se consideraba como un derecho de uso. En 1998 se realiza la primera revisión del canon y mediante Decreto Ejecutivo No. 26635-MINAE se define el concepto de canon³, se modifican los montos, los mecanismos de cobro y su aplicación.

Para la década del 90 el país decidió impulsar leyes, políticas y acciones para detener la deforestación y recuperar la cobertura forestal, en 1996 se aprueba la Ley Forestal No 7575, creadora del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), así también se inicia el esquema de Pagos por Servicios Ambientales PSA, iniciativa que contribuyó para que el país recuperara más del 70 % de la cobertura forestal que había perdido, se pagó a dueños de fincas para que recuperen el bosque, mediante procesos de reforestación o manejo forestal.

Se destaca también el hecho de que la administración de los recursos naturales esté concentrada en el Ministerio de Ambiente y Energía, organización gubernamental fortalecida, y no esté de forma dispersa en diferentes organizaciones, porque generalmente dificulta la gestión de los recursos, se da duplicidad de trabajo, y se vuelve ineficiente la administración

³Canon según el Decreto Ejecutivo N° 32868-MINAE, 2005 *“el canon por aprovechamiento del agua es un instrumento económico para la regulación del aprovechamiento y administración del agua, que garantiza la disponibilidad y provisión del recurso para consumo humano y desarrollo económico”*.

del estado y solo se contribuye al aumento del gasto público. Este contexto influyó de forma positiva en la aceptación del CAA, y se fortaleció otro aspecto determinante como es la sensibilización de los usuarios con respecto a la importancia de la gestión integral de los recursos hídricos.

Según Peña (2007) el canon no es un impuesto y tampoco una tarifa, es el pago por el uso o aprovechamiento de un bien de dominio público en el que se incluye el servicio ecosistémico⁴ y los costos de conservación de las cuencas generadoras del bien ambiental, mientras que el impuesto es una obligación por parte del Estado sin garantía de recibir un beneficio claro por este y las tarifas son los costos administrativos y de operación de las empresas prestadoras del servicio de agua.

El CAA está compuesto por dos valores: el valor del derecho de uso y el valor por el servicio ecosistémico. El primero es un valor diferenciado de acuerdo con uso y se contempla un valor agregado cuando son aguas subterráneas, para la agricultura su cálculo fue desarrollado con base en cuánta riqueza genera un metro cúbico de agua. El segundo se entiende como el valor por mantener los ecosistemas y las cuencas hidrográficas (Peña 2007).

El monto del canon era bajo y no se había realizado ninguna revisión o ajuste de acuerdo con la inflación, por lo que era prácticamente insignificante. Como se puede apreciar en el Cuadro 1, el valor promedio del canon por agua superficial era de 0.0936 colones/litro/segundo y para el agua subterránea 0.2750 colones/litro/segundo, siendo el valor del canon menor a 0.0005 dólar/litro/segundo, los montos del canon promovían el acaparamiento, porque se regía de acuerdo con los caudales concesionados, a mayor caudal menor era el pago y se fijaba en litros por segundo, como se observa en el Cuadro 2 y apenas 50 colones se destinaban para el control y seguimiento (Zeledón 2004, Peña 2007, Ballesteros 2010).

Cuadro 1. Canon por aprovechamiento de agua, vigente hasta 2006.

| Sector | Superficial colones/m³ | Subterránea colones/m³ |
|----------------|--|--|
| Doméstico | 0.5177 | 0.7187 |
| Poblacional | 0.0088 | 0.0109 |
| Hidroeléctrico | 0.0001 | - |
| Industrial | 0.0252 | 0.1928 |
| Riego | 0.0017 | 0.1304 |
| Otros usos | 0.0075 | 0.3224 |
| Promedio | 0.0936 | 0.2750 |

Fuente: Dirección de Aguas MINAE, tomado de Ballesteros 2010

A enero del 2006 1 \$ =498 colones.

⁴Los servicios ecosistémicos son los beneficios que las personas obtienen de los ecosistemas (Neville et .al 2010; MEA 2005)

Cuadro 2. Canon por aprovechamiento de agua para consumo humano, Ley de Aguas 1942

| Rango litr/seg | Monto anual (colones)^a |
|-----------------------------|--|
| de 0 a 0.10 | 8000 |
| exceso de 0.10 hasta 0.25 | 7000 |
| exceso de 0.25 hasta 0.50 | 6000 |
| exceso de 0.50 hasta 1.00 | 5000 |
| exceso de 1.00 hasta 5.00 | 4000 |
| exceso de 5.00 hasta 10.00 | 3000 |
| exceso de 10.00 hasta 15.00 | 2000 |
| exceso de 15.00 hasta 20.00 | 1000 |
| de 20 en adelante | 500 |

Fuente: Ley de Aguas 1942, MINAE tomado de Ortega 2006

^aMás 50 colones por Ltr/s para control y seguimiento

Usuarios institucionales no pagaban por el uso del agua como por ejemplo Instituto Costarricense de Energía (ICE) para generación de energía hidroeléctrica, Acueductos y Alcantarillados (AyA) para consumo humano, Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, Riego y Avenamiento (SENARA) para riego (Zeledón 2004, Ballesteros 2010). La gestión institucional era deficiente, el cobro del canon incluía solo los gastos administrativos, debido a esto actividades como protección, control, administración e investigación eran nulas. Sin embargo para inicios del 2000 la visión del país estaba enfocada en la conservación de los recursos naturales, esto permitió que al identificar todas estas falencias en lo que respecta al canon se tomara la iniciativa de revisar la estructura del canon y sus montos.

4. Materiales y métodos

Para la realización del trabajo se utilizó la información recabada mediante entrevistas semiestructuradas a los actores claves, quienes fueron parte del proceso de establecimiento del canon ambientalmente ajustado.

El proceso realizado se resume en tres fases: Identificación de actores, Desarrollo de las entrevistas, y Sistematización de la Información (Figura 1). Se inició con la identificación de los actores claves, para esto se realizó una reunión con el M.Sc. Carlos Manuel Rodríguez, ex Ministro de Ambiente y Energía de Costa Rica en el período 2002-2006; con quien se desarrolló un listado de actores claves. Para la segunda fase se desarrollaron 7 entrevistas semiestructuradas a diferentes actores del sector gubernamental, industrial, agrícola y organizaciones gubernamentales que participaron en el proceso (anexo 1, ver Cuadro 7). Concluidas las entrevistas se sistematizó en una base de Excel y se realizó el análisis siguiendo la guía metodológica planteada por Berdegué *et al.* (2000), en la que se identifican los diversos actores que intervinieron en el proceso de forma directa e indirecta, seguido se plantean tres momentos: la situación inicial y sus elementos de contexto, el proceso de intervención y sus elementos de contexto y la situación final y sus elementos de

contexto. Esto contribuye a que no se den traslapes en la sistematización de la información; existen ciertas preguntas ya establecidas en cada situación que clarifican y ordenan la información. Finalmente se analizan las condiciones habilitantes y lecciones aprendidas del proceso (anexo2, Figura 3).

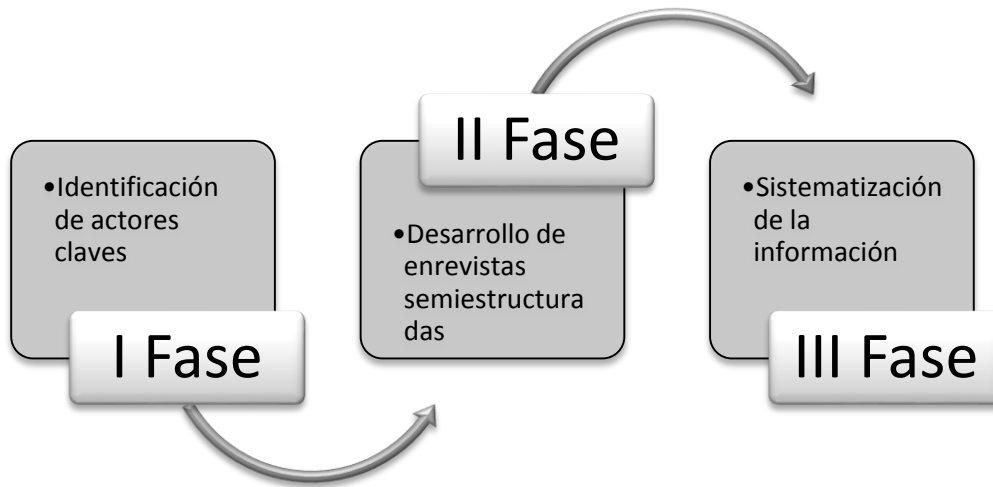


Figura 1. Proceso para el análisis del estado del arte

Fuente: Elaboración propia

5. Resultados y Discusión

El proceso de revisión del canon de aprovechamiento tiene sus inicios en el año 2002 por iniciativa del Ministerio de Ambiente y Energía, liderado por el Ministro Carlos Manuel Rodríguez, finalizó en el año 2006 con la promulgación del Decreto Ejecutivo N° 32868-MINAE en el que se aprueba el canon ambientalmente ajustado, con base en el análisis de la información obtenida en las entrevistas este proceso se resume en cuatro etapas, como se presenta en la Figura 2, y que posteriormente se describe etapa por etapa:



Figura 2. Proceso de aprobación del CAA

Fuente: Elaboración propia

5.1 Etapa I. Condiciones habilitantes

La iniciativa nace del MINAE como un compromiso del sector gubernamental con el desarrollo de instrumentos económicos que permitan una adecuada gestión de los recursos hídricos. De acuerdo con los entrevistados fue un paso importante del sector gubernamental, siempre y cuando a la cabeza del proceso se cuente con un líder que tenga la capacidad de comunicar los costos y beneficios de un proyecto de esta índole a sus colegas ministros, en especial al ejecutivo, y que logró el apoyo de estos.

Se identificaron las condiciones habilitantes, es decir cuáles aspectos relevantes del contexto beneficiaron el desarrollo del proceso de diseño, aprobación e implementación del CAA, algunas de estas condiciones son: la voluntad y visión política, un marco legal ambiental robusto, la cultura de pago, el grado de sensibilización de los pobladores con respecto a los recursos naturales, las garantías en la asignación del recurso, la capacidad de negociación y la existencia de estudios técnicos que soporten la propuesta.

De las condiciones que favorecen el proceso se encuentran la voluntad y visión política, debido a que es la decisión de un organismo público, en este caso el MINAE, para dar solución a la inadecuada gestión de los recursos hídricos en el país. Es notable la general falta de interés por parte del Estado en el desarrollo de instrumentos económicos, políticas de planificación y manejo del recurso hídrico, estos hechos han ocasionado un uso irracional del recurso (Peña 2007, Guerrero *et al.* 2003, citado por Cisneros 2005). Es por ello que la visión política enmarcada en la conservación, recuperación, y protección de los recursos hídricos en este proceso juega un rol determinante, ya que generalmente es una de las debilidades al momento de aprobar políticas económicas.

Que el país cuente con un marco legal robusto en materia ambiental claramente definido facilita el proceso, o por lo menos no lo impide (Madrigal y Alpízar 2008), permite la aceptación de los usuarios a nuevos planteamientos. Como sucedió en Costa Rica con el caso de la revisión del canon, no se partió de cero, existía un grado de sensibilización en los usuarios que permitió avanzar, utilizando espacios de negociación y diálogo, en los que se conocen los planteamientos e intereses de los actores, pero que finalmente a través de una construcción social, se logra el consenso, y se definen estrategias para dar cumplimiento a objetivos comunes. Se ha comprobado que ofrecer garantías en la asignación del recurso hace que los usuarios tengan mayor disponibilidad a la implementación de una política económica como lo es el canon (Marques *et al.* 2005, Birol 2006, Stanley 2009, Aylward *et al.* 2010, Mesa-Jurado *et al.* 2012, Alcon *et al.* 2014). La propuesta debe ser avalada por estudios para brindar garantías a los usuarios sobre un proceso transparente.

5.2 Etapa II. Diseño y propuesta del CAA

Para el diseño se tomó como referencia el estudio "Desarrollo de una base metodológica para el cálculo de un canon ambientalmente ajustado por aprovechamiento de agua en la cuenca del río grande de Tárcoles", que fue producto de una consultoría contratada por MINAE al Instituto de Políticas para la Sostenibilidad. Los criterios que se retoman para el establecimiento del canon son dos: el pago por el derecho de uso y el pago por el servicio

ecosistémico del recurso hídrico (Ortega 2006, Ballesteros 2010), los servicios ecosistémicos que brinda el agua son de provisión, apoyo, regulación y culturales.

Se eligió el estudio de la cuenca del río grande de Tárcoles, por la importancia nacional de la cuenca, está dentro de las cuencas prioritarias y provee de agua a tres cabeceras de provincia, y agrupa 35 municipios de los 81 que hay en el país. Se caracteriza por tener el mayor desarrollo urbano e industrial, motivo por el cual su deterioro ambiental se acelera con el pasar de los años.

El estudio técnico fue el sustento a la propuesta política, este contenía la información referente al valor máximo económico de los recursos hídricos en la cuenca del Río Grande de Tárcoles, como ejemplo para el sector agropecuario el valor propuesto por el estudio fue de 2.89 colones, ver Cuadro 3. Esta fue la base para desarrollar la propuesta del CAA y demostrar cómo el canon se había devaluado y de ahí la necesidad de construir un instrumento que permita la recaudación de recursos económicos para ser utilizados en protección, conservación y restauración de las cuencas que generan el recurso; poder garantizar un desarrollo sostenible y la provisión del recurso a actuales y futuras generaciones.

Cuadro 3. Propuesta de canon de acuerdo con el estudio de la cuenca del Río Grande de Tárcoles

| Uso | Valor⁵ colones/m³ |
|----------------|--|
| Doméstico | 4.62 |
| Industrial | 16.41 |
| Agropecuario | 2.89 |
| Hidroeléctrico | 2.67 |

Fuente: MINAE, s/f tomado de Ortega 2006

El valor del servicio ecosistémico hídrico fue diseñado tomando en cuenta dos factores: la conservación, los costos de conservar el bosque y el costo de oportunidad de no uso de los terrenos bajo actividad ganadera o agrícola; y la restauración, que son los costos de restaurar zonas de recarga hídrica degradadas por el cambio de uso de suelo o por otras actividades económicas (Ortega 2006).

Se utilizó la función de producción para determinar el canon agrícola, se comparó entre la producción y el valor de la producción en seco y con riego, bajo condiciones agroecológicas similares, se obtuvo el incremento neto en la producción del cultivo que se encontraba bajo riego y con el uso de los precios de mercado para la producción se calculó el valor agregado para el uso del agua, se utilizaron los datos de consumo por rubro agrícola, y

⁵ Basado en el estudio "Desarrollo de una base metodológica para el cálculo de un canon ambientalmente ajustado por aprovechamiento de agua en la cuenca del río Grande de Tárcoles", IPS 2002. El estudio se desarrolló con fondos del proyecto PROSIGA Fondos del Gobierno de Holanda, ejecutado por la Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo en los siete países centroamericanos CCAD.

se determinó, finalmente, el valor que cada unidad de agua utilizada genera en cada cultivo (Ortega 2006).

El Departamento de Aguas del MINAE fue el encargado de desarrollar la propuesta del Decreto para el CAA en la que se incluyen los criterios de derecho de uso y servicio ecosistémico, el documento fue presentado en el año 2003 a los usuarios del sector público como el Instituto Costarricense de Energía (ICE), Acueductos y Alcantarillados (AyA), del sector privado Unión Costarricense de Cámaras y Asociaciones de la Empresa Privada (UCCAEP), Cámara de Industrias, Asociación Costarricense de Productores de Energía (ACOPE), Cámara Nacional de Agricultura y Agroindustria (CNAA) , Liga Agrícola Industrial de la Caña (LAICA), Cámara de Turismo; no obstante no hubo aceptación por parte de los usuarios, y se pasó a un proceso de negociación con cada sector productivo, y dentro de las cámaras con cada sub sector. Es por ello que se incluye la Cámara de Porcicultores, Cámara de Lecheros, Cámara de Ganaderos, Cámara de Piscicultores, entre otros.

A continuación se presenta la propuesta desarrollada por el Departamento de Aguas del MINAE, ver Cuadro 4, el CAA contenía de manera separada los montos referentes a: derecho de agua y servicio ecosistémico; por lo tanto, hace una diferenciación entre el agua superficial y subterránea.

Cuadro 4. Propuesta del Canon Ambientalmente Ajustado, MINAE 2005 (en colones/m3)

| Uso | Valor derecho de uso | | Servicio ambiental hídrico | Canon ambientalmente ajustado | |
|----------------|----------------------|------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------|
| | Agua superficial | Agua Subterránea | | Agua superficial | Agua Subterránea |
| Doméstico | 0.46 | 0.64 | 2.00 | 2.46 | 2.64 |
| Industrial | 1.64 | 12.55 | 2.00 | 3.64 | 14.55 |
| Agropecuario | 0.29 | 2.23 | 2.00 | 2.29 | 4.23 |
| Hidroeléctrico | 0.27 | - | 2.00 | 2.27 | - |

Fuente: MINAE, s/f tomado de Ortega 2006

Es importante utilizar estudios generados por especialistas para sustentar las decisiones en materia de política pública. En la actualidad se fomenta promover la interface ciencia-política que es la interacción entre la academia y los gobernantes, estos últimos deben informarse sobre los resultados de las investigaciones para tomar decisiones acertadas.

La propuesta del canon fue tomada como una imposición, por ello los usuarios solicitaron la revisión de la misma. Se dio inicio a un proceso de negociación entre el sector gubernamental y los usuarios para definir el CAA, porque los usuarios no estaban de acuerdo con los montos presentados, y consideraban importante partir de una propuesta debidamente justificada, pero que pueda someterse a modificaciones.

5.3 Etapa III. Negociación

Se realizó con cada sector de manera individual, el sector industrial presentó mayor anuencia. Para los usuarios el canon estaba formulado de manera general, no representaba

las características propias de cada sector, con base en esto sus principales solicitudes fueron: establecer un canon diferenciado respecto al uso, ya sea consuntivo y no consuntivo; realizar una diferenciación en el uso (agroindustrial, agrícola, acuícola, etc.); que el cobro del canon sea de manera gradual, iniciar con un porcentaje y después de cierto período llegar al 100% del valor del canon; además, incluir incentivos por buenas prácticas en el uso eficiente del recurso hídrico.

La CNAA fue el sector que presentó rechazo al pago del canon, los principales argumentos de la CNAA en contra del pago del canon, fue que este les ocasionaría pérdidas económicas, afectaría sus sistemas de producción y no serían competitivos en relación con otros productores de la región, los cuales aparte de poseer ciertos subsidios no realizan pago por el agua. De manera general los usuarios realizaron estudios económicos con base en los registros de consumo para conocer el valor por pagar y un breve análisis de otros países.

Fue la etapa más tardada y finalmente no solo se llegó al consenso por el pago de un valor económico, sino que se logró concienciar a los diferentes sectores de lo importante que es reinvertir en las cuencas generadoras del recurso hídrico, no solo desde el punto de vista ambiental, sino desde la perspectiva de los sectores productivos; pues reinvertir a través del pago del canon les permite la sostenibilidad, y los vuelve más competitivos.

Para los sectores como la Cámara de Porcicultura y la Asociación Costarricense de Productores de Energía (ACOPE) en el período de negociación fue importante revisar la metodología con la que se calculó el canon; esto no se realizó, fue algo que quedó pendiente. En comparación con los otros sectores que formaron parte de la negociación afirman que se incluyeron todos sus argumentos y se finalizó con un diseño participativo del canon.

Quedando el CAA diferenciado por el uso y de acuerdo con las características específicas del sector, para el sector agropecuario el valor fijado fue de 1.29 colones/m³ para agua superficial y 1.40 colones/m³ para agua subterránea (Cuadro 5); y se estableció un monto especial para cultivos tradicionales como el arroz, la caña de azúcar, pastos y café, el canon fue de 0.12 colones/m³ para agua superficial y de 0.16 colones/m³ para agua subterránea, equivalente a 0.0002 dólar/m³ para agua superficial y 0.0003 dólar/m³ para agua subterránea esto con el objetivo de no afectar al sector productivo.

En el estudio se estimó que el valor económico máximo de un m³ de agua que se utiliza en el cultivo de caña de azúcar con riego por gravedad en Nicaragua es de 0.0065 dólar/m³, este es un valor referencia del valor del agua que se utiliza en el cultivo de caña de azúcar, para determinar un canon como en el caso de Costa Rica es necesario un análisis de todo el sector productivo del país, y mediante un proceso político se define el canon de manera diferenciada, o como en Costa Rica que se fijo un canon especial de 0.0003 dólar/m³ en el año 2006 para cultivos tradicionales como arroz, caña de azúcar, pasto y café.

Para CNAA fue un acuerdo importante reconocer un canon especial para cultivos tradicionales, consideran que el canon no debe ser tan elevado porque son afectados de forma directa, ya que el 100 % de su actividad depende del agua, al igual que el 100 % de

sus productos son alimenticios, en comparación con otros usuarios que proveen bienes y servicios.

El cobro del canon se planteó de manera gradual para un período de 7 años hasta llegar al valor del 100 % del canon, la revisión del valor del canon será partir del octavo año tomando las tasas de inflación del Banco Central de Costa Rica y de manera consecutiva año con año, que la implementación de un instrumento económico se haga de manera gradual no es malo, porque todo es un proceso que busca el fortalecimiento de capacidades para una mejor gestión de los recursos hídricos.

Cuadro 5. Canon ambientalmente ajustado, 2006

| Uso | Canon (colones / m ³) | |
|--|-----------------------------------|------------------|
| | Agua Superficial | Agua Subterránea |
| Consumo humano | 1.46 | 1.63 |
| Industrial | 2.64 | 3.25 |
| Comercial | 2.64 | 3.25 |
| Agroindustrial | 1.90 | 2.47 |
| Turismo | 2.64 | 3.25 |
| Agropecuario | 1.29 | 1.40 |
| Acuicultura | 0.12 | 0.16 |
| Fuerza Hidráulica | 0.12 | - |
| Sub-Sectores | | |
| Fuerza hidráulica <2000 kw | 0.06 | - |
| Fuerza hidráulica <500 kw | 0.03 | - |
| Agrícola cultivos arroz, caña de azúcar, pastos y café | 0.12 | 0.16 |
| Agroindustria uso no consuntivo | 0.15 | - |
| Agroindustria uso consuntivo | 1.90 | - |
| Distrito de Riego Arenal Tempisque DRAT de SENARA | 0.12 | - |

Fuente: Decreto Ejecutivo 32868-MINAE, 2006

Dentro de la mesa de negociación para los usuarios era importante que los recursos económicos que se recauden del canon sean utilizados realmente para la restauración, protección y conservación de las cuencas, monitoreo, investigación, gestión de los recursos hídricos y en un mínimo para gastos administrativos, en concordancia con lo anterior hubo anuencia a la propuesta de que el canon se destinara: 25 % para Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), 25 % para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación y 50 % para la Dirección de Aguas del MINAE. Para la aceptación de instrumentos económicos por parte de la población los recursos económicos que estos generen deben ser destinados a actividades de utilidad para el sector (Kraemer *et al.* 2003).

Dentro de la gestión del agua se encuentran implícitos los intereses de los usuarios y las instancias gubernamentales rectoras, por lo que es común que se generen ciertas divergencias, el establecimiento del CAA no podía ser la excepción, es por ello que se abren los espacios de diálogo y negociación para tratar estas diferencias de intereses hasta llegar a un consenso. La capacidad de negociación por parte de sector gubernamental es determinante en esta fase.

Los representantes de los sectores entrevistados concuerdan en que todos los actores presentes en el proceso fueron claves cada uno en un momento determinado. La aprobación del CAA fue rápida, porque durante todo el proceso se contó con el apoyo político del poder ejecutivo, una vez consensuado el CAA con cada sector, Asesoría Legal del Departamento de Aguas, ahora Dirección de Aguas; fue la encargada de elaborar el documento, el mismo que fue aprobado como Decreto Ejecutivo N° 32868-MINAE 2006, publicado en la Gaceta, diario oficial, el 30 de enero del año 2006 y entra en vigencia el 01 de agosto del año 2006.

5.4 Etapa IV. Implementación

El Departamento de Aguas pasa a ser la Dirección de Aguas siempre como un apéndice del MINAE, es la responsable de ejecutar el CAA que cuenta con soporte legal lo suficientemente robusto, ya que el canon no solamente fue aprobado por Decreto Presidencial, sino también quedó plasmado en la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, en la Política Nacional de Recursos Hídricos, es decir fue oficializada a nivel de país.

La implementación del canon se divide en tres etapas: la primera es la regularización de los usuarios, la segunda el cobro del canon en sí y la tercera la reinversión del canon, se incluye protección, conservación, restauración de las cuencas y operatividad de la Dirección de Aguas.

La regularización de los usuarios contribuye en la actualización del Registro de Concesiones, un buen número de usuarios retornaron caudales que tenían asignados, los cuales no eran utilizados. El Registro de Concesiones se operativizó de manera que es posible acceder a información en línea y se convirtió en un instrumento para la toma de decisiones.

En lo que respecta al cobro del canon, a finales del año 2006 inicia el proceso con el cobro del 10 % del canon para consumo humano, industrial, comercial, agroindustrial, turismo, agropecuario, acuicultura y el 15 % del canon establecido para la fuerza hidráulica hasta el año 2014 con el cobro del 100 % del canon. Se reconoce por parte de los entrevistados que la nueva Dirección de Aguas no contaba con las capacidades suficientes para iniciar esta etapa, por lo que era importante el fortalecimiento de capacidades técnico-operativas de la dirección para que el proceso surgiera de forma ágil y transparente. Además, fue un reto para la dirección asumir esta función, ya que la imagen, en general, del sector público no les brindaba a los usuarios las garantías de que fuese un mecanismo eficiente de cobro y reinversión. En la actualidad los sectores entrevistados consideran que el sistema de cobro es eficiente para los usuarios concesionados, sin embargo existen debilidades con las extracciones ilegales por falta de control, seguimiento y monitoreo. Para la implementación de un esquema de precios de agua volumétrico, el monitoreo es parte medular, si el

regulador no cuenta con la capacidad para monitorear el consumo de agua, la implementación se torna complicada e ineficiente. Las políticas e instrumentos como el CAA deben ir acompañadas de estrategias de implementación, que recojan los mecanismos para enfrentar debilidades puntuales a la hora de la implementación.

El pago del canon es trimestral, se establecieron las sanciones correspondientes por el incumplimiento en el pago, como es el cobro de interés por mora, un recargo de 25 % en el pago del segundo semestre y el 50 % en el pago del tercer semestre, caso contrario caduca la concesión conforme a la Ley de Aguas, artículo 169 y 26.

FONAFIFO, SINAC y la Dirección de Aguas del MINAE son los encargados de la reinversión del canon en las cuencas, para evitar su degradación e iniciar un proceso de recuperación; sin embargo afirman los entrevistados que no es suficiente, porque no se cuenta con un estudio a nivel de país sobre el estado de los recursos hídricos, en el cual se definan las zonas prioritarias para la conservación.

La Dirección de Aguas del MINAE no ha realizado grandes inversiones en conservación, protección, monitoreo, seguimiento e investigación, porque por Ley tiene un tope presupuestario; es decir, una restricción que no le permite hacer uso de todos los recursos económicos que el canon genera. Por su parte FONAFIFO invierte el 25 % del canon en la conservación y protección de zonas de recarga de las cuencas en fincas privadas, esto fortalece el esquema de PSA hidrológicos en el país y el 25 % restante lo administra el SINAC para la inversión en áreas de conservación del Estado; para la mayoría de los encuestados la gestión que realiza el SINAC no es muy aceptable, ya que consideran que la mayor parte de los fondos son utilizados en gastos administrativos.

Una debilidad del Decreto Ejecutivo 32868-MINAE en el que se aprobó el CAA, es la ausencia de mecanismos de rendición de cuentas, no se planteó cómo medir el desempeño de las organizaciones encargadas de la administración de los recursos que genera el canon; debido a esto, hasta el momento se desconoce el impacto de la implementación del CAA en la gestión de los recursos hídricos en Costa Rica.

Después de transcurridos ocho años de la implementación del canon es necesario realizar una evaluación del impacto del CAA en la gestión del agua, en los patrones de consumo, en la operatividad de la Dirección de Aguas, en los resultados de reinversión de este en conservación, protección, investigación, monitoreo de las cuencas generadoras del recurso hídrico, meteorológico, desarrollo de infraestructura de aprovechamiento y protección, esto como una base para la toma de decisiones control del cumplimiento por parte de los usuarios y el regulador.

5.5 Condiciones que facilitaron y obstaculizaron la aprobación del CAA

A continuación se enlista las condiciones que permitieron el desarrollo de este proceso (Cuadro 6):

Cuadro 6. Condiciones del proceso

| Condiciones que facilitaron | Condiciones que obstaculizaron |
|---|--|
| Apoyo político | Falta de credibilidad en el sector gubernamental |
| Liderazgo del sector gubernamental | Propuesta general de los usos |
| Contar con estudios técnicos | |
| Apoyo del sector industrial | Negación por los usuarios al canon |
| Sensibilización por parte de algunos usuarios | Restricciones para la implementación |
| Apertura al diálogo del gobierno y usuarios | Mecanismo de rendición de cuentas |

5.6. Recomendaciones para el desarrollo de un proceso similar

De las características más importantes del proceso de revisión y aprobación del CAA, una de ellas es contar con un líder, una persona capaz de conducir todo el proceso, que cuente con la aprobación de los usuarios y que brinde las garantías de un proceso transparente, en este proceso se reconoce la capacidad de transmitir al Poder Ejecutivo y al Gobierno en general sobre la importancia, no solo ambiental, sino también económica y social del canon, este es un factor esencial para el desarrollo sostenible del país.

El proceso de negociación se puede resaltar como determinante en la aprobación de una política, es en este momento en el que se plantean los intereses de las partes, existen divergencias y para que se logren acuerdos es necesario que la persona o el equipo negociador tengan la suficiente capacidad de llevar a cabo el proceso, capacidad para negociar y solucionar conflictos que puedan afectar o detener el proceso y que las divergencias pasen a ser convergencias.

Contar con estudios técnicos, sobre el estado de los recursos hídricos del país, la disponibilidad de agua en calidad y cantidad, valoración económica de agua y el contexto socioeconómico del país brindan el soporte técnico para tomar decisiones acertadas y que realmente contribuyan en la gestión de los recursos hídricos sin afectar el bienestar socioeconómico de los pobladores.

Estimar el valor económico de las aguas subterráneas es complejo, en especial por la falta de información técnica sobre los acuíferos y su disponibilidad, pero de contar con dichos datos se recomienda un canon diferenciado, se debe tomar en cuenta que las aguas subterráneas cumplen con la función de mantener los caudales de los ríos, manantiales, lagos, humedales y estuarios en épocas secas (Custodio 2001, Younger 2007), la explotación descontrolada de las aguas subterráneas puede generar una disminución de los niveles freáticos, intrusión de agua de mar o salina, de manera que vulnerables a la contaminación por el uso masivo de fertilizantes y agroquímicos en la agricultura, esto ocasiona deterioro en la calidad del agua. Por ser grandes reservorios de agua es muy costoso y casi imposible limpiar los acuíferos contaminados, por ello es importante su protección, en especial en zonas donde el recurso es escaso (Sahuquillo 2009).

Deben existir espacios de diálogo, negociación y consenso con los usuarios, que permitan la aprobación del canon por aprovechamiento de agua no como una imposición, sino como una visión de país, en la que tanto los usuarios como el sector gubernamental tomen conciencia sobre la importancia de la reinversión en las cuencas generadoras del recurso hídrico para garantizar la sostenibilidad del recurso y de las actividades productivas. El establecimiento de ciertos incentivos en este tipo de políticas aumenta la disponibilidad de los usuarios a llevarlas a cabo.

La organización gubernamental encargada del cobro, administración e inversión de los recursos económicos generados por el canon, debe contar con las capacidades técnico-operativas y administrativas para realizar un cobro eficiente, monitoreo y seguimiento de los aprovechamientos de agua y ejecute de forma clara y precisa los fondos.

Se debe brindar las garantías suficientes de un proceso transparente, desde su diseño hasta su implementación, los mecanismos de rendición de cuentas deben quedar claramente establecidos, esto contribuye en la aceptación y cumplimiento de los usuarios con sus obligaciones.

El llevar una propuesta de un canon a un país en el que nunca se ha contemplado el pago por el uso del agua es un trabajo titánico mas no imposible si existe compromiso, voluntad y decisión política para su aprobación, siempre soportada en estudios técnicos.

6. Conclusiones

El proceso que se desarrolló en Costa Rica nos enseña que para llegar a la aprobación de un instrumento económico como CAA se necesita de varios factores: estudios técnicos, viabilidad legal, negociación y consenso; durante todo el proceso debe existir apoyo, voluntad y decisión política. La imagen de las organizaciones gubernamentales es determinante para la aceptación del canon por parte de los usuarios, porque es el órgano que les brinda las garantías de un cumplimiento a las disposiciones normativas que acompañan un canon.

La valoración económica del agua debe realizarse de acuerdo con el uso, utilizando la metodología adecuada para obtener el valor máximo de un m³ de agua, la aprobación del canon es un proceso político y depende mucho de las características socioeconómicas de los usuarios y del país.

El fortalecimiento del marco legal en materia ambiental es importante, pero aún más importante es que en el diseño de políticas, leyes, normativas u otro tipo de marco regulador se establezcan de manera clara los mecanismos de actualización, para que no se devalúen los montos fijados, y así evitar un proceso tan largo para sus ajustes como el que se dio en Costa Rica, que fue de 4 años. El establecimiento de reglas claras en lo que respecta a períodos de pago, multas, caducidad de concesiones, rendición de cuentas, incentivos, mecanismos de reinversión y administración de los recursos permiten una aplicación efectiva de los instrumentos económicos.

Las capacidades tanto en recursos humanos, técnicos, operativos y administrativos de las organizaciones gubernamentales marcan el punto de partida para una buena implementación, analizar de manera aterrizada la organización encargada del cobro, gestión y administración de los recursos es importante, ya que debe contar con la capacidad suficiente, caso contrario el proceso se verá tardado y esto afecta la aceptación de los usuarios y la transparencia del proceso.

La implementación de instrumentos económicos como el CAA genera un cambio por parte del usuario, este reconoce el valor ambiental del recurso y crea conciencia respecto a la utilización del mismo; generalmente en los sectores productivos se optimiza el uso del recurso empleando nuevas tecnologías, esto contribuye con la gestión integral de los recursos hídricos.

7. Recomendaciones

Según la ONU (2014) la crisis actual tiene como eje transversal el agua, por lo que para los gobiernos es un reto el contar con organizaciones más flexibles, sólidas y colaboradoras, las cuales mediante mecanismos de financiación garanticen a largo plazo la infraestructura y los servicios hídricos.

Para el desarrollo de instrumentos económicos como el canon en países en vías de desarrollo y de manera especial en Nicaragua, donde el único uso con una tarifa es el de consumo humano, y este es por el servicio de abastecimiento, mas no por el servicio ecosistémico; se debe realizar tomando en cuenta la situación socioeconómica de los usuarios y su capacidad de pago, este es un proceso complejo en el que no se pueden trasladar mecánicamente de otros países sin analizar la realidad local, para garantizar la aceptación del instrumento y su aplicabilidad (Ortega 2006, ONU 2014).

8. Literatura citada

8. Literatura citada

- Alcon, F.; Tapsuwan, S.; Brouwer, R.; de Miguel, M.D. 2014. Adoption of irrigation water policies to guarantee water supply: A choice experiment *Environmental Science & Policy* 44(0): 226-236.
- Aylward, B.S., Harry; Hartwell, Ray; Dengel, Jeff. 2010. The economic value of water for agricultural, domestic, and industrial uses: a global compilation of economic studies and market prices Bend, USA, UN FAO. 46 p. (Ecosyatem economics LLC) Consultado 30 enero 2015. Disponible en [http://www.ecosystemeconomics.com/Resources_files/Aylward%20et%20al%20\(2010\)%20Value%20of%20Water.pdf](http://www.ecosystemeconomics.com/Resources_files/Aylward%20et%20al%20(2010)%20Value%20of%20Water.pdf)
- Ballesteros, M. 2010. Soporte y financiamiento para la sostenibilidad del canon ambientalmente ajustado para el pago de servicios ambientales en Costa Rica San José, Costa Rica, Conservation Internacional. 28 p.
- Berdegú, J.; Ocampo, A.; Escobar, G. 2000. Sistematización de experiencias locales de desarrollo agrícola y rural. Perú, Chile, PREVAL, FIDAMERICA. 35 p p. (Guía Metodológica) (3).

- Birol, E.; Karousakis, K.; Koundouri, P. 2006. Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application *Science of The Total Environment* 365(1–3): 105-122. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969706001756><http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.02.032>
- Cisneros, J. 2005. Valoración económica de los beneficios de la protección del recurso hídrico y propuesta de un marco operativo para el pago por servicios ambientales en Copan Ruinas. Magister scientes. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza CATIE. 129 p. Consultado 10 enero del 2015.
- Decreto Ejecutivo 32868-MINAE Decreto Ejecutivo. La Gaceta, diario oficial. San José, Costa Rica. 30 enero del 2006.
- Decreto N°30480-MINAE Política Nacional Hídrica. MINAE. La Gaceta diario oficial. 2012.
- Guerrero, E.; Velasco, A. 2003. Agua y Biodiversidad para prevenir la pobreza Quito, Ecuador, UICN. 38-42 p. (Oportunidades para América Latina después de la cumbre de Johannesburgo. Una visión regional sobre el desarrollo)
- Kraemer, R.; Andreas, B.; Leipprand, A. 2003. The application of economics instruments en water and soil waste management. Global review of economic instruments for water management in Latin America and the Caribbean Washington D.C., Banco Interamericano de Desarrollo, BID. 11-12 p. (Regional Policy)
- Ley N° 276 Ley General de Aguas Nacionales. La Gaceta diario oficial. San José, Costa Rica. 27 de agosto del 1942.
- MEA. Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. 86p.
- ONU. 2014. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo ONU, U. ed. Perusa, Italia, UNESCO. 12 p. p. (Resumen ejecutivo)
- Ortega, L. 2006. Los instrumentos económicos en la gestión del agua. El caso de Costa Rica México, CEPAL, Naciones Unidas. 59 p. p. (Estudios y perspectivas) (59).
- Peña, M. 2007. Gestión integrada del recurso hídrico en la legislación costarricense San José, Costa Rica, UICN. 115 p. p.
- Sahuquillo, A. 2009. La importancia de las aguas subterráneas Real academia de las ciencias exactas , física y naturales 103(1): 97-114. Consultado 10 enero 2015. Disponible en <http://www.rac.es/ficheros/doc/00923.pdf>
- Ulate, R. 2011. Resumen ambiental nacional Costa Rica Costa Rica, PNUMA, ORALC Oficina regional para América Latina y el Caribe. 43 p. p. (United Nations Environment Programme)
- Unidas, O.N. 2012. Visión general de los mensajes más importantes New York, Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos de las Naciones Unidas. UNESCO WWAP 2012. 16 p. p. (Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo. Gestión del agua en un contexto de incertidumbre y riesgo) (4).
- Zeledón, J. 2004. Costa Rica: canon ambientalmente ajustado GWP ed. Costa Rica, Global Water Partnership. 12 p. p.

9. Anexos

9.1. Listado de entrevistados

Cuadro 7. Listado de entrevistados

| Nombre | Institución | Cargo |
|--------------------------|----------------------------------|----------------|
| Carlos Manuel Rodríguez | Conservation International | Vicepresidente |
| Maureen Ballesteros | GWP | Directora |
| José Miguel Zeledón | Dir. Aguas MINAE | Director |
| Luisa Díaz | Cámara de Industria de CR | Asesora M.A. |
| Mónica Navarro del Valle | CNAA – Actual CODI | Directora |
| Oscar Sánchez Chávez | FONAFIFO | Director PSA |
| Martín Calderón | CNAA | Director |
| Mario Alvarado | ACOPE | Director |
| Renato Alvarado Rivera | Cámara de Porcicultores- CNNA | Director |

9.2 Guía metodológica-sistematización de experiencias

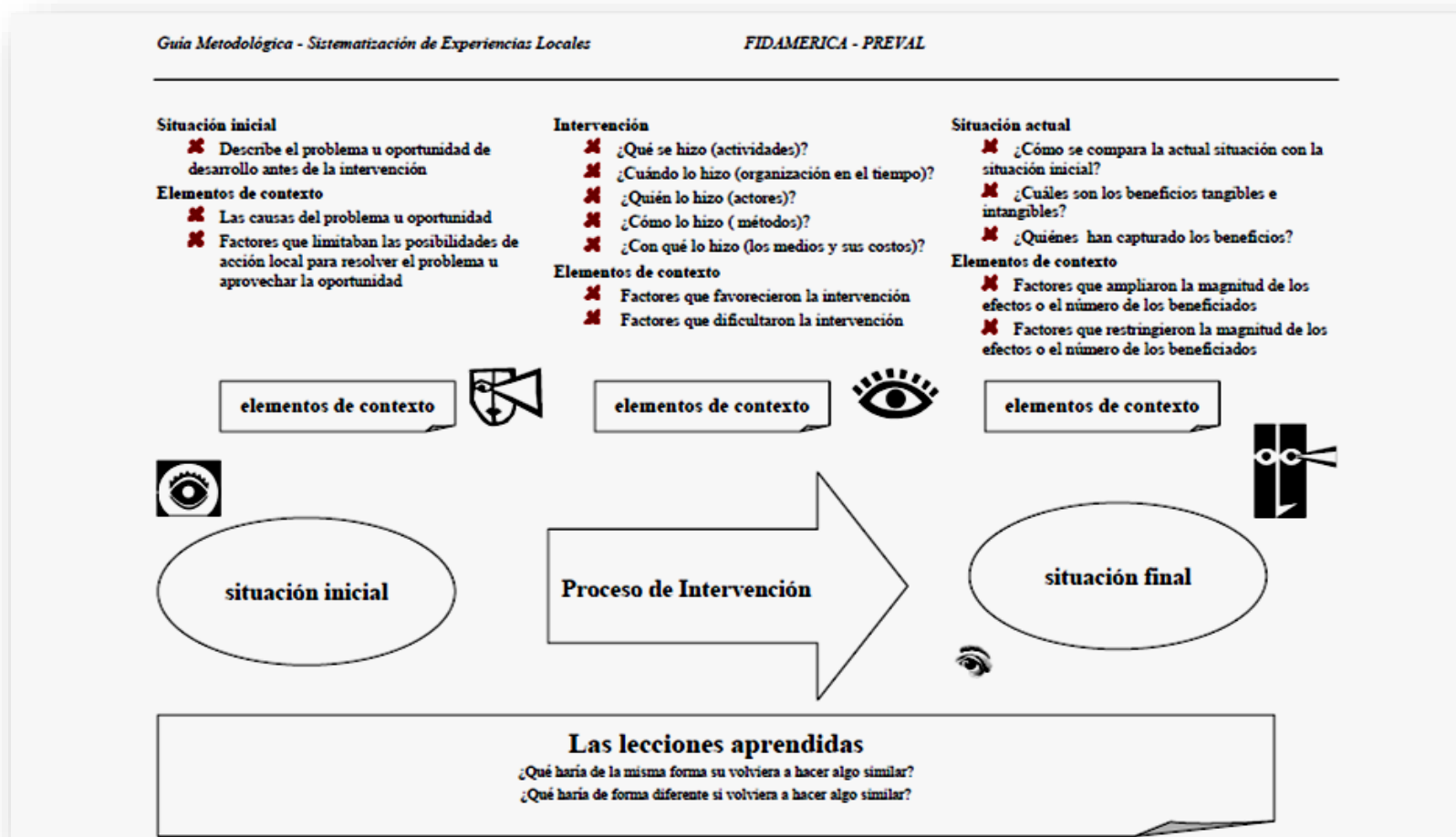


Figura 3. Guía metodológica- Sistematización de experiencias tomado de Berdegué *et al.* (2000)

CAPÍTULO III

ARTÍCULO II: Valoración económica del agua para uso agrícola en Nicaragua: El caso de la caña de azúcar

1. Resumen

El agua es un recurso limitado que requiere de una gestión adecuada. El presente estudio de valoración económica del agua tiene como propósito brindar información científica a los entes interesados en desarrollar políticas que regulen el uso del recurso en el sector agrícola en Nicaragua. En concreto, se estima de qué forma el agua contribuye al sector cañero, para esto se utilizan metodologías de valoración económica.

La característica principal del cultivo de caña en el país es que se divide en dos grupos: los que producen en seco y los de riego. Las diferencias entre ambos van mucho más allá del hecho de si utilizan o no agua en la producción de caña de azúcar. Por sus características socioeconómicas los productores son diferentes en muchos aspectos relevantes para el diseño de políticas públicas. El riego es un factor importante para aumentar la productividad del cultivo de caña, para el caso de riego por gravedad se estima que un metro cúbico de agua aumenta la rentabilidad anual neta de la producción de caña de azúcar en 0.0065 dólares/m³. Este dato sirve de referencia para el diseño de instrumentos económicos que contribuyan a la gestión del agua.

En el análisis de cómo varía el valor del agua con respecto a otras tecnologías, se estimó que el riego con tecnología (aspersión o goteo) no es significativamente diferente al seco de acuerdo con el valor presente neto de la rentabilidad anual de una manzana de caña de azúcar; es decir, son iguales y al hacer una inversión mayor en tecnificar el riego, la rentabilidad del productor de caña con tecnología no es diferente del seco.

Palabras clave: riego, valoración de agua, conservación, agricultura, políticas, caña de azúcar, Nicaragua.

2. Introducción

El aumento de la productividad del agua en la agricultura y el cambio climático se consideran los dos factores más importantes que afectan la disponibilidad de agua en el mundo (ONU 2014). Para el 2012 el uso del agua en la agricultura representaba un 70 % y en algunos países el 90 % de las extracciones de agua que se realizan (ONU 2012). Se estima que el consumo en el sector agrícola aumentará en un 19 % para el año 2050, aunque está lleno de incertidumbre por factores como población, demanda de alimentos, cantidades consumidas, tipo de cosechas, producción, efectividad en la producción y la eficiencia en el uso del agua (ONU 2014).

La economía de Nicaragua está basada en la provisión de bienes, servicios y la agricultura (BCN 2013). El sector agrícola aporta el 10 % del Producto Interno Bruto (PIB) del país. La caña de azúcar es el segundo después del café en importancia económica, su

aporte al PIB agrícola es del 10.6 %, es el cultivo más agro-industrializado y ocupa el segundo lugar en área de cultivo, aproximadamente 100,000 mz (FUNICA 2012).

El agua que se usa en la agricultura tiene características de un bien común (baja exclusividad y rivalidad en el consumo) y no se negocia en mercados como los bienes privados. Debido a la ausencia de mercados de agua, esta puede ser valorada desde una perspectiva de la oferta o la demanda.

Cuando el agua no es escasa, los costos de suministro son más relevantes, por el contrario, cuando es escasa el valor puede derivarse de la demanda (Gibbons 1986; Young 2005). En la agricultura el agua es un insumo en un proceso de producción, su valor económico es equivalente a la estimación de aislar la contribución marginal de agua para el valor de salida total (Medellín-Azuara *et al.* 2010).

El objetivo del estudio es el valorar económicamente el agua que se usa en la agricultura, utilizando una función de producción que permite conocer la contribución promedio del agua en la rentabilidad anual neta de una manzana de cultivo de caña, además se controlan los otros insumos que afectan la producción. Esta información contribuye al desarrollo de instrumentos económicos enfocados en una asignación eficiente del agua, esto debido a que el 85 % de las extracciones de agua en Nicaragua son destinadas a la agricultura y el único uso que tiene regulación es el uso doméstico.

Con la información recolectada en la zona de estudio se realizó una caracterización socioeconómica de la región y de los productores, se hace diferencia entre los que tiene riego y los que no (cultivo seco). Se caracterizó la producción de caña de azúcar, se identificaron los principales insumos, prácticas agrícolas, uso de maquinaria, mano de obra, tecnologías de riego, cantidad, valor y destino de la producción de caña, con el objetivo de determinar la rentabilidad anual neta y conocer los motivos que llevan a los productores a adoptar un sistema de riego.

Se estimó cuánta riqueza genera un m³ de agua en la producción de caña de azúcar y qué tanto varía esta riqueza en función de distintas tecnologías. Todo el proceso desarrollado fue resumido en fases como un proceso metodológico que podría ser replicado para estimaciones futuras.

3. Revisión de literatura

Se reconoce el agua como un recurso escaso, finito, que tiene un valor económico desde la Conferencia de Dublín sobre agua y medio ambiente en 1992 (Solanes 2001), su uso eficiente y sostenible es uno de los desafíos más grandes a los que se enfrentan los tomadores de decisiones, en especial en países con escasez de agua (Turner *et al.* 2004), por tal motivo tener información sobre su valor económico, y con base en este el desarrollo de instrumentos económicos; es esencial para una asignación eficiente, para los diferentes usos, usuarios y períodos de tiempo (Ward 2002).

Se considera que el precio del agua genera un incentivo en el productor para hacer un uso eficiente del recurso (Ward 2002; Turner *et al.* 2004; Dinar y Mody 2004), pero no siempre es el caso, esto no es suficiente, en especial cuando los productores tienen incentivos para maximizar sus ingresos y se pasan a cultivos con un alto consumo de agua (Dinar y Mody 2004).

Johanson (2005) desarrolló una revisión extensa de la aplicación de diferentes metodologías para estimar el valor económico del agua, usando la función de producción, en los que se utilizan variables como tierra, insumos, maquinaria, tecnología, demanda de agua. Por ejemplo Pazvakawambwa y van der Zaag (2000) determinaron que el valor marginal del agua es de aproximadamente de 0.15 dólares/m³, para el cultivo de maíz en Zimbawe, concluyeron que la cercanía a las fuentes de agua es determinante en los rendimientos.

Según Aylward *et al.* (2010) en el mundo se han desarrollado 92 estimaciones del valor económico del agua en la agricultura, los métodos utilizados son: valoración contingente, precios hedónicos, precios de mercado y función de producción, este último es el método más utilizado, porque el análisis económico se basa en la relación que existe entre la productividad y la variación del consumo de agua, esto mantiene constantes los otros insumos que se utilizan en la agricultura. De acuerdo con los estudios desarrollados hasta el momento se identificó que el valor económico del agua tiene mucha varianza, este va de 0.010 dólares/m³ hasta 2.012 dólares/m³, con un promedio de 0.242 dólares/m³, el valor varía de acuerdo con los cultivos, los valores más bajos representan cultivos de bajo valor como maíz, sorgo, trigo y plátano, a diferencia de cultivos de alto valor como tomate, cebolla, chile, pepino y papa. En América se realizaron 11 evaluaciones, se obtuvo un valor mínimo de 0.014 dólares/m³ y un máximo de 0.57 dólares/m³, el primero es para cereales en el acuífero de Ogalla en el medio oeste de Estados Unidos y el segundo para varios cultivos en Alberta Canadá, se incluyen 6 estudios en Centroamérica. Se considera que la productividad económica del agua de riego varía según el tipo de cultivo, por lo que hacer una generalización de los precios del agua por regiones es inapropiado por las diferencias de las regiones y el pequeño número de estudios.

Tabla 1. Estudios de valoración en América

| | No. de estudios de valoración de agua para diferentes usos | Total de estudios de valoración de agua para la agricultura | Promedio del valor económico del agua estimado con el método de producción dólares/m ³ | | |
|-----------------------|--|---|---|-------------|-------------|
| | | | mínimo | máximo | medio |
| Norteamérica | | | | | |
| Canadá | 15 | | | | |
| Estados Unidos | 7 | | | | |
| México | 3 | | | | |
| Centroamérica | | 9 | 0.01 | 0.25 | 0.11 |
| El Salvador | 3 | | | | |
| Honduras | 2 | | | | |
| Nicaragua | 1 | | | | |

| | | | | | |
|-------------------|---|---|-------|-------|-------|
| Caribe | | | | | |
| Haití | 2 | | | | |
| Suramérica | | | | | |
| Brasil | 3 | 2 | 0.442 | 0.697 | 0.570 |
| Colombia | 3 | | | | |

Fuente: Modificado de Aylward *et al.* (2010)

López (2005) estimó que el valor económico del agua en el cultivo de caña de azúcar es de 0.003 dólares/m³, basado en la calibración y sistematización de datos proporcionados por diferentes fuentes como el Plan de Acción de Recursos Hídricos de Nicaragua de 1995, el III Censo Nacional Agropecuario de 2001, entrevistas a especialistas del Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR) de la República de Nicaragua y utilizando el enfoque de cambio en el ingreso neto del productor. En el presente estudio se estima el valor económico del agua que se usa en el cultivo de caña utilizando información sobre los insumos, productividad, tipo de riego y consumo de agua que fue levantada en campo, mediante el uso de encuestas, que se realizaron a 238 productores de caña de azúcar de la zona del pacífico de Nicaragua, con el objetivo de realizar una estimación más real de acuerdo con las condiciones socioeconómicas de los productores y del contexto de estudio.

De acuerdo con los resultados de diferentes estudios concluyen que la disposición a pagar de los productores aumenta cuando se garantiza el suministro de agua y los derechos de propiedad (Marques *et al.* 2005; Birol 2006; Stanley 2009; Aylward *et al.* 2010; Mesa-Jurado *et al.* 2012; Alcon *et al.* 2014), sin tomar en cuenta algún cambio de políticas.

Así también estudios advierten un efecto limitado de la implementación de los precios del agua en términos de ahorro, y consideran que se pueden dar impactos económicos y sociales negativos en los productores. Se estima que los productores con tecnología están dispuestos a pagar más y hacer un uso más eficiente. En el caso de los productores que son menos eficientes en el uso del agua se estima que pueden: reducir sus áreas de cultivo, disminuir el consumo de agua, cambiarse a cultivos menos exigentes de agua o invertir en técnicas de riego más eficientes (Spellman *et al.* 2009; Frija 2011).

4. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en seis etapas (Figura 4), el proceso se resume en una guía corta que contiene las generalidades y pasos principales para realizar un estudio de valoración económica de agua utilizada en la agricultura. Inicia con el análisis del por qué se quiere realizar el estudio y cuáles son los objetivos. Se revisó la literatura para definir el cultivo y el método de valoración por usarse.

Al analizar el contexto se determinan cuáles son las condiciones que facilitarán y que podrían obstaculizar el trabajo, esto ayuda al diseño de los instrumentos utilizados para recolectar la información, en este caso se diseñó una encuesta (Anexo 1). Previo al levantamiento de la información, es crucial contar con un diseño muestral (Anexo 2), en el que se defina de manera clara el trabajo en campo. El levantamiento de la información en

campo fue realizado con un equipo de trabajo previamente capacitado en el buen manejo de la encuesta y el objetivo e importancia de la información. Con la ayuda de la estadística descriptiva se analizó la información socioeconómica y las principales características del cultivo; para finalmente, con un modelo econométrico, definir el valor económico del agua.



Figura 4. Proceso metodológico

4.1 Recolección de datos

Con base en el Censo Nacional Agropecuario desarrollado en Nicaragua en el año 2011 por sus siglas CENAGRO 2011 se seleccionó una muestra⁶ de n=271 productores de forma aleatoria de un total de 911 productores de caña de azúcar que se ubican en el área de estudio. Se utilizó una encuesta y un diseño muestral para la recolección de los datos.

Se completaron 238 encuestas a productores de caña de azúcar (Figura 5), 186 de ellas fueron explotaciones agropecuarias censadas en el CENAGRO 2011, de estas 159 se mantienen los productores del año 2011 y en 27 hubo un cambio del productor. Se realizaron 52 reemplazos en los casos en que el productor ya no cultiva caña de azúcar. No se

⁶Para determinar la muestra de productores a ser encuestados se utilizará la metodología planteada por Scheaffer, Mendenhall y Otto (1990):

$$n = \frac{N * \sigma^2}{(N - 1) * \beta^2 / 4 + \sigma^2}$$

Donde: n= Tamaño de la muestra, N= Número total de la población, σ = Desviación estándar (0.25), β = Tamaño del error (5%).

realizaron 33 encuestas, 21 por la ausencia del informante indicado, 9 rechazos por parte de los productores a ser encuestados y 3 por cambio de uso de suelo (Figura 6).

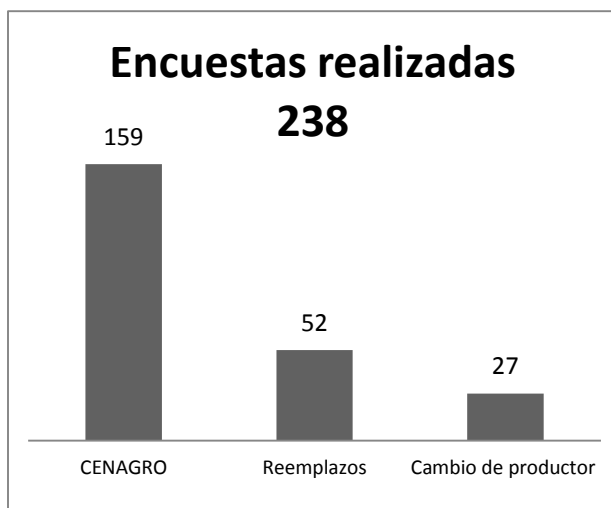


Figura 5. Descripción de encuestas realizadas

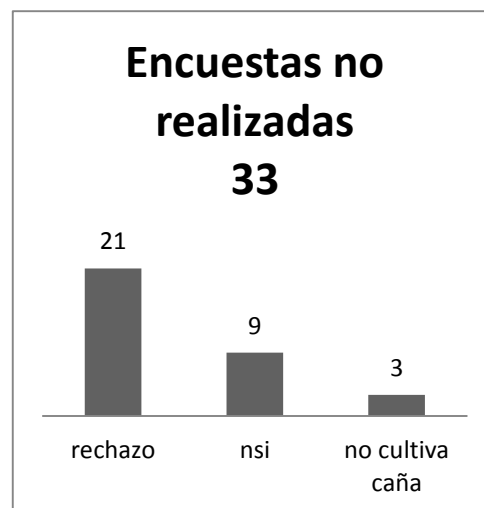


Figura 6. Descripción de encuestas no realizadas

4.2 Tratamiento de los datos

La información recolectada fue digitalizada en una base de datos para posteriormente seleccionar las variables a ser utilizadas en el análisis. Las variables socioeconómicas fueron analizadas con estadística descriptiva, se determinaron las principales características de los productores de caña con y sin riego y las características del cultivo en el contexto de estudio. El análisis econométrico se desarrolló en dos etapas: la selección de variables independientes y la obtención del valor presente de la rentabilidad anual neta por manzana⁷ en córdobas⁸ para ser utilizada como variable dependiente en el modelo de regresión lineal de mínimos cuadrados ordinarios MCO.

Se tomó como variable dependiente el valor presente de la rentabilidad anual neta por manzana – VPN y no la productividad del cultivo, porque en el cálculo del VPN se incluye la productividad, sólo que es monetarizada, de conformidad con los precios de la caña de azúcar en el mercado y se procede al cálculo de la rentabilidad anual neta, traída a valor presente.

El cálculo del VPN se realizó para un período de seis años, debido a las características del cultivo, este se siembra una sola vez y se corta anualmente por un período de hasta seis

⁷ Manzana, unidad de medida de área utilizada en Nicaragua, tiene una equivalencia de 1mz = 0.70 ha.

⁸ Córdoba, moneda oficial de Nicaragua, cambio oficial con respecto al dólar para el estudio de 1\$=26.6 córdobas, cambio oficial a diciembre del 2014, de acuerdo con el Banco Central de Nicaragua.

años. Para el 51.2% del los productores el período de cultivo de caña de azúcar es de 5 a 6 años, después de ese tiempo, los productores deciden continuar o no con el cultivo de caña.

Influye también en que el período sea de seis años el hecho que el otorgamiento de una concesión para aprovechamiento de aguas subterráneas o superficiales por la Autoridad Nacional del Agua (autoridad competente), tiene como requisito que el productor tenga el dominio de la propiedad de mínimo cinco años, de conformidad con la Ley General de Aguas Nacionales, Ley No. 620.

Las variables independientes seleccionadas fueron: área de la finca, fuente de agua, mano de obra, maquinaria, semilla tratada, preparación del terreno, control químico, control biológico, control de maleza, cantidad de fertilizante, edad, gravedad, tecnología de riego, tenencia de la tierra, sexo, educación, ingreso mensual medio, ingreso mensual alto, zona occidente norte alta, zona occidente norte baja, zona occidente centro 1, zona occidente centro 2(Anexo 3).

Para obtener el valor presente de la rentabilidad anual neta por manzana en córdobas, primero se obtuvieron los ingresos netos de los productores:

$$IN = I - (Inv + CV + CR)$$

Dónde:

IN = Ingresos netos en córdobas /mz

I = Ingresos $I = Producción \frac{ton^9}{mz} * Precio \ de \ la \ caña \frac{córdobas}{ton}$

Inv= Inversión

CV= Costos variables

CR =Costos de riego

Los ingresos netos fueron traídos a valor presente, para un periodo de 6 años, esto se debe a las características del cultivo. La caña de azúcar se siembra una vez y después de la primera cosecha nacen los rebrotes, hay diferencias entre los agricultores, ya que unos vuelven a sembrar al tercer año o hasta los 6 años, por lo que los costos de inversión (preparación de terreno y siembra) se estiman solo para el primer año de siembra de acuerdo con el ciclo del productor.

En el estudio se determinó que el ciclo del cultivo varía de 3 a 6 años, esto no significa que el cultivo desaparezca, el productor toma la decisión de sembrar nuevamente e iniciar un nuevo ciclo a partir del tercer año o del sexto año según el caso. Se realizó el cálculo de VPN a seis años para todos los productores.

Según el Banco de la Producción de Nicaragua para créditos agrícolas en córdobas la tasa de interés es de 18 %.

⁹ ton, tonelada.

$$VPN_{2014} = \sum_{i=1}^6 \frac{IN_i}{(1+r)^i}$$

Dónde:

VPN=Valor presente neto de la rentabilidad anual neta por mz en córdobas

$\sum_{i=1}^6 IN_i$ = Sumatoria de los Ingresos netos en el período de 1 a 6 años

r = tasa de interés no porcentual 0.18

4.3 Modelo econométrico utilizado

Para la estimación del valor económico del agua se utilizó la función de producción según Young (2005) que relaciona la producción agrícola con los recursos hídricos. Esta función de producción estima el rendimiento marginal del consumo de agua, manteniendo constantes los otros insumos agrícolas (Griffin 2006). Para el caso de estudio se relaciona el VPN – valor presente de la rentabilidad anual neta por manzana con el tipo de tecnología y otros insumos.

Modelo I:

$$VPN = \beta_0 + \beta_1 area_finca + \beta_2 f_agua + \beta_3 mano_obra + \beta_4 maquinaria + \beta_5 semilla_t + \beta_6 pre_terre + \beta_7 control_q + \beta_8 control_b + \beta_9 control_maleza + \beta_{10} fer_cant + \beta_{11} edad + \beta_{12} educación + \beta_{13} t_riego1 + \beta_{14} t_riego2 + u$$

Dónde:

area_finca = Área de la finca, *f_agua* = Fuente de agua, *mano_obra* = Mano de obra, *maquinaria* = Maquinaria, *semilla_t* = Semilla tratada, *pre_terre* = Preparación del terreno, *control_q* = Control químico, *control_b* = Control biológico, *control_maleza* = Control de maleza, *fer_cant* = Cantidad de fertilizante, *edad* = Edad, *t_riego1* = Gravedad, *t_riego2* = Con tecnología, *u* = Término de error

Para el análisis de la probabilidad de tener riego en una manzana en función de variables que caracterizan al productor y a la zona de estudio con efectos fijos se diseñó el siguiente modelo.

Modelo II:

$$riego = \beta_0 + \beta_1 area_finca + \beta_2 tenencia + \beta_3 mano_obra + \beta_4 sexo + \beta_5 educación + \beta_6 ingreso_mensualg2 + \beta_7 ingreso_mensualg3 + \beta_8 occ_norte_alta + \beta_9 occ_norte_baja + \beta_{10} occ_centro1 + \beta_{11} occ_centro2 + u$$

Dónde:

area_finca = Área de la finca, *tenencia* = Tenencia de la tierra, *mano_obra* = Mano de obra, *sexo* = Sexo, *educación* = Educación, *ingreso_mensualg2* = Ingreso mensual grupo No 2, Ingresos medios, *ingreso_mensualg3* = Ingreso mensual grupo No3, Ingresos altos, *occ_norte_alta* = Zona Occidente

Norte parte alta, *occ_norte_baja* = Zona Occidente Norte parte baja, *occ_centro1* = Zona Occidente Centro 1, *occ_centro2* = Zona Occidente Centro 2.

Se realizó un breve análisis de las variables que pudieron haber sido omitidas en este estudio, dentro de estas tenemos temperatura y precipitación, ya que consideramos que son factores determinantes en la agricultura. No obstante por la falta de información de temperatura y precipitación a nivel de municipio estas variables no fueron incorporadas, pero para investigaciones futuras puede ser de mucha utilidad.

5. Contexto

5.1 Área de estudio

El área de estudio es la zona del pacífico de Nicaragua, como se puede ver en la Figura 7, esta región está comprendida por 7 departamentos Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Carazo y Rivas, a su vez estos se ubican en 9 cuencas hidrográficas: No. 58 – Río Negro, No. 60 – Río Estéreo Real, No. 62 – Entre río Estéreo Real y Volcán Cosigüina, No. 64 – Entre el Volcán Cosigüina y el río Tamarindo, No. 66 – Río Tamarindo, No. 68 – Entre Río Tamarindo y Río Brito, No. 69 – Río San Juan, No. 70 – Río Brito, No. 72 – Entre río Brito y Río Sapoá.

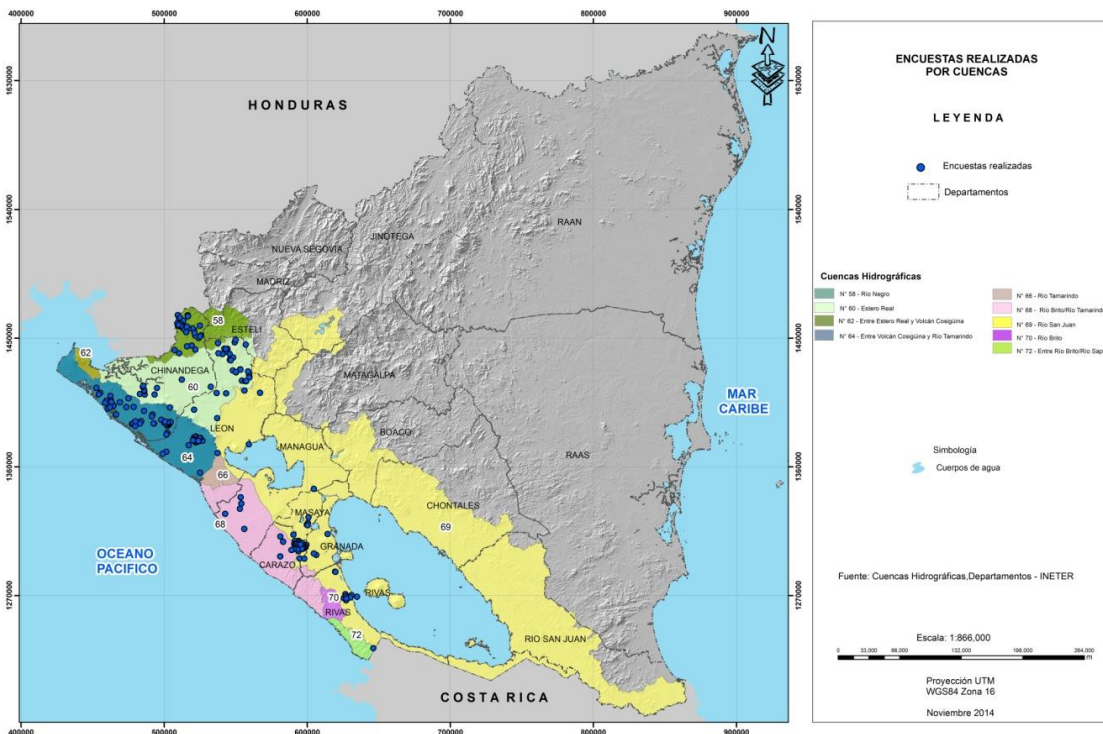


Figura 7. Zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

5.2 Características biofísicas del área de estudio

La región del pacífico de Nicaragua tiene una extensión de 18,555 km² con exclusión de los Lagos Cocibolca y Xolotlán, esto representa el 15.4% del territorio nacional. La constituyen 7 departamentos y 71 municipios (INIDE 2005), abarca 8 cuencas y la parte de la cuenca del Río San Juan en la zona suroriental, los suelos son de vocación agrícola y en esta región se desarrollan la mayor parte de las actividades económicas del país.

La disponibilidad de agua de la región es de 6,885 Mm³/año (Vammen *et al.* 2010), los caudales superficiales son menores que en el atlántico, pero la disponibilidad de agua subterránea es mayor en el zona del pacífico, la agricultura representa el 85 % de la extracción total, 14 % el doméstico y 2 % el industrial, la mayoría de las extracciones es de aguas subterráneas por su calidad y disponibilidad en todo el año, estas extracciones no son controladas, lo que genera incertidumbre sobre la disponibilidad real del recurso.

Las temperaturas van de los 21°C a 30°C, se ubica a unos 500 msnm, la precipitación media anual oscila entre 1000mm y 2000mm (INETER 2005).La región tiene un clima tropical de sabana según la clasificación de Köppen, con períodos de 4 a 5 meses de sequía que van de noviembre a abril y que en los últimos años se han empezado a extender, situación que afecta la producción agrícola y motiva a los agricultores a implementar riego en sus cultivos.

5.3 Características socioeconómicas del área de estudio

La región del pacífico es la más poblada, ya que concentra el 54% de la población (INIDE 2005) y destaca por su desarrollo económico en comparación con la región del atlántico, basado en la actividad agropecuaria, industrial y comercial primario, el 33.1 % de la población trabaja en actividades del sector primario (agricultura, ganadería, agropecuaria) (INIDE 2005).

La densidad poblacional es de 151.7 hab/km², la más alta en comparación con la región central y atlántico, la migración de las zonas rurales a la ciudad es un factor determinante para el aumento de la población en la región (INIDE 2005), esta migración es considerada también como uno de los factores que afectarán la disponibilidad de los recursos hídricos en años futuros (ONU 2014), aumentando la presión ya existente sobre los recursos hídricos.

La creciente demanda de los recursos hídricos puede generar conflictos entre los usuarios, en Nicaragua se reconoce el consumo humano como uso prioritario (Ley N° 620) por lo que el gobierno debe prever políticas enfocadas en una adecuada gestión del agua, y así garantizar la provisión del recurso a los usuarios, de manera especial en la región pacífico que concentra la mayor población y actividad económica del país.

Las decisiones de asignación, distribución y conservación de los recursos hídricos tienen implicaciones sociales y de equidad de género (ONU 2014), estas deben ser tomadas en

cuenta, más en un país en el que la distribución entre hombres y mujeres es casi homogénea; por cada 97 hombres hay 100 mujeres.

Para el año 2013 la caña de azúcar fue el rubro más sobresaliente con un 30.6 % de crecimiento interanual (BCN 2013); el crecimiento se debe a la expansión de las áreas de cultivo por parte de los ingenios azucareros y productores privados, se estima que el área sembrada es de más de 100,000 manzanas en la zona del pacífico nicaragüense, este crecimiento genera una demanda importante de agua para el riego.

6. Resultados y discusión

6.1 Características socioeconómicas de los productores de caña de azúcar con y sin riego

De acuerdo con los resultados obtenidos, de los 238 productores de caña de azúcar encuestados, 209 son secano y 24 tienen riego, dos productores tienen las dos tecnologías, para efectos del análisis estos fueron separados en 4 productores (2 secano y 2 riego). Los productores con riego representan el 11.25 % de los productores de caña de azúcar, este porcentaje es similar a los datos del IV Censo Nacional Agropecuario, en el que el 15 % de los productores de caña de azúcar tienen riego. En Nicaragua solo el 4 % de las fincas tienen riego según el último Censo Agropecuario.

Se identificaron las características sociales más importantes (Cuadro 8): en cuanto al género tenemos que 207 son hombres y 31 mujeres; de los productores secano el 11% son mujeres y el 89% son hombres; y de los productores con riego el 8 % son mujeres y el 92 % son hombres; se evidencia que hay mayor representatividad de las mujeres en el cultivo de caña secano y, aunque es baja, en general existe una fuerte predominancia de los hombres en el manejo de las fincas. Otra característica es la edad, el promedio es de 58 años, aunque existen productores jóvenes, la edad mínima es de 26 años y la máxima de 93, esto permite visualizar que en la zona de estudio se debe fortalecer el relevo generacional, porque puede ser un factor que contribuya en la productividad del sector y la implementación de nuevas tecnologías en el cultivo.

Analizamos el nivel de estudio de los productores secano: se encontró que el 19.6 % tiene primaria completa, el 43.8 % secundaria completa, el 14.6 % técnico completo, el 4.7 % universitario completo y el 17.4 % otro nivel, que incluye en su mayoría estudios de posgrado, las estadísticas demuestran un bajo nivel universitario, la gran mayoría tiene aprobado hasta la secundaria por lo que logran conocimientos mínimos de acuerdo con los estándares internacionales. De los productores con riego el 4.7 % no tiene estudios, este porcentaje está por debajo del nivel de analfabetismo del país que es del 7.5 %; el 9.4 % tiene secundaria completa, el 9.4 % técnico completo, el 9.4 % universitario y 67.1 % otro nivel de estudio (estudios de posgrado). Es importante resaltar que el 76.5 % de los productores con riego tienen un nivel de estudios superior, esto indica que este grupo de productores puede estar ubicado en un estrato socioeconómico mayor que los productores de

secano, este puede ser un factor determinante para que los productores inviertan en riego, con el objetivo de maximizar la productividad del cultivo de caña y por ende sus ingresos.

Las actividades agrícolas y pecuarias representan el 90.9 % de la actividad productiva de los productores secoano, es decir que su fuente principal de ingresos es la actividad agropecuaria; son productores que viven de los ingresos generados por la finca, y con esto cubren sus necesidades básicas de alimentación, vestimenta, medicinas y servicios básicos. Apenas el 5.7 % se dedica a la prestación de servicios y un 3.3 % al comercio. Los productores con riego se dedican también a actividades agropecuarias, un 65 % aproximadamente, también se identifica la prestación de servicios con un 30.4 % y el comercio con un 4.6 %, estos productores tienen ingresos de diferentes actividades, es decir no dependen exclusivamente de la actividad agropecuaria.

De acuerdo con los ingresos mensuales entre los productores de riego y secoano la brecha es aún mayor, el 65.4 % de los productores secoano tiene ingresos menores a 10 000 córdobas, valor que está por debajo del costo de una canasta básica, que de acuerdo con el Instituto Nicaragüense de Estadísticas y Censos su valor para octubre del año 2014 es de 12 084.06 córdobas; es decir, no están en la capacidad económica para solventar sus necesidades básicas. De los productores con riego apenas un 21.7 % tiene ingresos menores a 10 000 córdobas, el 52.1 % de los productores con riego tienen ingresos de 20 000 a 60 000 córdobas, este es considerado un ingreso económico medio que les permite cubrir de manera satisfactoria sus necesidades de alimentación, vestimenta, educación y salud; y un 13 % tiene ingresos altos superiores a 60 000 córdobas.

Las diferencias en los ingresos económicos que existe entre los productores secoano y con riego se puede asociar a que los productores con riego obtienen mayor productividad, por ende sus ingresos son mayores a los cultivos en secoano y no dependen solo de la agricultura, la segunda actividad económica que les genera ingresos es la prestación de servicios, porque tienen un mejor nivel educativo, en comparación con los productores secoano que dependen exclusivamente de la agricultura, tienen un nivel educativo bajo que no les permite optar a otra actividad económica que les genere ingresos adicionales.

Aproximadamente el 65.3 % de los productores tienen de 3 a 5 dependientes, los miembros del hogar contribuyen en la economía de los productores, en el caso de los secoano el 38.8 % recibe un aporte económico de sus miembros y, de los que tienen riego el 21.7 % recibe esta ayuda.

Cuadro 8. Variables socioeconómicas

| Variables socioeconómicas | Productores | | |
|---------------------------|-------------|-------|---------|
| | Secano | Riego | t test |
| sexo | % | % | p-valor |
| Hombre | 89.0 | 92.0 | 0.6599 |
| Mujer | 11.0 | 8.0 | 0.6235 |
| edad | años | años | |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|----------|----------|--------|-----|
| | Mínima | 26 | 40 | | |
| | Máxima | 93 | 76 | | |
| | Media | 58 | 54 | | |
| Nivel de estudio | | % | % | | |
| | Ninguno | 0.0 | 4.7 | 0.0048 | *** |
| | Primaria | 19.6 | 0.0 | 0.0122 | *** |
| | Secundaria | 43.8 | 9.4 | 0.0003 | *** |
| | Técnico | 14.6 | 9.4 | 0.3117 | |
| | Universitario | 4.7 | 9.4 | 0.4585 | |
| | otro (posgrado) | 17.4 | 67.1 | 0.0000 | *** |
| Actividad productiva | | % | % | | |
| | Agropecuaria | 90.9 | 65.0 | 0.0000 | *** |
| | Servicios | 5.7 | 30.4 | 0.0002 | *** |
| | comercio | 3.3 | 4.6 | 0.9099 | |
| Ingresos mensuales córdobas | | % | % | | |
| | menos de 2,500 | 5.7 | 0.0 | 0.2074 | |
| | 2,501 - 5,000 | 25.1 | 8.7 | 0.0420 | ** |
| | 5,001 - 10,000 | 34.6 | 13.1 | 0.1470 | |
| | 10,001 - 20,000 | 20.9 | 13.1 | 0.2408 | |
| | 20,001 - 30,000 | 9.0 | 30.4 | 0.0073 | *** |
| | 30,001 - 60,000 | 3.3 | 21.7 | 0.0006 | *** |
| | 60,001 - 100,000 | 0.9 | 4.3 | 0.2249 | |
| | 100,001 - 300,000 | 0.5 | 8.7 | 0.0021 | *** |
| Número de dependientes | | % | % | | |
| | de 3 a 5 | 65.3 | 65.3 | 0.2159 | |
| | que aportan económicamente | 21.7 | 38.8 | 0.2823 | |

Fuente: Datos del estudio

*** es significativo $p_valor < 0.01$

** es significativo $p_valor < 0.05$

* es significativo $p_valor < 0.1$

6.2 Características de la producción de caña de azúcar con y sin riego respecto a insumos, tierra, mano de obra, maquinaria, riego

De acuerdo con los resultados obtenidos tenemos que la producción de caña de azúcar en la región del pacífico se caracteriza por llevar a cabo diferentes prácticas agrícolas con el objetivo de obtener mejores rendimientos en cantidad y calidad de la caña, en especial cuando su destino es la producción de azúcar. La práctica menos adoptada es el control de maleza (cuadro 2). Es bajo el porcentaje de productores que no realizan prácticas agrícolas, como justificación indican que el alto costo de esta práctica no se los permite.

Cuadro 9. Prácticas agrícolas realizadas en el cultivo de caña

| Prácticas | Secano % | Riego % |
|---|-------------|------------|
| Preparación del terreno (<i>dummy 1=si</i>) | 97.2 | 96.3 |
| Control de plagas y enfermedades (químico y biológico) (<i>dummy 1=si</i>) | 55.4 | 88.0 |
| Control de maleza (<i>dummy 1=si</i>) | 23.0 | 25.9 |
| Fertilización (<i>dummy 1=si</i>) | 77.5 | 92.5 |
| Mano de obra (<i>dummy 1=si</i>) | 98.6 | 98.3 |
| Uso de maquinaria (herramientas agrícolas, bombas, implementos agrícolas, tractor) (<i>dummy 1=si</i>) | 97.7 | 95.6 |
| Semilla tratada (<i>dummy 1=si</i>) | 22.1 | 63.0 |
| Riego (<i>dummy 1=si</i>) | 0.0 | 11.3 |

Fuente: Datos del estudio

Los requerimientos de agua en el cultivo de caña de azúcar varían en dependencia del país, la zona donde se cultive, la duración del ciclo, si es planta nueva o retoños, estudios desarrollados a escala mundial indican que el consumo de agua diario de la caña de azúcar oscila entre los 4 mm (40 m³/ha/día) a 12 mm (120 m³/ha/día), con un promedio de 8,5 mm (85m³/ha/día) (Subirós 2000) equivalente a 59.5 m³/mz/día. El ciclo del cultivo de caña es de 12 meses, y el riego se suspende de 6 a 8 semanas antes de su fecha de corte, por lo que se estima que el consumo promedio de agua en un año es de 19,040 m³/mz/año.

6.2.1 Determinación de la productividad promedio de una mz de caña de azúcar

Al analizar la información se determinó que la producción promedio de caña de azúcar para secano es de 35.2 ton/mz, con riego es de 62.4 ton/mz, se observa que con el riego la productividad aumenta hasta en 27.2 ton/mz en comparación con secano (Cuadro 10), la maximización de la producción e ingresos es el incentivo principal para invertir en riego, además del hecho de encontrarse en el corredor seco del país. Se prevé que el sector cañero crecerá y ampliará sus áreas de cultivo, tomando en cuenta que, en comparación con otros países productores de caña de azúcar, Nicaragua se ubica entre los que tienen los costos más bajos para producir; pues estos son menores a 19.53 dólares/tonelada, y tiene un rendimiento agroindustrial alto, de 8 a 10 toneladas de azúcar por ha (Aguilera *et al.* 2011).

Por tipo de riego la producción promedio con tecnología es de 63.5 ton/mz y 62.4 ton/mz por gravedad, la producción con tecnología es mayor en 0.9 ton/mz, y es más eficiente en el consumo de agua, ahorra 8,218 m³/mz/año, con esto demuestra que la tecnificación de los cultivos hace que se dé un uso eficiente del recurso.

De acuerdo con el Comité Nacional de Producción de Azúcar-CNPA la producción de azúcar promedio para el período 2013-2014 para el país es de 98.67 ton/ha, convertidos a mz el rendimiento es de 69.07 ton/mz, sin diferenciar secano y riego.

Cuadro 10. Producción promedio por tecnología

| Tecnología | Consumo m3/mz/año | Producción media ton/mz | Producción mínima ton/mz | Producción máxima ton/mz |
|--|----------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Secano | 0 | 35.2 | 6 | 110 |
| Riego | | 62.4 | 40 | 115 |
| Gravedad | 19249 | 61.0 | 40 | 115 |
| Con tecnología(goteo, aspersión) | 11031 | 63.5 | 40 | 100 |

Fuente: Datos del estudio

El aumento en la productividad no solo se debe al riego, también existen otros factores como la implementación de prácticas agrícolas, que contribuyen a la fertilidad de los suelos, los cuales se van degradando por el monocultivo de la caña de azúcar, esto ocasiona rendimientos bajos (Cabrera *et al.* 2010).

6.2.2 Precio promedio de la producción de caña de azúcar por tonelada

De acuerdo con el análisis de los datos, el precio promedio de una tonelada de caña de azúcar es de 658.6 córdobas para los secano y 713.4 córdobas para quienes tienen riego (Cuadro 11). Así, los productores con riego obtienen 54.8 córdobas más por tonelada de caña que los secano. Esta diferencia se debe a que los precios de la tonelada de caña varían de acuerdo con el fin que se le dé a la producción, como es: venta para producción de azúcar y sub productos como la melaza, producción de licor a los ingenios azucareros (¹⁰NAVINIC, ¹¹CASUR, San Antonio¹² y Monte Rosa¹³), venta para alimento de ganado, venta para la producción de tapa de dulce y una minoría de venta para consumo humano. El 25.4 % de los secano y el 40.7 % de los que tienen riego destinan la producción para la venta a los ingenios azucareros para la producción de azúcar, melaza, licor, energía, este grupo de productores recibe en promedio 24.50 dólares/ton, que equivale a 651.7 córdobas/ton; así también, en algunos ingenios hay incentivos al productor, como es el pago proporcional por

¹⁰ NAVINIC, Ingenio Montelimar, se ubica en el dpto. de Managua, procesa 4,000 ton de caña por día, tiene un área sembrada de 9,000mz.

¹¹ CASUR, Ingenio Benjamín Zeledón, se ubica en el dpto. de Rivas, procesa 4,500 ton de caña por día, tiene un área sembrada mayor a las 10,000mz

¹² Ingenio SER San Antonio, se ubica en el dpto. de Chinandega, procesa 21,000 ton de caña por día, tiene un área sembrada de más de 43,000mz

¹³ Pantaleón Ingenio Monte Rosa, se ubica en el dpto. de Chinandega, procesa 18,000 ton de caña por día, tiene un área de más de 37,000mz

Tomado de la Comité Nacional de Productores de Azúcar de Nicaragua –

CNPA. <http://www.cnpa.com.ni/informacion-ingenios-azucareros/>

la melaza que se produce y por los rendimientos de la caña en la producción de azúcar. El resto de productores perciben diferentes ingresos por su producción, ya que se deben a los precios del mercado informal.

Cuadro 11. Precio de la producción de caña

| Tecnología | Valor promedio córdobas/ton | Mínimo córdobas/ton | Máximo córdobas/ton |
|------------|--------------------------------|------------------------|------------------------|
| Riego | 713.4 | 600 | 1250 |
| Secano | 658.6 | 333 | 960 |

Fuente. Datos del estudio

Los productores tienen contratos establecidos con los ingenios, estos son de 5 años, en los que el productor se responsabiliza de garantizar la producción, la calidad de la caña y cumplir con las buenas prácticas agrícolas, en algunos casos los ingenios se responsabilizan del desarrollo de todas las prácticas agrícolas, riego, cosecha, traslado y transporte de la caña, los costos de esto se deduce del ingreso total de la venta de la producción al final del ciclo agrícola, en otros casos el productor solo le vende la producción al ingenio.

6.3 Incentivos para invertir en riego

De los 240 productores encuestados solo el 11.25% tiene riego, y el 52% de los productores manifiesta que el aumento en la productividad es el motivo más importante para invertir en riego y aumentar su producción e ingresos. Los productores se ubican en la zona seca del país, que es vulnerable a la variabilidad climática y al cambio climático (ONU 2014, Bouroncle *et al.* 2014), la sequía es otro factor que influye a la hora de implementar riego en sus cultivos, los períodos secos se prolongan ocasionando pérdidas en la producción. Para los productores que la actividad económica está ligada a la ganadería, cultivan la caña de azúcar con riego para abastecer de alimento al ganado en los períodos secos, que van de 4 a 5 meses al año, en esa época el hato ganadero puede llegar a perder hasta el 50 % del peso que obtuvo en el período lluvioso (Suttie 2003), es una forma de ahorro por la escasez de alimento en esa época del año.

Apenas un 4% de los productores encuestados afirman que no cuentan con fuentes de agua en sus fincas Figura..

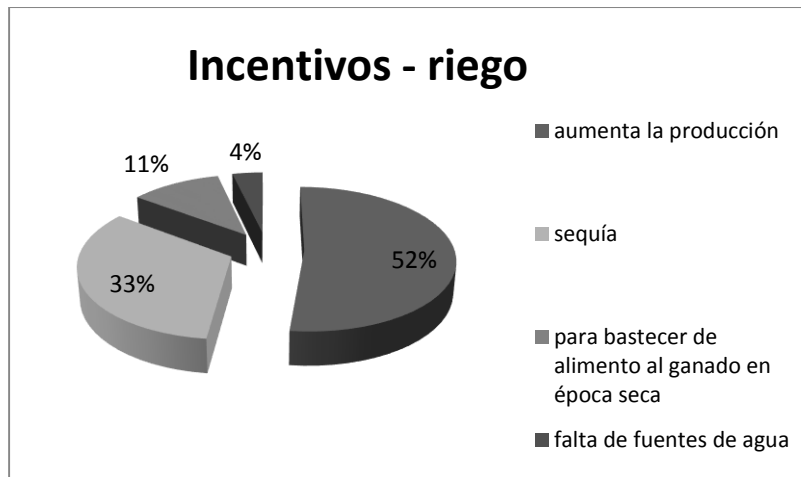


Figura.5 Motivos para invertir en riego

Los tipos de riego que se identificaron son gravedad, aspersión y goteo. La muestra de riego es pequeña y para los análisis posteriores el riego por goteo y aspersión se unifican, quedándonos con gravedad y con tecnología. Según los datos del estudio el promedio de consumo de agua por tipo de riego es de 11,031 m³/mz/año con tecnología y 19,249 m³/mz/año para gravedad, estos datos demuestran que el consumo de agua en Nicaragua está acorde con el consumo medio a nivel mundial, según Subirós (2000) el consumo promedio de agua en el cultivo de caña es de 59.5 m³/mz/día, equivalente a 19,040m³/mz/año.

El 81.5% de los productores con riego realizaron la instalación del sistema con fondos propios, solo el 11.1% fue con financiamiento y el 7.4% con fondos propios y financiamiento, estos resultados reflejan que en la actualidad la decisión de instalar sistemas de riego en la agricultura es individual y depende de las condiciones socioeconómicas del productor. En Nicaragua no existen programas de riego a nivel nacional.

6.4 Probabilidad de tener riego en función de variables

Para analizar la probabilidad de tener riego en una manzana, en función de variables endógenas que caracterizan al productor, usando efectos fijos ;utilizamos el modelo II desarrollado en la sección 3.4 de este documento, en el programa estadístico de Stata¹⁴. De acuerdo con los resultados podemos concluir que: las variables de área de la finca, ingresos mensuales medios, el ubicarse en las zonas occidente norte baja, que es la parte norte baja de los departamentos de Chinandega y León; y ubicarse en la zona centro 2 que corresponden a los departamentos de Carazo y Granada son significativas con un 99 % de confianza. La zona occidente norte alta que corresponde a la parte alta de los departamentos

¹⁴Stata es un paquete estadístico creado en 1985, es utilizado por instituciones académicas y empresariales dedicadas a la investigación, permite la gestión de datos, el análisis estadístico, el trazado de datos y simulaciones. Stata es la combinación de dos palabras *estatistics* (estadísticas) y *data* (datos). <http://www.stata.com>

de Chinandega y León es significativa con un 95 % de confianza y la mano de obra es significativa con un 95 % de confianza (Cuadro 12).

Las variables área de la finca e ingresos medios mensuales grupo 2, que son los que tienen ingresos económicos medios que van de 10 001 a 60 000 córdobas; influyen de manera positiva. Cuando el área de la finca y los ingresos medios aumentan en una unidad, la probabilidad de tener riego aumenta en 0.0004 en el caso del área y en 0.083 en el caso de los ingresos medios; esto indica economías de escala al momento de invertir en riego y que los ingresos de los productores son mayores al precio de la canasta básica, por lo que el excedente se puede asumir que puede ser invertido en tecnificar el cultivo.

Las variables zona como occidente norte alta, occidente norte baja, occidente centro 2 y mano de obra influyen de forma negativa; es decir, la posibilidad de que los productores instalen riego disminuye cuando estos se ubican en la zona alta y baja de los departamentos de Chinandega y León, se considera que es por las características del terreno: pendientes pronunciadas y dificultad en el acceso al agua que conlleva a altos costos de perforación de pozos para el aprovechamiento de aguas subterráneas; y en los departamentos de Carazo y Granada es porque en estos generalmente las precipitaciones anuales cubren las necesidades del cultivo.

La posibilidad de que los productores adopten sistemas de riego disminuye en 0.057 y en 0.095 cuando se ubican en la Zona de los Departamentos de Chinandega y León; en 0.037 cuando se ubican en los departamentos de Managua y Masaya, y en 0.076 cuando se ubica en los departamentos de Granada y Carazo.

Por el contrario en la zona de occidente sur, que es el grupo base y corresponde al Departamento de Rivas; la posibilidad de que los productores tengan riego aumenta, porque la zona presenta características topográficas favorables a la instalación del riego y con fácil acceso a fuentes de agua superficiales como: el Lago de Nicaragua, ríos, norias y fuentes subterráneas con niveles freáticos altos. Al tomar en cuenta estos datos se puede estimar que el desarrollo del cultivo de caña de azúcar será en la zona de Rivas, denominada zona occidente sur; y que en los municipios del Norte del departamento de Chinandega (Cinco Pinos, San Francisco del Norte, San Rafael del Norte) se mantendrán los cultivos secano, en su mayoría destinados para el alimento de ganado.

Otras variables socioeconómicas como: tenencia de la tierra, nivel de estudio y edad fueron analizadas, pero no son significativas; es decir, no influyen en la decisión de los productores para adoptar una tecnología de riego. Esto no significa que no sean variables importantes en estudios de este tipo, simplemente para este grupo de datos y en respecto a tener o no riego no son relevantes.

Cuadro 12. Resultados del análisis econométrico logarítmico

| | Riego | | | |
|---|-------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|
| | Sin efectos fijos | Efectos marginales | Con efectos fijos | Efectos marginales |
| Variables independientes | Coeficiente | dy/dx | | dy/dx |
| <i>area_finca(mz)</i> | 0.013 *** | 0.0007 *** | 0.012 *** | 0.0004 *** |
| <i>tenencia de la tierra(dummy1=si)</i> | 0.730 | 0.278 | 0.920 | 0.025 |
| <i>mano_obra(hombre/mz)</i> | - 1.930 | - 0.218 | - 2.160 * | - 0.213 |
| <i>sexo (dummy1=si mujer)</i> | - 0.910 | - 0.033 | - 0.960 | - 0.026 |
| <i>educación (nivel técnico, universitario)</i> | 0.050 | 0.002 | 0.470 | 0.019 |
| <i>ingreso_mensualg2 (de 10,001 a 60,000 córdobas)</i> | 1.190 ** | 0.069 ** | 1.670 *** | 0.083 *** |
| <i>ingreso_mensualg3 (60,001 a 300,000 córdobas)</i> | 2.340 * | 0.297 | 2.020 | 0.186 |
| <i>occ_norte_alta(partes alta Dpto. de Chinandega y León)</i> | _____ | _____ | - 1.930 ** | - 0.057 ** |
| <i>occ_norte_baja(partes baja Dpto. de Chinandega y León)</i> | _____ | _____ | - 2.840 *** | - 0.095 *** |
| <i>occ_centro1 (Dpto. Managua y Masaya)</i> | _____ | _____ | - 2.540 | - 0.037 ** |
| <i>occ_centro2 (Dpto. de Rivas)</i> | _____ | _____ | - 3.200 *** | - 0.076 *** |
| N= 235 | R ² (0.3241) | | R ² (0.4073) | |

Fuente: datos del estudio

*** es significativo p_valor<0.01

** es significativo p_valor<0.05

* es significativo p_valor<0.1

6.5 Análisis econométrico para determinar el valor económico del agua en el cultivo de caña

Para determinar el valor económico del agua se utilizó la función de producción, con el modelo I, desarrollado en la sección 3.4 de este documento. Con el programa estadístico Stata se realizó el análisis con una regresión lineal de Mínimos Cuadrados Ordinarios - MCO, relacionando la rentabilidad anual neta en función de variables como tierra, insumos, maquinaria, riego y socioeconómicas.

Los resultados obtenidos de la regresión dan evidencia que con un 99 % de confianza las variables semilla tratada y control químico son significativas; con un 95 % de confianza el control biológico, área de la finca y mano de obra son significativas y con un 90 % de confianza el riego¹ (gravedad) y maquinaria es significativo (Cuadro 13); es decir, influyen en la rentabilidad anual neta por manzana del cultivo de caña.

Para la interpretación de los resultados, los coeficientes fueron divididos entre seis, que corresponde al número de años que se contempló como ciclo del cultivo. Variables como área de la finca, maquinaria, semilla tratada, control químico, control biológico y riego¹ (gravedad), contribuyen de forma positiva y aumentan el valor presente de la rentabilidad anual neta por manzana del cultivo de caña. De acuerdo con los resultados del estudio, cuando el área de la finca aumenta en una manzana, el valor presente neto aumenta en 14 córdobas al año, después de controlar todos los demás factores que afectan la rentabilidad, esto puede deberse a que el costo total medio disminuye a medida que se incrementa el área de la finca y aumenta la cantidad de producción.

Así también se comprueba que la implementación de prácticas agrícolas contribuye en el aumento de la rentabilidad anual neta por manzana, cuando las prácticas agrícolas aumentan en una unidad el VPN también aumenta. Tal es el caso del uso de semilla tratada, esta aumenta el VPN en 3,036 córdobas/año, realizar control químico aumenta el VPN en 2,363 córdobas/año y en caso del control biológico el VPN aumenta en 11,577 córdobas/año, esto en comparación con el cultivo en seco y después de controlar todos los demás factores que afectan la rentabilidad. Para que los productores aumenten la rentabilidad anual neta es recomendable la implementación de prácticas agrícolas, en especial las de prevención para garantizar la rentabilidad de sus cultivos.

El uso de maquinaria (herramientas agrícolas, bombas, implementos agrícolas, tractor), es significativo y aumenta la rentabilidad anual neta del cultivo de caña en 5,644 córdobas/año.

La mano de obra es significativa y el aumento en una unidad adicional de mano de obra en el cultivo de caña disminuye el VPN en 5.545 córdobas/año; es decir, la posibilidad de implementar riego en una mz de cultivo disminuye cuando hay mayor mano de obra trabajando en una mz de tierra, así si se disminuye el número de personas que trabajan en el cultivo, se abre la posibilidad de que el productor implemente riego en su finca.

De los análisis desarrollados para este estudio uno de los más importantes es determinar la significancia del riego en el cultivo de caña, porque solo así podemos conocer la importancia del agua en el cultivo, para esto se analizaron las variables de tener riego por gravedad t_{riego1} y riego con tecnología t_2 en comparación con los de secano y obtuvimos que el riego con tecnología no es estadísticamente significativo en comparación con el cultivo en secano después de controlar todos los demás factores que afectan la rentabilidad. El cultivo de caña con tecnología no es significativamente diferente al secano, esto puede deberse a que los productores con tecnología de riego realizan inversiones importantes para la implementación del mismo y estos costos hacen que la rentabilidad anual neta sea menor que la de los productores con riego por gravedad.

El riego por gravedad es estadísticamente significativo, con un 90 % de confianza, esta variable genera un aumento en la rentabilidad anual neta por manzana de 3,329 córdobas/año, en comparación con el cultivo por secano, controlando todos los factores que afectan la rentabilidad. El agua es un insumo importante en el cultivo de caña, aumenta la productividad de los cultivos, no obstante el riego por gravedad es de los menos eficientes, y generalmente los productores por maximizar sus ingresos optan por un uso desmedido del agua; por este motivo es que el riego con tecnología no es significativo con respecto al riego por gravedad, los productores invierten más en tecnología de riego, de manera que maximizan su producción y el consumo de agua.

Cuadro 13. Resultado análisis econométrico MCO

| VPN en función del multivariado | |
|---|---------------|
| Variables independientes | Coefficiente |
| <i>area_finca</i> (mz) | 82.0 ** |
| <i>fuentes_agua</i> (dummy si=1) | 7,615.0 |
| <i>mano_obra</i> (dummy si=1) | - 38,238.0 ** |
| <i>maquinaria (herramientas agrícolas, bombas, implementos agrícolas, tractor)</i> (dummy si=1) | 33,866.0 * |
| <i>semilla_tratada</i> (dummy si=1) | 18,216.0 *** |
| <i>preparación_terreno</i> (dummy si=1) | - 10,076.0 |
| <i>control_químico</i> (dummy si=1) | 14,181.0 *** |
| <i>control_biológico</i> (dummy si=1) | 69,467.0 ** |
| <i>control_maleza</i> (dummy si=1) | 7,127.0 |

| | | |
|--|---|--------------------|
| <i>fertilizante_cant</i> (dummy si=1) | - | 21.0 |
| <i>edad</i> (años) | | 255.0 |
| <i>educación</i> (nivel técnico, universitario) | - | 3,748.7 |
| <i>tipo_riego1</i> (gravedad dummy si=1) | | 19,974.0 * |
| <i>tipo_riego2</i> (goteo, aspersión dummy si=1) | - | 17,016.0 |
| N= 235 | | R2 = 0.2182 |

Fuente: datos del estudio

*** es significativo p_valor<0.01

** es significativo p_valor<0.05

* es significativo p_valor<0.1

6.6 Valor económico del agua que se utiliza en el cultivo de caña por m³

Realizado el análisis econométrico y controlando todos los factores de producción, el riego por gravedad genera 3,329 córdobas más, por manzana, por año; en comparación con la producción en secano. El consumo promedio de agua por gravedad es de 19,249 m³/mz/año, se obtiene que cada m³ de agua genera una riqueza de 0.173 córdobas equivalentes a 0.0065 dólares/m³ por año, con una tasa de cambio oficial de 1\$=26.6 córdobas, a diciembre del 2014, de acuerdo con el Banco Central de Nicaragua.

El valor obtenido nos brinda información económica aproximada de cada metro cúbico de agua que se usa en el cultivo de caña con riego por gravedad, para este caso el valor es de 0.0065 dólares/m³, López (2005) estimó que un m³ de agua genera una riqueza de 0.003 dólares/m³, existe diferencia en el valor estimado, en los dos casos se utilizó el método de función de producción. La información utilizada por López fue la obtenida por revisión de literatura y en este estudio fue información de 238 productores, no se puede afirmar que una estimación es mejor que la otra, porque lo más relevante es que se dispone de información para la toma de decisiones acertadas en lo que respecta a la gestión del agua.

Si nos enfocamos en un canon el valor que se obtuvo en el estudio de 0.173 córdobas /m³, es el valor máximo que se le puede cobrar a los productores de caña que tienen riego por gravedad, un valor mayor a este afectaría sus economías y pasarían a no ser rentables, más aún en un país en el que no está establecido un pago por el uso del agua en la agricultura, incluso este valor puede ocasionar

impactos negativos en los productores, por ello se deben analizar también otro tipo de políticas que contribuyan en la gestión de los recursos hídricos.

Los procesos para aprobación de cánones son bastante largos, como el caso del canon ambientalmente ajustado CAA en Costa Rica, un proceso que duro 4 años; a pesar de que este cobro ya se realizaba, y que Costa Rica es un país que contaba con condiciones habilitantes como un marco legal robusto en materia ambiental, una cultura de pago y un alto grado de concienciación sobre la conservación de los recursos naturales. Como ejemplo el canon en Costa Rica para el sector agrícola el cultivo de caña es de 0,00024 dólares/m³, para llegar a este valor, se partió de un estudio en el cual el valor científico del agua era de 0,0054 dólares/m³(Ortega 2006), lo que demuestra que los estudios brindan los instrumentos necesarios para que los tomadores de decisiones desarrollen las propuestas debidamente justificadas, con base en las características socioeconómicas del país y sean enfocadas en el desarrollo de instrumentos que garanticen la provisión del recurso en el futuro.

7. Conclusiones

Los productores secano y riego son grupos diferentes, los secano tienen un ingreso económico y nivel de educación bajo, son productores natos y dependen de la agricultura, a diferencia de los que tienen riego, tienen mejor nivel de educación e ingresos económicos, su fuente de ingresos es agricultura, servicios y comercio, es probable que al desarrollarse instrumentos económicos para controlar la asignación y gestión del agua, los productores de riego no sean afectados, ya que es el grupo con mayor fortaleza de acuerdo con las características socioeconómicas analizadas.

En el presente estudio se demuestra que el agua influye de forma positiva en el aumento de la productividad de caña de azúcar en comparación con la producción en secano, existe un aumento máximo de 27.2 ton/mz. El rendimiento promedio de los cultivos de caña es 35.2 ton/ mz para los secano y 62.4 ton/mz para los riego; sin embargo, los aumentos en la productividad generan incentivos en los agricultores al implementar riego para maximizar sus rendimientos, esto genera un uso desmedido del recurso porque optan por las tecnologías más baratas (Yigezu *et al.* 2014).

En el país no existe un control del consumo de agua, la gran mayoría de los productores no tienen sistemas de medición, por lo que generalmente desconocen cuánta agua usan para el cultivo, lo cual demuestra la poca conciencia con respecto al uso. El abastecimiento de agua para la agricultura es permanente de ríos, lagos, acuíferos y gratuito, por tal motivo es importante sensibilizar a los usuarios.

La falta de control en el consumo es una de las limitantes para el buen funcionamiento de un esquema de pago por el agua de manera volumétrica (Johansson 2005), una política de este tipo requiere de control y monitoreo permanente.

La caña de azúcar tiene un mercado consolidado en el país, la mayor parte de los productores que provee de materia prima a los ingenios están debidamente agrupados, esta puede ser una fortaleza, una condición habilitadora para iniciar procesos que contribuyan a la gestión del recurso hídrico. Estos procesos pueden desarrollarse de manera local, se debe tomar en cuenta que el precio del agua varía mucho en dependencia del tipo de cultivo, además deben reconocer el valor del agua como intrínsecamente local (Aylward *et al.* 2010).

Para el análisis de cómo varía el valor del agua en función de distintas tecnologías, los resultados fueron que el riego con tecnología no es significativamente diferente al seco; es decir, son iguales y al hacer una inversión mayor en tecnificar el uso del agua, la rentabilidad de quienes tienen riego tecnificado no es diferente del seco. En otros países se ha demostrado que una política no afecta a los productores que hacen un buen uso del recurso invirtiendo en tecnología, caso contrario se penaliza a quienes realizan un uso inadecuado y desmedido del agua (Yigezu *et al.* 2014).

Los productores que tienen sistemas de riego por gravedad son diferentes a los productores seco y con tecnología, la diferencia radica en que el agua que se utiliza por gravedad es mayor y genera una riqueza mayor a la de los productores seco, en ese sentido un metro cúbico de agua contribuye en 0.173 córdobas (0.0065 dólares/m³) en la rentabilidad anual neta de los productores que tienen riego por gravedad, por ello el establecimiento de un canon debe ser para el grupo de productores que tienen riego por gravedad.

Se determinó que un metro cúbico de agua contribuye en 0.173 córdobas (0.0065 dólares/m³) en la rentabilidad anual neta de la producción de caña de azúcar de los productores que utilizan el agua bajo un sistema de riego por gravedad, este dato sirve de referencia para el diseño de instrumentos económicos, como un mecanismo de asignación de agua, para satisfacer la demanda creciente. Se considera que el fijar un valor al agua es positivo porque hace que los usuarios consuman menos, y la aceptación del cobro depende de cuánto es el valor que se fije y de cómo y dónde se reinvierten los recursos económicos generados (Kallis *et al.* 2013).

El proceso metodológico utilizado puede ser un aporte importante para las organizaciones gubernamentales encargadas del desarrollo de instrumentos económicos, puede facilitar el desarrollo de políticas enfocadas en maximizar la productividad del agua en los cultivos agrícolas del país.

8. Literatura citada

- Alcon, F.; Tapsuwan, S.; Brouwer, R.; de Miguel, M.D. 2014. Adoption of irrigation water policies to guarantee water supply: A choice experiment *Environmental Science & Policy* 44(0): 226-236. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901114001683><http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2014.08.012>
- Aguilar, N .2011. Factores de competitividad de la agroindustria de la caña de azúcar en México. *Región y sociedad*, Hermosillo, v. 23, n. 52, dic. 2011.
- Aylward, B.S., Harry; Hartwell, Ray; Dengel, Jeff. 2010. The economic value of water for agricultural, domestic, and industrial uses: a global compilation of economic studies and market prices Bend, USA, UN FAO. 46 p. (Ecosyatem economics LLC) Consultado 30 enero 2015. Disponible en [http://www.ecosystemeconomics.com/Resources_files/Aylward%20et%20al%20\(2010\)%20Value%20of%20Water.pdf](http://www.ecosystemeconomics.com/Resources_files/Aylward%20et%20al%20(2010)%20Value%20of%20Water.pdf)
- Birol, E.; Karousakis, K.; Koundouri, P. 2006. Using economic valuation techniques to inform water resources management: A survey and critical appraisal of available techniques and an application *Science of The Total Environment* 365(1-3): 105-122. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969706001756><http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.02.032>
- Bouroncle C; Imbach P; Läderach P; Rodríguez B; Medellín C; E., F. 2014. La agricultura de Nicaragua y el cambio climático: Dónde están las prioridades para la adaptación? Copenhagen, Denmark, CGIAR, CCAFS. 8 p.
- BCN, Banco Central de Nicaragua. 2013. Informe anual. División económica. 130p.
- Cabrera, J. A; Zuaznabar, R. 2010. Impacto sobre el ambiente del monocultivo de la caña de azúcar con el uso de la quema para la cosecha y la fertilización nitrogenada. I. Balance del Carbono. *La Habana*, v. 31, n. 1, marzo 2010.
- Cisneros, J. 2005. Valoración económica de los beneficios de la protección del recurso hídrico y propuesta de un marco operativo para el pago por servicios ambientales en Copan Ruinas. Magister scientes. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza CATIE. 129 p. Consultado 10 enero del 2015.
- Davidson, B.; Hellegers, P. 2011. Estimating the own-price elasticity of demand for irrigation water in the Musi catchment of India *Journal of Hydrology* 408(3-4): 226-234. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169411005233><http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2011.07.044>
- Dinar, A.; Mody, J. 2004. Irrigation water management policies: Allocation and pricing principles and implementation experience *Foro de recursos naturales* 28(2): 122-222. Consultado 30 enero del 2015. Disponible en <http://www.scopus.com/record/display.url?eid=2-s2.0-3142670621&origin=inward&txGid=081DE4827F6CA26B416E0C574A61EA0F.FZg2ODcJC9ArC e8WOZPvA%3a2#>
- Frija, A.; Wossink, A.; Buysse, J.; Speelman, S.; Van Huylenbroeck, G. 2011. Irrigation pricing policies and its impact on agricultural inputs demand in Tunisia: A DEA-based methodology *Journal of Environmental Management* 92(9): 2109-2118. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971100079X><http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.013>

- FUNICA, F.p.e.d.t.a.y.f.d.N. 2013. Estado actual, oportunidades y propuestas de acción del sector agropecuario y forestal en Nicaragua 1 ed. ed. Managua, Nicaragua, FUNICA. 102 p. p.
- Griffin, R.C. 2006. Water resource economics: The analysis of scarcity, policies and projects The MIT press: 402 p.
- INIDE. 2005. Instituto Nacional de Información de Desarrollo. Perfil y características de los pobres en Nicaragua 2005. Instituto Nacional de Información de Desarrollo, Encuesta de Hogares sobre Medición de Nivel de Vida.
- INETER. 2005. Boletín Hidrológico. Dirección de Hidrología Superficial. Vol.1.Managua, Nicaragua. Consultado noviembre, 2013.Disponible en <http://webserver2.ineter.gob.ni/Direcciones/Recursos%20Hidricos/boletin/edanterior/Bol12001/bol1indextm.htm>
- Johanson, R. 2005. Micro and macro-level approaches for assessing the values of irrigation water Washington, World Bank. 68 p. Disponible en <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/8471/wps3778.pdf?sequence=1>
- Johansson, R.C.; Tsur, Y.; Roe, T.L.; Doukkali, R.; Dinar, A. 2002. Pricing irrigation water: a review of theory and practice Water Policy 4(2): 173-199.
- Kallis, G.; Gómez-Baggethun, E.; Zografos, C. 2013. To value or not to value? That is not the question Ecological Economics 94(0): 97-105. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921800913002218http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.07.002>
- Kraemer, R.; Andreas, B.; Leipprand, A. 2003. The aplicación of economics instruments en water and soil waste management. Global review of economic instruments for water management in Latin America and the Caribbean Washington D.C., Banco Interamericano de Desarrollo, BID. 11-12 p. (Regional Policy)
- Ley N° 620 Ley General de Aguas Nacionales. La Gaceta diario oficial. Managua, Nicaragua. 2007.
- López, R. 2005. Propuesta para un esquema de cánones para el aprovechamiento del recurso hídrico en Nicaragua Virginia Reyes; Marianela Arguello ed. San José, Costa Rica, Global Water Partnership. 74 p. Disponible en http://www.gwp.org/Global/GWP-CAM_Files/Esquema%20de%20Canones%20NI.pdf
- Medellín-Azuara, J.; Harou, J.J.; Howitt, R.E. 2010. Estimating economic value of agricultural water under changing conditions and the effects of spatial aggregation Science of The Total Environment 408(23): 5639-5648. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969709007566http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2009.08.013>
- Mesa-Jurado, M.A.; Martín-Ortega, J.; Ruto, E.; Berbel, J. 2012. The economic value of guaranteed water supply for irrigation under scarcity conditions Agricultural Water Management 113(0): 10-18. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377412001503http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2012.06.009>
- ONU. 2010. Resolución sobre derecho humano al agua y el saneamiento A/64/L.63/Rev.1, R. ed. New York, ONU. Disponible en <http://www.politicaspUBLICAS.net/panel/agua/dhagua/667-onu-2010-resolucion-agua.html>
- _____. 2012. Visión general de los mensajes más importantes New York, Programa mundial de evaluación de los recursos hídricos de las Naciones Unidas. UNESCO WWAP 2012. 16 p. p. (Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los

recursos hídricos en el mundo. Gestión del agua en un contexto de incertidumbre y riesgo) (4).

- _____. 2014. Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo ONU, U. ed. Perusa, Italia, UNESCO. 12 p. p. (Resumen ejecutivo)
- Ortega, L. 2006. Los instrumentos económicos en la gestión del agua. El caso de Costa Rica México, CEPAL, Naciones Unidas. 59 p. p. (Estudios y perspectivas) (59).
- Pazvakavambwa, G. T. and Van Der Zaag, P. (2000). The value of irrigation water in Nyanyadzi smallholder irrigation scheme, Zimbabwe, Paper presented at the 1stWARFSA/Water Net Symposium, Sustainable use of water resources, Maputo, 1-2 November 2000, Maputo.
- IV Jornada Forum Ambiental (2000, España) 2001. Incentivos indirectos de la ambientalización de las empresas. Instrumentos económicos. Barcelona, España, 47-49 p. p. Disponible en <http://www.forumambiental.org/pdf/instrum.pdf>
- Solanes, M.; Gonzalez-Villarreal, F. 2001. Los principios de Dublín reflejados en una evaluación comparativa de ordenamientos institucionales y legales para una gestión integrada del agua TAC Background papers (3): 44. Disponible en <file:///C:/Users/Monica/Documents/Tesis/bibliograf%C3%ADa/Dublin%20GWP.pdf>
- Speelman, S.; Buysse, J.; Farolfi, S.; Frija, A.; D'Haese, M.; D'Haese, L. 2009. Estimating the impacts of water pricing on smallholder irrigators in North West Province, South Africa Agricultural Water Management 96(11): 1560-1566. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037837740900170X><http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2009.06.014>
- Subirós, F. 2000. El cultivo de la caña de azúcar 2da ed. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 419 p. Disponible en <https://books.google.co.cr>
- Suttie, J. 2003. Conservación de heno y paja, para pequeños productores y en condiciones pastoriles Roma, Italia, FAO. 14 p. p.
- Tábora, F., Basterrechea, M., Candanedo, H., Wallace, M., Kawas, N., Artiga, R., Frutos, R., Solís, M., Zelaya, L., Ramírez, P., Paquet, G. 2011. Costa Rica Tábora, F., Arguello, M. ed. Tegucigalpa, Honduras, GWP, UE, ZONAF, BCIE. 147 p. (Recursos hídricos en Centro América, hacia una gestión integrada)
- Tsur, Y.; Dinar, A.; Doukkali, R.M.; Roe, T. 2004. Irrigation water pricing: policy implications based on international comparison Environment and Development Economics 9(06): 735-755. Consultado 2004. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1017/S1355770X04001494> doi:10.1017/S1355770X04001494
- Turner, R.K.; Georgio, S.; Rebecca, C.; Brouwer, R.; Burke, J. 2004. Economic valuation of water resources in agricultures Roma, Italia, FAO. 204 p. (From the sectoral to a functional perspective of natural management) (27). Disponible en <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr27e.pdf>
- Vammen Katherine; Hurtado Iris ; Picado Francisco; Flores Yelba; Calderón Heyddy ; Delgado Valeria ; Flores Selvia ; Caballero Yader; Jiménez Mari; Rosario, S. 2012. Recursos Hídricos en Nicaragua: Una visión estratégica Marco A. Barragán García ed. México, D.F., Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC
- VI Foro Mundial del Agua (12) 2012. Protegiendo el agua y sus servicios ecosistémicos. Proceso regional de las Américas. Francia, 34. p.
- Ward, F.A.; Michelsen, A. 2002. The economic value of water in agriculture: concepts and policy applications Water Policy 4(5): 423-446. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1366701702000399>[http://dx.doi.org/10.1016/S1366-7017\(02\)00039-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1366-7017(02)00039-9)
- Ward, F.A. 2014. Economic impacts on irrigated agriculture of water conservation programs in drought Journal of Hydrology 508(0): 114-127. Disponible en

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169413007439><http://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2013.10.024>

- Yigezu, Y.A.; Aw-Hassan, A.; Shideed, K.; Sommer, R.; El-Shater, T. 2014. A policy option for valuing irrigation water in the dry areas *Water Policy* (16): 520-535.
- Young, R. 2005. Determining the economic value of water: concepts and methods USA, 375 p. p. (Resources for the future).

9. Anexos

9.1 Consentimiento previo libre e informado y Encuesta

Consentimiento previo, libre e informado

Presentación y consentimiento informado:

Buenos días (Buenas tardes). Mi nombre _____ soy parte de los encuestadores que está visitando a los productores de caña de azúcar para realizarles una encuesta. Esto como parte del trabajo de investigación de la tesis que se encuentra desarrollando Mónica Guanopatín, quien es estudiante del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE

El objetivo de la tesis es realizar una caracterización socioeconómica de los productores y del cultivo de caña de azúcar en la Zona Pacífico de Nicaragua. Para cumplir con nuestro objetivo necesitamos encuestar a un buen número de productores, ya que el propósito de la encuesta es identificar el tipo de cultivo, consumo de agua, tipo de riego, los diferentes insumos que se utilizan, producción de caña de azúcar, para poder determinar como el agua influye en la producción de caña de azúcar

Me gustaría que usted me brinde la oportunidad de entrevistarle y antes aclararle algunos aspectos importantes:

- La encuesta tardará aproximadamente una hora.
- Su participación en esta encuesta es totalmente **voluntaria** (**Si no desea participar** o si existe alguna pregunta que no desea contestar puede decírnoslo sin ningún problema).
- Si en algún momento **se incomoda y no quiere continuar**, por favor nos lo hace saber.
- La información generada en la encuesta será estudiada en conjunto, por eso no se sabrá cuáles fueron sus respuestas en particular.
- Si nuestras preguntas no son claras o **si desea alguna explicación adicional** por favor no dude en preguntarnos.
- Estaremos tomando notas para no perder la información y poderla analizar, esperamos que esto no le incomode, si le incomoda, por favor nos lo hace saber.
- Los resultados de las encuestas serán analizados y presentados en el documento final de la tesis.

Queremos estar seguros que ha quedado claro que está participando en esta encuesta de manera **voluntaria**.

Por lo que debo preguntarle: **¿Está dispuesto (a) a participar en la encuesta?**

(Si la respuesta es sí, proceder a firmar la de Declaración del consentimiento previo, libre e informado)

(Si la respuesta es no, leer la siguiente línea)

Entiendo que no desea participar. **¿Hay algo más que le pueda decir acerca del objetivo o el contenido de la encuesta?**

(Si aún así la respuesta es negativa, leer la siguiente línea)

De acuerdo, gracias por su tiempo

(Irse del lugar, anotar que le productor se negó a participar y continuar con el siguiente)

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA LA ENCUESTA DE HOGARES

_____ ha sido informado (a) del objetivo de la encuesta y de que forma será utilizada la información que sea proporcionada. Se ha tomado el tiempo necesario para la aclaración de dudas. Se le dará una copia del formulario de consentimiento si lo solicita.

Firma del encuestador: _____ Fecha: _____

Consentimiento escrito u oral

He sido informado (a) de los objetivos del estudio y de qué forma será utilizada la información que proporcionaré. Por este medio manifiesto que estoy de acuerdo y que mi participación es voluntaria. Estoy en libertad de retirar mi consentimiento y dejar de participar en cualquier momento y de no responder a las preguntas que me incomoden.

Estoy de acuerdo que los investigadores utilicen mi información para los propósitos de este estudio.

Firma del entrevistado: _____ Fecha: _____

Complétese antes de la encuesta. La encuesta no se puede llevar a cabo a menos que este formulario esté completo.

9.2 Encuesta a: Productores de caña de azúcar de la zona Pacífico de Nicaragua

SECCIÓN A. Filtro

| 1. Número de la encuesta | 2. Fecha | 3. Hora |
|--------------------------|----------|---------|
| | | |

No preguntar

4. Nombre y apellido del productor

5. Nombre y apellido del informante

No preguntar, copiar del consentimiento previo libre he informado

6. ¿Cuál es la relación del informante con el productor?

1. Administrador/ gerente
2. Mandador/ capataz
3. Miembro de cooperativa
4. Pariente/ familiar
5. Trabajador de la finca
6. Productor
7. Vecino/otro

Marcar solo una opción

Detener la encuesta

SECCIÓN B. Ubicación Geográfica

Llenar la sección, No preguntar al encuestado

7. Departamento

Marcar solo una opción

Chinandega (30) León (35) Managua (55) Masaya (60)

Granada (70) Carazo (75) Rivas (80)

| 8. Municipio | 9. Comarca | 10. Comunidad |
|--------------|------------|---------------|
| | | |

| 11. Coordenadas norte UTM | 12. Coordenadas este UTM | 13. Zona UTM | 14. Altitud msnm |
|---------------------------|--------------------------|--------------|------------------|
| | | | |

SECCIÓN C. Información de la Finca

15. ¿Cuál es el nombre de la finca?

16. ¿Cuál es la dirección de la finca?

17. ¿Cuál es el área de la finca? (en mz)

18. Seleccione el que corresponda de acuerdo a la pregunta anterior

No leer opciones, marcar solo una opción

| | |
|--|-------------------------------|
| | 1. de 0.5 mz a menos |
| | 2. de 0.51 mz a 2.5 mz |
| | 3. de 2.51 mz a 5 mz |
| | 4. de 5.01 mz a 10 mz |
| | 5. de 10.01 mz a 20 mz |
| | 6. de 20.01 mz a 50 mz |
| | 7. de 50.01 mz a 100 mz |
| | 8. de 100.01 mz a 200 mz |
| | 9. de 200.01 mz a 500 mz |
| | 10. de 500 mz a 500.01 mz |

19. ¿Cuenta con alguna fuente de agua en su finca?

Leer opciones. Selección múltiple

| | |
|--|-----------------------------------|
| | 1. Río / quebrada |
| | 2. Laguna / lago |
| | 3. Manantial / ojo de agua |
| | 4. Recolección de agua lluvia |
| | 5. Represa |
| | 6. Pozo perforado |
| | 7. Pozo artesiano |
| | 8. Red pública |
| | 9. No tiene |

20. ¿Cuál es el tipo de tenencia?

Leer opciones

| | |
|--|--------------|
| | 1. Propia |
| | 2. Cedida |
| | 3. Alquilada |
| | 4. Otra |

SECCIÓN D. Información del cultivo

21. ¿Cuál es el área de cultivo de caña de azúcar? (en mz).

22. ¿Qué variedades de caña de azúcar cultiva y el área de cultivo de cada una?

| | Variedad de caña de azúcar | Área de cultivo en mz |
|---|----------------------------|-----------------------|
| 1 | | |
| 2 | | |
| 3 | | |
| 4 | | |
| 5 | | |

23. ¿En el año cuántos ciclos de cultivo realiza?

No leer opciones. Selección múltiple

24. ¿Nos puede indicar en qué mes del año realiza la siembra del cultivo?

- Enero
 Febrero
 Marzo
 Abril
 Mayo
 Junio
 Julio
 Agosto
 Septiembre
 Octubre
 Noviembre
 Diciembre

No leer opciones. Selección múltiple

25. ¿Nos puede indicar en qué mes del año realiza la cosecha?

- Enero Febrero Marzo Abril MayoJunio
 Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre

26. ¿Qué tipo de semilla utiliza?

1. Tradicional 2. Mejorada

Leer opciones. Marcar solo una opción

27. ¿Cuenta con semillero en su finca?

- Si
 No

Pasar a la pregunta No 29

28. ¿Cuál es el área del semillero? (en mz)

Pasar a la pregunta No 30

29. ¿Dónde adquiere la semilla que utiliza para la siembra?

SECCIÓN E. Producción Agrícola

Preparación del Terreno

30. ¿Realiza preparación del terreno antes de la siembra?

- Si
 No

Pasar a la pregunta No 33

31. ¿Qué maquinaria utiliza para la preparación del terreno?

Leer opciones. Selección múltiple

| | |
|--------------------------|------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | 1. Arado de hierro tracción animal |
| <input type="checkbox"/> | 2. Arado de madera tracción animal |
| <input type="checkbox"/> | 3. Tractor |
| <input type="checkbox"/> | 4. Otro: _____ |

32. ¿Cuál es el costo de la preparación del terreno de una mz de caña de azúcar por ciclo de cultivo? (en córdobas)

Pasar a la pregunta No 34

33. ¿Por qué no realiza preparación del terreno antes de la siembra?

Siembra

34. ¿Qué tipo de siembra realiza?

Leer opciones. Marcar solo una opción

1. Convencional 2. Mecanizada

35. ¿Cada cuántos años realiza la siembra?

36. ¿Cuál es el costo de siembra de una mz de caña de azúcar por ciclo de cultivo? (en córdobas)

Riego

37. ¿Qué tipo de tecnología utiliza para el cultivo de caña de azúcar? y ¿Cuál es el área bajo cada tecnología?

Pregunta clave

Leer opciones. Selección múltiple

Dar el tiempo necesario al encuestado para que responda

| | Tecnología | Área de cultivo de caña en mz |
|--|------------|-------------------------------|
| | 1. Riego | |
| | 2. Secano | |

38. ¿Por qué instalo riego en el cultivo de caña de azúcar?

39. ¿Cuándo instalo el riego en el cultivo de caña de azúcar?

40. ¿De qué forma instalo el riego en el cultivo de caña de azúcar?

1. de forma gradual
 2. de una sola vez

Leer opciones. Marcar solo una opción

41. ¿Con qué fondos realizó la instalación del riego?

1. Fondos propios
 2. Financiamiento
 3. Donación
 4. Otro: _____

Leer opciones. Selección múltiple

42. ¿Quién o qué organización le otorga los fondos para la instalación del riego?

43. ¿Contó con asesoría técnica para la instalación del riego?

- Sí
 No

→ Pasar a la pregunta No 45

44. ¿Quién o qué organización le brinda asesoría técnica para la instalación del riego?

Pasar a la pregunta No 46

45. ¿Por qué no contó con asesoría técnica para la instalación del riego?

46. ¿Con qué infraestructura cuenta en su finca para el riego del cultivo de caña de azúcar?

1. Canales artificiales
 2. Presas
 3. Pozos
 4. Bombas
 5. Otro: _____

Leer opciones. Selección múltiple

47. ¿Con que tipo de riego cuenta, y cuál es el área de cultivo de caña de azúcar bajo riego, por tipo de riego?

Pregunta clave

Leer opciones. Selección múltiple

Dar el tiempo necesario al encuestado para que responda.

| | Tipo de riego | Área de cultivo de caña en mz |
|--|-------------------|-------------------------------|
| | 1. Pivote lateral | |
| | 2. Pivote central | |
| | 3. Pivote móvil | |
| | 4. Aspersión fija | |
| | 5. Goteo | |
| | 6. Gravedad | |

| | | |
|--|---------------------|--|
| | 7. Gravedad fluming | |
| | 8. Manual | |
| | 9. Otro: _____ | |

48. ¿Cuenta con algún aparato de medición de consumo de agua?

Sí

No



Pasar a la pregunta No 51

49. ¿Cuál es el aparato que utiliza para medir el consumo de agua en el riego del cultivo de caña de azúcar?

50. ¿Cómo mide el consumo de agua que utiliza para el riego del cultivo de caña de azúcar?

| | |
|--|------------------------------|
| | 1. m ³ /s |
| | 2. m ³ /m |
| | 3. m³/h |
| | 4. gpm |
| | 5. horas de bombeo |
| | 6. horas de compuerta |
| | 7. otro: _____ |

Leer opciones. Marcar solo una opción

Dar el tiempo necesario al encuestado para que responda.

51. ¿Cuál es el consumo promedio de agua en una mz de cultivo de caña de azúcar en un ciclo de cultivo?

Leer opciones. Selección múltiple

Dar el tiempo necesario al encuestado para que responda.

Permitir realice cualquier consulta para obtener la información

| | Tipo de riego | Consumo de agua por mz | Unidad de medida |
|--|---------------------|------------------------|------------------|
| | 1. Pivote lateral | | |
| | 2. Pivote central | | |
| | 3. Pivote móvil | | |
| | 4. Aspersión fija | | |
| | 5. Goteo | | |
| | 6. Gravedad | | |
| | 7. Gravedad fluming | | |
| | 8. Manual | | |
| | 9. Otro: Cuál? | | |

| Tipo de riego | Fuente de agua Clave 1 | Tipo de bomba Clave 2 | Tipo de motor Clave 3 | Capacidad del motor HP | No de bombas | Caudal promedio de bombeo (gal/min) | Total de bombeo horas/día | No días de bombeo en el ciclo |
|---------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------|--|---------------------------|-------------------------------|
| 1. Pivote lateral | | | | | | | | |
| 2. Pivote central | | | | | | | | |
| 3. Pivote móvil | | | | | | | | |
| 4. Aspersión fija | | | | | | | | |
| 5. Goteo | | | | | | | | |
| 6. Gravedad | | | | | | | | |
| 7. Gravedad fluming | | | | | | | | |
| 8. Manual | | | | | | | | |
| 9. Otro: | | | | | | | | |

| Clave 1 | Clave 2 | Clave 3 |
|--|---|--|
| 1. Río/quebrada 2. Laguna/lago 3. Manantial/ojo de agua 4. Recolección de agua de lluvia 5. Represa 6. Pozo perforado 7. Pozo artesiano 8. Red pública 9. Otro | 1- Turbina 2- Sumergible 3- Centrífuga 4- Otra | 1. Electricidad 2. Diesel 3. Gasolina 4. Otro |

52. ¿Varía el consumo promedio de agua en una mz de cultivo de caña de azúcar por ciclo de cultivo?

Pregunta clave

- Si
 No

→ Pasar a la pregunta No 54

53. ¿A qué se deben las variaciones en el consumo de agua en el cultivo de caña de azúcar?

1. Época seca
 2. Época lluviosa
 3. Variación en los caudales de la fuente de abastecimiento de agua
 4. Variedad de caña de azúcar
 5. Otro: _____

Leer opciones. Selección múltiple

54. ¿Cuál es el costo promedio de regar una mz de cultivo de caña de azúcar por ciclo de cultivo por tipo de riego? (en córdobas)

Pregunta clave

Leer opciones. Selección múltiple

Dar el tiempo necesario al encuestado para que responda.

Permitir realice cualquier consulta para obtener la información

| | Tipo de riego | Compra del equipo de riego \$C | Instalación del equipo de riego \$C | Compra del equipo para el personal de riego \$C | Mantenimiento del equipo de riego \$C | Gastos de operación del equipo de riego \$C |
|--|---------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| | 1. Pivote lateral | | | | | |
| | 2. Pivote central | | | | | |
| | 3. Pivote móvil | | | | | |
| | 4. Aspersión fija | | | | | |
| | 5. Goteo | | | | | |
| | 6. Gravedad | | | | | |
| | 7. Gravedad fluming | | | | | |
| | 8. Manual | | | | | |
| | 9. Otro: | | | | | |

→ Pasar a la pregunta No 56

55. ¿Por qué no cuenta con riego para el cultivo de caña de azúcar?

1. Falta de recursos económicos
 2. Falta de financiamiento
 3. Falta de asesoría técnica
 4. No cuenta con fuentes de agua
 5. Otro: _____

Leer opciones. Selección múltiple

Control de plagas y enfermedades

56. ¿Realiza control de plagas y enfermedades en el cultivo de caña de azúcar?

- Sí
 No

→ Pasar a la pregunta No 61

57. ¿Qué tipo de control realiza?

Leer opciones. Selección múltiple

1. Químico
 2. Biológico
 3. Otro:

→

Pasar a la pregunta No 58

→

Pasar a la pregunta No 59

→ Pasar a la pregunta No 60

58. ¿De qué forma realiza la aplicación del control químico, cuál es la cantidad de producto que utiliza y el costo de la aplicación?

Leer opciones. Selección múltiple

| Aplicación | Cantidad de producto | Unidad de medida | Costo del producto en córdobas \$C | Costo de aplicación en córdobas \$C |
|--|----------------------|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Aplicación terrestre manual | | | | |
| 2. Aplicación terrestre mecanizada (tractor - bomba) | | | | |
| 3. Aplicación aérea | | | | |
| 4. Otro: _____ | | | | |

Pasar a la pregunta No 62

59. ¿Qué utiliza para el control biológico y cuál es el costo del mismo?

| Tipo de control | Cantidad de producto | Unidad de medida | Costo del producto córdobas \$C | Costo de la aplicación en córdobas \$c |
|-----------------|----------------------|------------------|---------------------------------|--|
| Entomopatógenos | | | | |
| Otro: _____ | | | | |

Pasar a la pregunta No 62

60. ¿Qué utiliza para ese tipo de control y cuál es el costo del mismo?

| Tipo de control | Cantidad de producto | Unidad de medida | Costo del producto córdobas \$C | Costo de la aplicación en córdobas \$c |
|-----------------|----------------------|------------------|---------------------------------|--|
| | | | | |
| | | | | |

Pasar a la pregunta No 62

61. ¿Por qué no realiza control de plagas y enfermedades en el cultivo de caña de azúcar?

Fertilización

62. ¿Utiliza fertilizantes en el cultivo de caña de azúcar?

- Si
 No

→ Pasar a la pregunta No 64

63. ¿Qué cantidad de fertilizante utiliza para una mz de cultivo de caña de azúcar y cuál es el costo en un ciclo de cultivo?

| Tipo de fertilizante | Cantidad de producto | Unidad de medida | Costo de l producto córdobas \$C | Costo de la aplicación en córdobas \$c |
|----------------------|----------------------|------------------|----------------------------------|--|
| | | | | |
| | | | | |

→ Pasar a la pregunta No 65

64. ¿Por qué no utiliza fertilizantes en el cultivo de caña de azúcar?

Cosecha

65. ¿De qué forma realiza la recolección de la cosecha de la producción de caña de azúcar y cuál es el costo de la recolección de la producción de una mz?

Leer opciones. Selección múltiple

| | Tipo de Recolección | Costo del Corte \$C por mz | Costo del acarreo \$C por mz |
|-----------------------|---------------------|----------------------------|------------------------------|
| <input type="radio"/> | Manual | | |
| <input type="radio"/> | Mecanizada | | |

| | | |
|----------------|------------|------------------|
| 1 templa=25 qq | 1 ton=20qq | 1templa=1.25 ton |
|----------------|------------|------------------|

Mano de obra

66. ¿Utiliza mano de obra para el cultivo de caña de azúcar?

- Si
 No

→ Pasar a la pregunta No 70

67. ¿Cuántas personas trabajan permanente en una mz de cultivo de caña de azúcar por ciclo de cultivo?

68. ¿Cuántas horas trabaja un hombre a la semana en una mz de caña de azúcar?

| Días | Días de trabajo | Horas |
|--------|-----------------|-------|
| Lunes | | |
| Martes | | |

| | | |
|--------------|--|--|
| Miércoles | | |
| Jueves | | |
| Viernes | | |
| Sábado | | |
| Domingo | | |
| Total | | |

69. ¿Cuál es el costo de la mano de obra en una mz de cultivo de caña de azúcar por ciclo de cultivo? (en córdobas)

Pasar a la pregunta No 71

70. ¿Por qué no utiliza mano de obra para el cultivo de caña de azúcar?

Producción

71. ¿Cuánto es la producción de caña de azúcar por mz, con y sin riego? (en ton/mz)

Pregunta clave

Leer opciones. Selección múltiple

Dar el tiempo necesario al encuestado para que responda.

| Tecnología | Cantidad de producción de caña de azúcar en ton/mz, por ciclo de cultivo | Cantidad de producción de caña de azúcar por fletes/mz | Cantidad de producción de caña de azúcar en templa/mz |
|--------------------|--|--|---|
| Sin riego (Secano) | | | |
| Pivote lateral | | | |
| Pivote central | | | |
| Pivote móvil | | | |
| Aspersión fija | | | |
| Goteo | | | |
| Gravedad | | | |
| Gravedad fluming | | | |
| Manual | | | |
| Otro: _____ | | | |

1 templa=25 qq

1 ton=20qq

1templa=1.25 ton

72. ¿Para qué fin es destinada la producción de caña de azúcar?

Leer opciones. Selección múltiple

1. Autoconsumo humano
2. Autoconsumo (alimento para el ganado)
3. Venta (para producción de azúcar)
4. Venta (para producción de licor)
5. Venta (para producción de tapa dulce)
6. Venta (alimento para el ganado)
7. Procesamiento y venta de subproductos por parte del productor
8. Otro: _____

Pasar a la pregunta No 78

73. ¿A quién o a que organización le vende la producción de caña de azúcar?

74. ¿Existe algún contrato con el comprador de la producción de caña de azúcar?

Si
 No → Pasarse a la pregunta No 77

75. ¿Por cuánto tiempo?

76. ¿Cuáles son los principales compromisos?

77. ¿En cuánto vende la producción de caña de azúcar? (en córdobas)

| Cantidad | Precio | Unidad de medida |
|----------------|------------|------------------|
| | | flete |
| | | ton/mz |
| | | templa |
| 1 templa=25 qq | 1 ton=20qq | 1templa=1.25 ton |

SECCIÓN F. Capital

78. ¿Cuál es el valor de una mz de tierra sin ningún tipo de mejoras, apta para el cultivo de caña de azúcar en córdobas

79. ¿Cuenta con maquinaria o implementos agrícolas para el cultivo de caña de azúcar?

Si
 No → Pasarse a la pregunta No 81

80. ¿Con qué maquinaria o implementos agrícolas cuenta para el cultivo de caña de azúcar, en que cantidad y su costo?

Leer opciones. Selección múltiple

| Maquinaria | Cuántos? | Costo? |
|------------------------------------|----------|--------|
| 1. Herramientas agropecuarias | | |
| 2. Arado de hierro tracción animal | | |
| 3. Arado de madera tracción animal | | |
| 4. Bombas de fumigación de | | |

| | | | |
|--|-------------------------------|--|--|
| | mochila | | |
| | 5. Bombas de fumigación fijas | | |
| | 6. Tractor | | |
| | 7. Implementos agrícolas | | |
| | 8. Cosechadora | | |
| | 9. Sembradora | | |
| | 10. Camión | | |
| | 11. Paneles Solares | | |
| | 12. Avioneta | | |
| | 13. Otro: _____ | | |

SECCIÓN J. Socioeconómico

81. Género del productor

Femenino Masculino

Llenar. No preguntar al encuestado

82. ¿Cuál es el nivel de estudio del productor?

Ninguno Técnico
 Primaria Superior
 Secundaria Otro: _____

No leer opciones. Marcar solo una opción

83. ¿Qué edad tiene el productor?

84. ¿A qué actividad se dedica el productor?

Comercio Servicios Agricultura Turismo
 Pecuario Agropecuario Otro: _____

Leer opciones. Marcar solo una opción

85. ¿Cuál es la ocupación u oficio del productor?

86. ¿Cuántas personas en la familia dependen del productor?

87. ¿Cuántos integrantes de la familia que viven con el productor tienen un salario

88. ¿Cuál es el número de teléfono?

89. ¿Cuál es la dirección de la casa de habitación del productor?

90. ¿Cuál es el ingreso promedio mensual de la familia? (en córdobas)

- 1. menos de 2500
- 2. de 2501 a 5000
- 3. de 5001 a 10000
- 4. de 10001 a 20000
- 5. de 20001 a 30000
- 6. de 30001 a 60000
- 7. de 60001 a 100000
- 8. de 100001 a 300000
- 9. más de 300000

No leer opciones. Marcar solo una opción

Muchas gracias por su colaboración

91. Hora de finalización

9.3 Diseño muestral

Desarrollo de prueba piloto en los departamentos de Carazo y Granada, se levantaron 6 encuestas, para afinar el instrumento. Levantamiento de 271 encuestas en 9 días efectivos de trabajo, sin incluir traslados.

El trabajo se desarrollo con 17 encuestadores y 2 supervisores en el mes de septiembre.

- **Levantamiento de encuestas en barrida (todos los encuestadores y supervisores en campo se va de departamento en departamento)**

| Departamento | Norma por día | Encuestadores | Total de boletas | Días |
|--------------|---------------|---------------|------------------|------|
| Chinandega | 2 | 15 | 106 | 4 |
| León | 2 | 15 | 70 | 3 |
| Carazo | 2 | 15 | 56 | 2 |
| Total | | | 232 | |

- **Levantamiento de manera simultánea**

| Departamento | Norma por día | Encuestadores | Total de boletas | Días |
|--------------|---------------|---------------|------------------|------|
| Managua | 3 | 1 | 6 | 2 |
| Masaya | 3 | | 8 | 3 |
| Granada | 3 | | 7 | 3 |
| Rivas | 2 | 1 | 8 | 9 |
| Total | | | 39 | |

9.4 Variables generadas por el estudio

| Variables | Descripción | Interpretación |
|-------------------------|--|---------------------------------|
| <i>id_prod</i> | identificación del productor | |
| <i>observ</i> | no de observaciones | |
| <i>area_finca</i> | área de la finca | mz |
| <i>area_prome</i> | área promedio | 8 categorías |
| <i>f_agua</i> | fuelle de agua | 1-si, 0-no |
| <i>t_tierra</i> | tenencia de la tierra | 3 categorías |
| <i>area_cana</i> | área de caña de azúcar | |
| <i>v_cana1</i> | variedades de caña | 8 categorías |
| <i>v_cana2</i> | más de dos variedades de caña | 1- Si o-No |
| <i>tipo_semilla</i> | tipo de semilla | tradicional, mejorada |
| <i>semillero</i> | si tiene semillero | 1- Si o-No |
| <i>pre_terre</i> | realiza preparación del terreno | 1- Si o-No |
| <i>p_siembra</i> | período de siembra | 6 categorías en años |
| <i>tec</i> | Tecnología | 1-riego 0-secano |
| <i>plagas_enfer</i> | realiza control de plagas y enfermedades | 1- Si o-No |
| <i>control_q</i> | control químico | 1- Si o-No |
| <i>control_b</i> | control biológico | 1- Si o-No |
| <i>control_maleza</i> | control de maleza | 1- Si o-No |
| <i>fer</i> | Fertilizante | 1- Si o-No |
| <i>fer_cant</i> | cantidad de fertilizante | kg |
| <i>cos_mecanizada</i> | cosecha mecanizada | 1- Si o-No |
| <i>mano_obra</i> | ocupa mano de obra permanente | 1- Si o-No |
| <i>tip_riego</i> | tipo de riego | 1-gravedad 2-aspersión 0-secano |
| <i>prod_cana</i> | producción de caña | ton/mz |
| <i>precio_ton</i> | precio de la ton de caña | c\$/ton |
| <i>valor_tierra</i> | valor de 1 mz de tierra apta para el cultivo | c\$/mz |
| <i>maquinaria</i> | utiliza maquinaria | 1- Si o-No |
| <i>maq_total</i> | cantidad de maquinaria | unidades |
| <i>gen</i> | género del productor | 1-fem 0-mas |
| <i>n_est</i> | nivel de estudio | 5 categorías |
| <i>edad</i> | Edad | años |
| <i>actividad</i> | actividad a la que se dedica | 5 categorías |
| <i>dep_prpod</i> | dependientes del productor | 1- Si o-No |
| <i>miembro_ingresos</i> | miembros del hogar que generan ingresos | 1- Si o-No |
| <i>num_miemh1</i> | no de miembros que generan ingresos | 1 miembro=1, resto=0 |
| <i>num_miemh2</i> | no de miembros que generan ingresos | 2 miembros=1, resto=0 |
| <i>num_miemh3</i> | no de miembros que generan ingresos | 3 miembros=1, resto=0 |
| <i>num_miemh4</i> | no de miembros que generan ingresos | 4 miembros=1, resto=0 |

| | | |
|------------------------|-----------------------------------|---------------------|
| ingreso_mensual | ingreso mensual | categorías 8 |
| vpn | ingreso valor presente neto | c\$/mz |
| area1 | menos de 0.5mz | 1= Si, 0= No |
| area2 | de 0.51 a 2.5 mz | 1= Si, 0= No |
| area3 | de 2.51 a 5 mz | 1= Si, 0= No |
| area4 | de 5.01 a 10 mz | 1= Si, 0= No |
| area5 | de 10.01 a 20 mz | 1= Si, 0= No |
| area6 | de 20.01 a 50 mz | 1= Si, 0= No |
| area7 | de 50.01 a 100 mz | 1= Si, 0= No |
| area8 | de 100.01 a 200 mz | 1= Si, 0= No |
| t_tierra1 | Propia | 1= Si, 0= No |
| t_tierra2 | cedida | 1= Si, 0= No |
| t_tierra3 | Alquilada | 1= Si, 0= No |
| cana_v1 | Pinder | 1= Si, 0= No |
| cana_v2 | CP/I/Q58/Na/Mx | 1= Si, 0= No |
| cana_v3 | san pablo | 1= Si, 0= No |
| cana_v4 | Blanca | 1= Si, 0= No |
| cana_v5 | Lucía | 1= Si, 0= No |
| cana_v6 | Piña | 1= Si, 0= No |
| cana_v7 | Cubana | 1= Si, 0= No |
| cana_v8 | Otras | 1= Si, 0= No |
| vcana_mas | tiene más de una variedad de caña | 1= Si, 0= No |
| p_siembra2 | período de siembra 2 años | 1= Si, 0= No |
| p_siembra3 | 3 años | 1= Si, 0= No |
| p_siembra4 | 4 años | 1= Si, 0= No |
| p_siembra5 | 5 años | 1= Si, 0= No |
| p_siembra6 | 6 años | 1= Si, 0= No |
| semilla_t | semilla mejorada | 1= Si, 0= No |
| riego | si tiene riego | 1= Riego, 0= Secano |
| t_riego1 | Gravedad | 1= Si, 0= No |
| t_riego2 | Goteo | 1= Si, 0= No |
| n_est0 | nivel de estudio Ninguno | 1= Si, 0= No |
| n_est1 | Primaria | 1= Si, 0= No |
| n_est2 | Secundaria | 1= Si, 0= No |
| n_est3 | Técnico | 1= Si, 0= No |
| n_est4 | Superior | 1= Si, 0= No |
| n_est5 | Otro | 1= Si, 0= No |
| dep_prod1 | 1 dependiente | 1= Si, 0= No |
| dep_prod2 | 2 dependientes | 1= Si, 0= No |
| dep_prod3 | 3 dependientes | 1= Si, 0= No |
| dep_prod4 | 4 dependientes | 1= Si, 0= No |

| | | |
|--------------------------|--|--------------|
| dep_prod5 | 5 dependientes | 1= Si, 0= No |
| dep_prod6 | 6 dependientes | 1= Si, 0= No |
| dep_prod7 | 7 dependientes | 1= Si, 0= No |
| dep_prod8 | 8 dependientes | 1= Si, 0= No |
| dep_prod9 | 9 dependientes | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensual1 | menos 2500 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensual2 | de 2501 a 5000 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensual3 | de 5001 a 10000 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensual4 | de 10001 a 20000 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensual5 | de 20001 a 30000 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensual6 | de 30001 a 60000 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensual7 | de 60001 a 100000 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensual8 | de 100001 a 300000 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensualg1 | bajo 1, 2, 3 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensualg2 | medio 4,5,6 | 1= Si, 0= No |
| ingreso_mensualg3 | alto 7 y 8 | 1= Si, 0= No |
| act_prod1 | Comercio | 1= Si, 0= No |
| act_prod2 | Servicios | 1= Si, 0= No |
| act_prod3 | Agricultura | 1= Si, 0= No |
| act_prod4 | Pecuaria | 1= Si, 0= No |
| act_prod5 | Agropecuaria | 1= Si, 0= No |
| act_prod6 | Turismo | 1= Si, 0= No |
| actividad_g | Agropecuaria | 1= Si, 0= No |
| occ_norte_alta | parte alta de occidente departamentos de Chinandega, León | 1= Si, 0= No |
| occ_norte_baja | parte baja de occidente departamentos de Chinandega y León | 1= Si, 0= No |
| occ_centro1 | Managua y Masaya | 1= Si, 0= No |
| occ_centro2 | Carazo y Granada | 1= Si, 0= No |
| occ_sur | Rivas | 1= Si, 0= No |