



Solutions for environment and development  
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
ESCUELA DE POSGRADO

Diagnóstico analítico de la toma de decisiones de pequeños productores  
agrícolas en un contexto de riesgo y vulnerabilidad al cambio climático en  
la cuenca de Apanás, Nicaragua.

por

Tatiana Espinosa Quiñones

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado  
como requisito para optar por el grado de

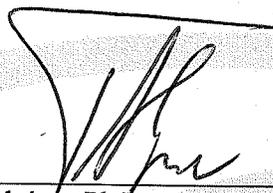
*Magister Scientiae* en Manejo y Conservación de  
Bosques Tropicales y Biodiversidad

Turrialba, Costa Rica, 2009

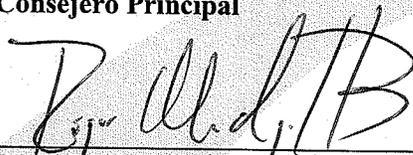
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN  
DE BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD**

**FIRMANTES:**



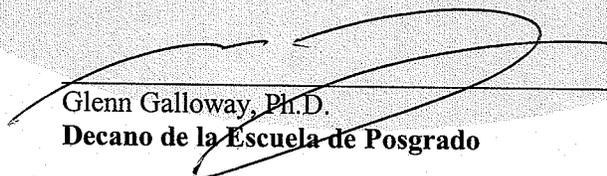
Francisco Alpizar, Ph.D.  
**Consejero Principal**



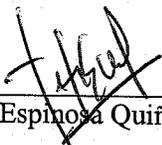
Róger Madrigal, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Raffaele Vignola, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Glenn Galloway, Ph.D.  
**Decano de la Escuela de Posgrado**



Elba Tatiana Espinosa Quiñones  
**Candidata**

## **DEDICATORIA**

A papá Rodolfo por brindarme el respaldo necesario para continuar estudiando; a Gianella, Fito, Rocío y Ana por apoyarme en la exploración de nuevos rumbos; y a Dora por ser el pilar que nos brinda calor de hogar aunque estemos lejos de casa.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Cooperación Técnica Belga por la ayuda financiera para estudiar la maestría en el CATIE.

Al proyecto TroFCCA y a SEBSA por el financiamiento del estudio.

A mi profesor consejero por apoyarme en incursionar en el tema socioeconómico y a los miembros del comité por sus valiosas sugerencias.

Al pueblo de Jinotega, a los productores agrícolas y cooperativas que tan amablemente han participado en esta investigación.

A Elías Bucardo por su amistad y gran aporte logístico para la realización del trabajo de campo; a Maria Angélica Naranjo y Luisa Madrigal; al INTA de Jinotega, MARENA y Ucasumán por el apoyo brindado.

A mis grandes amigos (Adina, Carla, Astrid, Ana, Sergio, Eleni, Natalia, Leo, Fernando), por las experiencias y enseñanzas de vida que hemos tenido durante estos lindos años, y a Michel por compartir sus sueños y emprender su búsqueda junto a mí.

# CONTENIDO

DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTOS .....	IV
CONTENIDO .....	V
RESUMEN .....	VIII
SUMMARY .....	IX
ÍNDICE DE CUADROS .....	X
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XI
1 INTRODUCCIÓN GENERAL .....	1
1.1 INTRODUCCION .....	1
1.2 OBJETIVOS .....	3
<b>1.2.1 Objetivo general</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	<b>3</b>
1.3 MARCO TEORICO .....	4
<b>1.3.1 Servicio Ecosistémico Hídrico</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3.2 Cambio climático en Centro América – Nicaragua</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3.3 Adaptación al Cambio Climático</b> .....	<b>5</b>
<b>1.3.4 Conservación de suelos</b> .....	<b>7</b>
<b>1.3.5 Adopción</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3.6 Lugar de estudio</b> .....	<b>10</b>
1.3.6.1 Ubicación geográfica .....	10
1.3.6.2 Aspectos biofísicos .....	11
1.3.6.3 Aspectos Socioeconómicos .....	13
1.4 DESCRIPCION DE LOS CAPITULOS .....	16
1.5 BIBLIOGRAFÍA .....	17
2 CAPITULO I: Determinantes económicos y sociales de la adopción de prácticas de conservación de suelos en un contexto de cambio climático en la cuenca de Apanás, Nicaragua .....	20
2.1 INTRODUCCION .....	21
2.2 METODOLOGIA .....	24

2.2.1	<i>Área de Estudio</i> .....	24
2.2.2	<i>Modelo de adopción</i> .....	25
2.2.3	<i>Estrategia de muestreo</i> .....	26
2.2.4	<i>Diseño de la encuesta</i> .....	27
2.2.5	<i>Caracterización de los productores de las comunidades priorizadas</i> .....	27
2.2.6	<i>Análisis de la información</i> .....	28
	2.2.6.1 Diagnóstico socio económico.....	28
	2.2.6.2 Tablas de contingencia .....	28
	2.2.6.3 Análisis de regresión .....	28
	2.2.6.4 Categorización de variables.....	29
2.3	RESULTADOS .....	30
2.3.1	<i>Diagnóstico General</i> .....	30
2.3.2	<i>Resultados de las tablas de contingencia</i> .....	31
2.3.3	<i>Regresión logística adopción</i> .....	33
2.3.4	<i>Regresión Poisson con variable numero de PCS</i> .....	33
2.4	DISCUSIÓN .....	34
2.5	CONCLUSIONES .....	39
2.6	BIBLIOGRAFÍA .....	42
3	CAPITULO II: Análisis del comportamiento ante el riesgo en un contexto de cambio climático mediante experimentos económicos de campo con productores agrícolas en la cuenca de Apanás, Nicaragua. ....	45
3.1	INTRODUCCION .....	46
3.2	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO .....	47
3.3	METODOLOGIA .....	48
	3.3.1 <i>Diseño del experimento de campo</i> .....	48
	3.3.2 <i>Procedimiento experimental</i> .....	52
3.4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	54
	3.4.1 <i>Características básicas</i> .....	54
	3.4.2 <i>Efecto de los niveles de riesgo</i> .....	54
	3.4.3 <i>Efecto de la comunicación</i> .....	55
	3.4.4 <i>Efecto de la coordinación ante una reducción de los costos de inversión</i> .....	55
	3.4.5 <i>Efecto del conocimiento del riesgo ajeno</i> .....	57
	3.4.6 <i>Efecto del riesgo conocido versus el riesgo incierto (ambigüedad)</i> .....	57
3.5	CONCLUSIONES .....	58
3.6	BIBLIOGRAFIA .....	60
4	CAPITULO III: Análisis de rentabilidad y estimación de costos de manejo y cambio de uso del suelo para reducir la erosión en la cuenca de Apanás, Nicaragua. ....	62
4.1	INTRODUCCION .....	63
4.2	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO .....	65
4.3	METODOLOGIA .....	66
4.4	RESULTADOS Y DISCUSION .....	68

4.4.1	<i>Selección y priorización de áreas de intervención.....</i>	68
4.4.2	<i>Identificación y caracterización de los proveedores del servicio ecosistémico de control de la erosión.....</i>	69
4.4.3	<i>Identificación de prácticas de conservación de suelos relevantes para dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de control de la erosión en la cuenca.....</i>	72
4.4.4	<i>Determinación de un monto de compensación por mantener o incrementar el servicio ecosistémico de control de la erosión .....</i>	73
4.4.4.1	Valoración del costo de oportunidad de la tierra.....	73
4.4.4.2	Valoración de los costos de implementación de PCS .....	74
4.4.4.3	Ejercicio con los datos obtenidos .....	75
4.5	CONCLUSIONES .....	77
4.6	BIBLIOGRAFIA .....	80
5	CONCLUSIONES GENERALES .....	82
6	ANEXOS .....	84

## **RESUMEN**

La agricultura es un sector innatamente vulnerable al cambio global y variabilidad climática prevista para la región de Centroamérica. Ante esta realidad es determinante la adaptación para reducir la vulnerabilidad ante sus efectos adversos. Así mismo, el cambio climático altera la cantidad, calidad y oportunidad de servicios de los ecosistemas y estos cambios crean vulnerabilidades para individuos, comunidades y sectores que dependen de estos servicios. Sobre este punto, el servicio ecosistémico hídrico de retención de sedimentos puede verse seriamente afectado producto del inadecuado manejo del suelo y del cambio climático perjudicando tanto al sector agrícola como al sector hidroeléctrico. La presente investigación analiza los factores decisivos en la toma de decisiones de adaptación al cambio climático de productores agrícolas en la cuenca de Apanás, zona prioritaria en Nicaragua por el flujo de servicios ecosistémicos hídricos (SEH) que brinda al sector hidroenergético.

El estudio se divide en tres partes: la primera analiza los determinantes económicos y sociales de la adopción de prácticas de conservación de suelos. La recolección de datos se realizó mediante encuestas estructuradas a 225 productores de la cuenca. En la segunda parte del estudio se analizan aspectos del comportamiento de los agricultores ante el riesgo de ser afectados por eventos climáticos con consecuencias negativas para la producción. La metodología utilizada fueron los experimentos económicos de campo mediante 6 talleres en diversas comunidades de la cuenca. La tercera parte del estudio calcula la rentabilidad y costos de manejo y cambio de uso del suelo para el control de la erosión. Los resultados de la investigación sugieren que para el diseño de políticas de adaptación de la cuenca debe tenerse especial atención en la formación de capital humano, apoyo técnico y en el trabajo con cooperativas de agricultores por tipo de cultivo. Así mismo, para la implementación de incentivos económicos se deben reforzar las organizaciones de productores para proveer una plataforma para lograr acciones de beneficio mutuo, donde el diálogo permita la efectiva coordinación entre los agricultores.

## SUMMARY

The agriculture sector is innately vulnerable to global change and climate variability due to the region of Central America. Faced with this reality is crucial adaptation to reduce vulnerability to adverse effects. Likewise, climate change alters the quantity, quality and timeliness of ecosystem services, and these changes create vulnerability for individuals, communities and sectors that depend on these services. On this point, the ecosystem service of water retention of sediments can be affected product from the inappropriate management of soil and climate change harming agriculture and hydroelectric sector. This research analyzes the key factors in decision making for climate change adaptation of farmers in the basin of Apanás in Nicaragua, a priority area by hidric ecosystem services (HES), which provides hydroelectric sector.

The study is divided into three parts: the first analyzes the social and economic determinants of adoption of soil conservation practices. Data collection was conducted through structured surveys to 225 producers in the basin. The second part of the study explores aspects of the behavior of farmers is likely to be affected by climatic events with negative consequences for production. The methodology used was the economic field experiments 6 through workshops in various communities in the watershed. The third part of the study calculated the profitability and cost management and change of land use for erosion control. Research results suggest that the design of adaptation of the basin should be a special focus on human capital formation, technical support and working with farmers' cooperatives by type of crop. Likewise, for the implementation of economic incentives should be strengthened producer organizations to provide a platform for actions to achieve mutual benefit, where the dialogue allows effective coordination among farmers.

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1. USO ACTUAL DEL SUELO DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	13
CUADRO 2. DISTRIBUCIÓN DEL ÁREA AGRÍCOLA EN LA CUENCA .....	15
CUADRO 3. COMUNIDADES Y NÚMERO DE ENCUESTAS EN CADA UNA .....	26
CUADRO 4. VARIABLES ANALIZADAS .....	31
CUADRO 5. RESULTADO DE LA REGRESIÓN LOGÍSTICA CON VARIABLE DEPENDIENTE ADOPCIÓN/NO ADOPCIÓN .....	33
CUADRO 6. RESULTADOS DE LA REGRESIÓN POISSON CON VARIABLE DEPENDIENTE NÚMERO DE PCS IMPLEMENTADAS .....	34
CUADRO 7. DISEÑO COMPLETO DEL EXPERIMENTO HETEROGÉNEO.....	49
CUADRO 8. DISEÑO COMPLETO DEL EXPERIMENTO HOMOGÉNEO.....	50
CUADRO 9. FORMA DE PAGO DEL EXPERIMENTO DE CAMPO .....	51
CUADRO 10 .DETALLE DE LOS TALLERES EFECTUADOS EN LA CUENCA DE APANÁS .....	53
CUADRO 11. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PRODUCTORES .....	54
CUADRO 12. NUMERO DE PERSONAS QUE ADAPTAN Y NO ADAPTAN BAJO DISTINTOS NIVELES DE RIESGO .....	55
CUADRO 13. NÚMERO DE PERSONAS QUE ADAPTAN Y NO ADAPTAN CON Y SIN COMUNICACIÓN Y CON EL MISMO NIVEL DE RIESGO (RIESGO HOMOGÉNEO) .....	55
CUADRO 14. NÚMERO DE PERSONAS QUE ADAPTAN Y NO ADAPTAN CON Y SIN COMUNICACIÓN CON DISTINTOS NIVELES DE RIESGO (RIESGO HETEROGÉNEO) .....	55
CUADRO 15. NÚMERO DE PRODUCTORES QUE ADAPTAN BAJO CADA ESCENARIO .....	56
CUADRO 16. NUMERO DE PERSONAS QUE ADAPTAN Y NO ADAPTAN CUANDO CONOCEN EL RIESGO DE LOS DEMÁS Y CUANDO NO LO CONOCEN .....	57
CUADRO 17. TABLA DE CONTINGENCIA RIESGO CONOCIDO Y RIESGO AMBIGUO.....	57
CUADRO 18. RENDIMIENTOS POR CULTIVO (QQ/MZ).....	70
CUADRO 19. COSTOS DE PRODUCCIÓN POR CULTIVO (US\$/MZ) .....	71
CUADRO 20. PRECIO DE VENTA POR CULTIVO (US\$/QQ) .....	71
CUADRO 21. RENTABILIDAD POR COSECHA PARA DISTINTOS CULTIVOS (US\$/MZ).....	72
CUADRO 22. RENTABILIDAD ANUAL POR CULTIVO (US\$/MZ).....	72
CUADRO 23. COSTOS POR MANZANA POR MANTENER LA COBERTURA DE BOSQUE (US\$/MZ).....	74
CUADRO 24. COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE PCS.....	75

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE NICARAGUA MOSTRANDO LA UBICACIÓN DE LA CUENCA DE APANÁS.....	11
FIGURA2. ACTIVIDADES PRODUCTIVAS DE LA PEA EN JINOTEGA. ....	14
FIGURA 3. MAPA DE LA CUENCA DE APANÁS MOSTRANDO LAS COMUNIDADES PRIORIZADAS .....	69

# 1 INTRODUCCIÓN GENERAL

## 1.1 INTRODUCCION

En Centroamérica los ecosistemas juegan un rol importante en la provisión de servicios ecosistémicos hídricos (SEH) que son de gran importancia para el sector hidroenergético (Pagiola 2002). Sin embargo, el uso del suelo, la modificación y conversión de la cobertura vegetal pueden alterar las propiedades de estos ecosistemas incrementando la vulnerabilidad de los recursos hídricos a la variabilidad y al cambio climático (CC). En el caso específico de Nicaragua, Leguía (2007) enfatiza que el 35% de las áreas aguas arriba de las centrales hidroeléctricas están ubicadas en zonas de muy alta sensibilidad a eventos climáticos. Estos datos demuestran la importancia del manejo adecuado de las zonas de recarga para garantizar el flujo de SEH bajo un escenario de CC.

En la actualidad, Nicaragua cuenta con uno de los niveles más bajos de cobertura eléctrica en Centro América (índice de electrificación de 55%) (CEPAL 2007). El sector hidroenergético representa tan sólo el 13,9% de la capacidad instalada a pesar de que el país presenta un gran potencial para la generación de hidroelectricidad, por lo que se está apostando por la promoción de la inversión en hidroenergía, a través de proyectos de pequeña, mediana y alta capacidad instalada (CNE 2005). De completarse la construcción de todos los proyectos, Nicaragua tendría una capacidad instalada suficiente para solucionar el problema de abastecimiento de energía eléctrica en el país; además, de impactar de manera positiva en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (MARENA 2003, CNE 2005).

Según la Comisión Nacional de Energía de Nicaragua, el país posee un potencial hidroeléctrico bruto de 1 760 MW de los cuales solo se están aprovechando el 2,7%. Actualmente, existen dos plantas hidroeléctricas en funcionamiento, la central de Santa Bárbara y Centro América, con una capacidad instalada total de 104 MW, ubicadas en los departamentos de Matagalpa y Jinotega respectivamente (CNE 2005).

El presente estudio se llevó a cabo en la cuenca de Apanás, embalse que abastece a la planta hidroeléctrica Centro América, localizada en la parte central de Nicaragua, en el departamento de Jinotega. El área de la cuenca se caracteriza por ser típicamente agrícola, y como actividades secundarias se encuentra la actividad ganadera y forestal. Estas prácticas se

extienden a expensas del bosque original, lo cual ocasiona un gran desequilibrio en el ecosistema (ASAAN 2006), sobretodo en el flujo de SEH, tales como la reducción de la sedimentación, reducción de caudales máximos y conservación de caudales mínimos, los cuales contribuyen a la sostenibilidad del sector hidroeléctrico (IPCC 2001, MEA 2005).

Viteri y Logo-Briones (2005) indican que en el Municipio de Jinotega existen altas tasas de erosión, encontrándose el 11% de los suelos bajo la categoría de erosión leve, 85% bajo la categoría de erosión moderada, y 4% bajo la categoría de erosión fuerte y severa. Estos niveles de erosión se traducen en un aumento en el flujo de sedimentos hacia el lago Apanás lo cual puede eliminar parte de la capacidad del embalse, producir desgastes en la maquinaria de la planta hidroeléctrica y disminuir la vida útil de la planta misma (Southgate y Macke 1989).

Debemos destacar que el problema de erosión se ve agravado dentro de un contexto de cambio climático por las variaciones generales en los patrones de temperatura, precipitación y escorrentía. Existen evidencias que comprueban el aumento de temperaturas extremas en la región de Centroamérica y el incremento de intensidad en las precipitaciones (Aguilar et ál. 2005). Así mismo, los modelos climáticos bajo diversos escenarios de emisiones proyectan un aumento gradual de la temperatura y cambios en la distribución de la precipitación en la región (AIACC-LA 2006).

De la misma forma, los procesos erosivos se ven magnificados como consecuencia del uso inapropiado de los suelos y del agua, lo cual evidencia la necesidad de implementar estrategias de adaptación que contribuyan a la conservación de los suelos y consecuentemente, a la reducción de los niveles de sedimentos vertidos al lago de Apanás.

La agricultura es inherentemente sensible a las condiciones climáticas y, por lo tanto, es con frecuencia citada como un sector vulnerable al CC global previsto. La vulnerabilidad de un sistema agrícola a los cambios en la temperatura, precipitaciones o a la frecuencia y magnitud de fenómenos meteorológicos extremos está influenciada por su capacidad de adaptación (Bradshaw et ál. 2004). Las poblaciones de bajos recursos tienen, por lo general, menor acceso a tecnología, información, educación y capacidades administrativas, por lo tanto, tienen menos capacidad de adaptarse y son más vulnerables a los daños procedentes del cambio climático (IPCC 2001).

Por lo expuesto, podemos apreciar que la cuenca de Apanás sufre problemas de alta deforestación, sobre-utilización de los suelos y erosión; y que además es sensible a los

impactos del CC que podrían agravar los problemas erosivos y aumentar el flujo de sedimentos al lago. Adicionalmente, debemos tomar en cuenta que el bajo nivel de recursos con los que cuentan los productores agrícolas de la cuenca hace que sean más vulnerables a los efectos del CC. En este contexto, la presente investigación pretende analizar los determinantes que influyen en la toma de decisiones del uso del suelo y la adopción de estrategias de conservación en un contexto de CC, y valorar los costos asociados a la implementación de estas prácticas. Los resultados de la investigación pueden ser relevantes para formación de políticas que involucren incentivos económicos en los procesos de adaptación de la cuenca.

## **1.2 OBJETIVOS**

### ***1.2.1 Objetivo general***

Analizar los principales determinantes del uso del suelo actual y valorar los costos asociados a la implementación de prácticas de manejo del suelo que reduzcan la vulnerabilidad de la represa Apanás al cambio climático.

### ***1.2.2 Objetivos específicos***

- Identificar y evaluar las principales variables que influyen en la toma de decisiones de adopción de prácticas de conservación de suelos (PCS) relevantes en un contexto de CC
- Explorar el comportamiento de los productores respecto a decisiones de producción mediante el uso de experimentos económicos
- Valorar los costos de la implementación de PCS y el costo de oportunidad de conservar áreas boscosas con miras a determinar el monto de compensación mínimo requerido para la provisión del servicio ecosistémico de reducción de de la erosión

## **1.3 MARCO TEORICO**

### ***1.3.1 Servicio Ecosistémico Hídrico***

Los servicios ecosistémicos son resultado de interacciones complejas entre las funciones de la naturaleza que generan un flujo de beneficios a los seres humanos (Daily 1997; Constanza et ál.1997; MEA 2005). Así, los ecosistemas brindan a las poblaciones humanas diferentes combinaciones de bienes y servicios. Muchas fuentes de energía renovables, como la producción de energía hidroeléctrica, se derivan de los ecosistemas y depende de la naturaleza la capacidad de mantenerlos. La energía hidroeléctrica se basa en regular el flujo de agua, así como del control de la erosión, y estos servicios dependen de ecosistemas bien conservados (MEA 2005).

Debemos resaltar que la capacidad de los ecosistemas para otorgar estos servicios depende de complejas interacciones biológicas, químicas y físicas que a su vez se ven afectadas por las actividades humanas, como puede ser la actividad agrícola o ganadera (MEA 2005). Sin embargo, los paisajes agrícolas también tienen un potencial enorme para producir un flujo diverso de servicios ecosistémicos (Goldman et ál. 2007), dentro de los cuales está el de reducción de sedimentación mediante prácticas agrícolas adecuadas y la implementación de estrategias de conservación del suelo. Debemos tomar en cuenta que la sedimentación es una de las principales preocupaciones de presas y embalses ya que el aumento de cargas de sedimentos que desembocan pueden reducir el volumen de un embalse, y por lo tanto su capacidad y la vida útil de las turbinas de generación de electricidad en el caso de generación hidroeléctrica (Susswein et ál. 2000).

Los beneficios de la reducción de sedimentos para el sector hidroeléctrico por la implementación de prácticas de control de la erosión aguas arriba también pueden ser valorados mediante el cálculo de los gastos evitados en las operaciones de dragado y mantenimiento de la planta, además del incremento de la vida útil de la maquinaria y del embalse. El cambio climático altera la cantidad, calidad y oportunidad de servicios de los ecosistemas. Estos cambios crean vulnerabilidades para aquellos individuos, comunidades y sectores que dependen estos servicios. Así mismo, los servicios ecosistémicos pueden ayudar a proteger a las comunidades de los estragos del clima.

### ***1.3.2 Cambio climático en Centro América – Nicaragua***

Aguilar et ál. (2005) en su análisis de los cambios climáticos en diferentes estaciones meteorológicas a lo largo de toda Centroamérica por el periodo 1961-2003 revela una variedad de cambios en los valores extremos de temperatura y precipitación.

En general, la región está sufriendo un calentamiento gradual, con cambios en las temperaturas extremas. Es poco probable que estas tendencias obedezcan completamente a las causas conocidas de la variabilidad natural del clima, por lo que se cree que estarían influenciadas por las pautas de calentamiento generado por GEI previstas por los modelos de cambio climático.

Las temperaturas máxima y mínima se han incrementado en 0,2 y 0,3 °C por década; y el número de días fríos presenta una disminución de 2,2 días por década. En cuanto a la precipitación, no se muestra una disminución en la cantidad anual, sin embargo, este mismo estudio menciona grandes variaciones en la intensidad de la precipitación lo cual indica que eventos de fuertes precipitaciones están incrementándose en la región (Aguilar et ál. 2005).

Así mismo, utilizando modelos climáticos bajo diversos escenarios de emisiones, se proyecta un aumento gradual de la temperatura y cambios en la distribución de la precipitación en Centroamérica lo cual trae como consecuencia variaciones en la calidad y oferta de recursos hídricos (Ramírez 2005). Se menciona también que las proyecciones al 2025 de estrés hídrico para Centroamérica, y especialmente para el Pacífico, indican un empeoramiento de la disponibilidad del recurso debido al efecto conjunto del cambio climático y factores demográficos (Vignola 2006).

En el caso específico de Nicaragua, los resultados de las simulaciones de patrones climáticos muestran importantes variaciones en temperatura, precipitación y nubosidad tanto en la vertiente pacífica como en la atlántica. Se observa para el año 2050 con un escenario moderado (IS-92d) que la precipitación media anual disminuirá en promedio 16,7%, mientras que la temperatura media anual aumentará 1,6 °C. Al mismo tiempo se espera que disminuya el campo nuboso medio en 7,6% (MARENA 2001).

### ***1.3.3 Adaptación al Cambio Climático***

El cambio climático comprende relaciones complejas entre procesos (climáticos, ambientales, económicos, políticos, institucionales, sociales y tecnológicos). La respuesta del

cambio climático se caracteriza por la adopción de decisiones en condiciones de incertidumbre y riesgo, lo que abarca cambios no lineales y/o irreversibles. La adaptación es una estrategia necesaria a todos los niveles como complemento de los esfuerzos de mitigación del cambio climático. La habilidad de los sistemas humanos de adaptarse y enfrentarse al CC depende de factores tales como la riqueza, la tecnología, la educación, la información, la pericia, la infraestructura, el acceso a los recursos y las capacidades administrativas (IPCC 2001).

La UICN (2001) define adaptación dentro del contexto de CC como una estrategia de manejo pensada para minimizar los efectos adversos del mismo, para aumentar la elasticidad de los ecosistemas vulnerables, y reducir el riesgo de daños producidos por cambios en el clima en seres humanos y sistemas ecológicos.

De manera más concisa, en el marco del proyecto Tropical Forests and Climate Change Adaptation (TroFCCA) la adaptación es considerada un proceso mediante el cual se desarrollan, se alimentan y se aplican las estrategias y las acciones enfocadas a evitar, moderar, hacer frente o aprovechar las consecuencias de los fenómenos climáticos.

Existe una diversidad de factores que afectan a la adaptación y la capacidad de adaptación: no sólo se basa en un contexto geográfico, sino también en condiciones sociales, políticas y en los decisores. La complejidad de la adaptación es provocada por múltiples escalas de interacción entre los seres humanos y los sistemas ambientales. Las soluciones locales no siempre son fácilmente escalables a otros niveles de toma de decisiones. La adaptación presenta enormes desafíos para la gobernanza, la ciencia y, en última instancia a la sostenibilidad de la sociedad y el medio ambiente de la que depende (Adger 2005).

### ***En el ámbito agrícola y pecuario***

En el ámbito agronómico, Bradshaw et ál. (2004) menciona que la adaptación se puede presentar de muchas formas y puede ser caracterizada de acuerdo a un conjunto de atributos tales como la intención (espontánea versus planificada), el calendario (reactiva, simultánea o anticipada), la duración (de corto versus largo plazo), la extensión espacial (localizada o generalizada), o la responsabilidad (por ejemplo, el gobierno, los productores, etc). Las posibles adaptaciones a nivel de finca a la variabilidad y el CC son muchas. Por ejemplo, los agricultores pueden adaptarse al CC tácticamente por las condiciones de modificación del calendario de siembra, el uso de insumos y la cosecha. También pueden adaptarse estratégicamente al alterar las prácticas de gestión de suelos, tales como la labranza o la

selección de tipos de cultivos o variedades, por la diversificación de sus empresas agrícolas, o la adquisición de seguros agrícolas (Bradshaw et ál. 2004).

Brooks et ál. (2005) describe un conjunto de indicadores que calibran la capacidad de adaptación y demuestra que la capacidad de adaptación está más asociada con indicadores de gobernanza, derechos civiles, políticos, y la alfabetización; que con medidas de riqueza.

Enfocándose en el SEH de reducción de sedimentación, este trabajo se concentrará en la implementación de estrategias de conservación de suelos como medida de adaptación al cambio climático previsto para la región.

#### ***1.3.4 Conservación de suelos***

En la conservación de los suelos se hace hincapié en la prevención, mitigación, y el control de la erosión y degradación de los suelos a través de la aplicación de medidas culturales, cobertura vegetal, y de gestión de la tierra o una combinación de estas medidas, para permitir que la estabilidad y la productividad del suelo se mantenga para las generaciones futuras (Napier et ál. 1999).

Como causa del uso inadecuado de la tierra dentro de una cuenca se incrementan los procesos de erosión que tienen repercusiones en el sitio como el empobrecimiento del suelo y la disminución gradual en el rendimiento de los cultivos, la pérdida de biodiversidad y la reducción de ingresos de los agricultores (Bassi 2002).

Como ejemplo de los beneficios de la conservación de suelos podemos nombrar el estudio de Bassi (2002) realizado en la micro cuenca San José en el estado de Santa Catarina, Brasil. En esta investigación se obtuvo como resultado que el correcto uso y gestión de la tierra aplicando prácticas de conservación de suelos generó importantes beneficios en el lugar, tales como: reducción de la erosión de los suelos, aumento de la productividad de los cultivos, mejora física, química y biológica de las condiciones del suelo y el aumento de las explotaciones agrícolas y los ingresos lo cual se traduce en una mejora de la calidad de vida de los agricultores. Así mismo, la concentración de sedimentos en suspensión en el río disminuyó en 69%, y los ahorros en el costo de tratamiento de agua para el suministro interno fueron de 2 445 US\$ por mes.

En las laderas de Centroamérica pueden utilizarse en un amplio número de prácticas para la conservación de suelos y agua. Estas se pueden dividir en obras físicas (acequias, barreras muertas), biológicas (barreras vivas, cultivos de cobertura) y sistemas de labranza

conservacionista (siembra al espeque, manejo de rastros) (PASOLAC 1999) con diversos beneficios para los agricultores y para la cuenca en su conjunto.

En el presente estudio se realiza un análisis de los determinantes de adopción de prácticas de conservación de suelos y una valoración de los costos asociados. La adopción de una nueva práctica en la finca va a depender de múltiples variables como veremos a continuación.

### ***1.3.5 Adopción***

La adopción intenta explicar las divergencias en el comportamiento de adopción entre los agentes económicos. Varios paradigmas pueden ser distinguidos en la teoría de la adopción. Adesina y Zinnah (1993) definen tres principales paradigmas: el paradigma de limitación económica, el paradigma de la innovación-difusión y el de la percepción del usuario.

#### ***Paradigma de las limitaciones económicas***

Algunos economistas suponen que los productores se esfuerzan para la maximización de los beneficios. Esto implica que cuando la innovación o la nueva tecnología se traduce en mayores beneficios, las familias campesinas "automáticamente" adoptan esta tecnología. La fuerza de este paradigma radica en la comprensión de la función de los cambios en los ingresos que motiva la innovación. Sin embargo, falla al no reconocer la heterogeneidad entre las preferencias de los agricultores (Upadhyay et ál. 2003 citado por Phosthumus 2005). Las familias campesinas tienen otros objetivos además de la maximización de los beneficios. Según Lipton (1982), las variables económicas no son las más importantes en la toma de decisiones de un agricultor en las economías campesinas, puesto que la pobreza, las enfermedades, el analfabetismo, la cultura, y el acceso limitado a las instituciones transforman las prioridades y limitan las oportunidades del agricultor. La mayoría de los estudios económicos sobre la adopción, por lo tanto, utilizan la maximización de la utilidad para explicar el comportamiento de las familias campesinas.

#### ***El paradigma de innovación-difusión***

La adopción en el contexto de grupo o sociedad se mide como el número de personas que adoptan una nueva idea en un período de tiempo determinado (Rogers 1995). El acceso a

la información acerca de una innovación es el factor clave que determina la adopción de decisiones según este paradigma. La innovación se supone como apropiada, y el problema de la adopción de tecnología se reduce a comunicar la información sobre la tecnología a los posibles adoptantes (Adesina y Zinnah 1993). Como el conocimiento se extiende en el tiempo, la nueva tecnología es adoptada en mayor escala.

La tasa de adopción, definida como número de personas que adoptan entre el número total de personas del grupo; depende de los atributos y tipo de tecnología o innovación, del canal de comunicación, de la naturaleza del sistema social, y de los esfuerzos de promoción (Rogers 1995).

Sobre los atributos de las innovaciones Rogers (1995) enumera cinco, los cuales ayudan a determinar la rapidez con que se adopten, asimismo, indica que para comprender plenamente la adopción se deben tener en cuenta dichos atributos. Estos son:

- Ventaja relativa.- definida en términos de rentabilidad económica, bajo costo, prestigio, ahorro de tiempo y esfuerzo.
- Compatibilidad.- compatibilidad con los valores, creencias, con ideas anteriores, con las necesidades.
- Complejidad.- la complejidad es el grado en que una innovación es difícil de entender o de usar.
- *Trialability*.- Rogers lo define como el grado en que una innovación puede ser ensayada de forma limitada o temporal.
- Visibilidad.- es el grado en que los resultados de la innovación son visibles para otros.

La complejidad de una innovación, tal como se percibe por los miembros del sistema social, tiene una relación negativa con la tasa de aprobación (mayor complejidad, menor adopción), a diferencia del resto de atributos que presentan una relación positiva con la tasa de aprobación. Sobre el tipo de innovación, se refiere a que las innovaciones pueden ser adoptadas por personas u organizaciones. Mientras mayor número de personas tienen que decidir si adoptar una innovación, más tarda la decisión de adopción. A cerca de los canales de comunicación, una innovación que es objeto de publicidad a través de medios de comunicación de masas se adoptará más rápidamente que una innovación que se propaga de boca en boca. Con “la naturaleza del Sistema Social” Rogers señala que hay muchas características de un sistema social que afectan a la rapidez con que se adopte una innovación

o tecnología, por ejemplo, cómo están conectadas las personas en la población y las normas que rigen la comunicación entre ellas (Rogers 1995).

### ***Paradigma de percepción del usuario***

En caso de la gestión de los recursos naturales, o más específicas del suelo y la conservación del agua, las innovaciones están a menudo más orientadas a la parte ambiental (es decir, benefician a la conservación) que a los beneficios económicos. Las actitudes y percepciones juegan un papel importante en la toma de decisiones de adoptar tecnologías ambientales además de las consideraciones económicas. Para explicar plenamente el comportamiento de adopción, cualquier modelo del proceso de adopción debe incluir las actitudes, motivaciones y percepciones. Antes de tomar una acción, el agricultor hace un análisis interior sopesando las ventajas y desventajas personales relacionadas con la decisión de conservación. Este análisis interno está determinado por los valores humanos, que pueden variar por cada persona (Lynne et ál.. 1988, citado por Phostumus 2005).

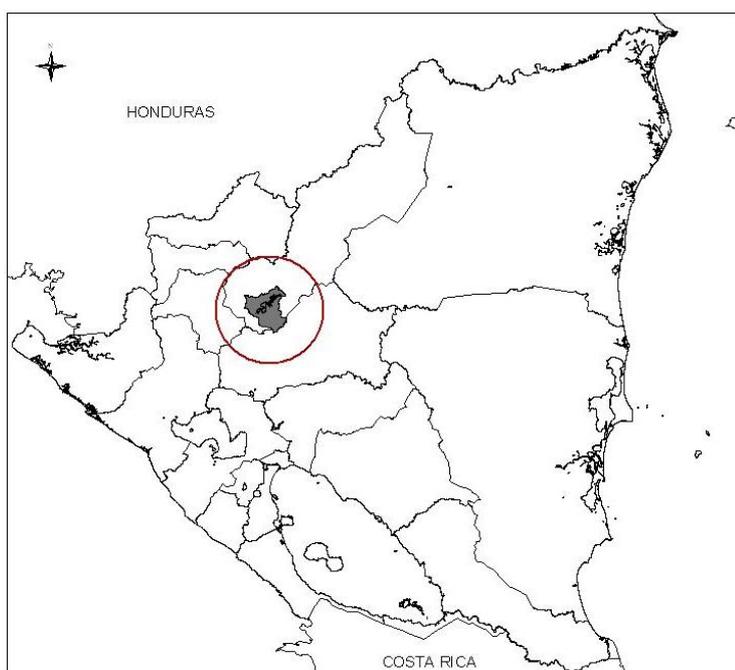
Ervin y Ervin (1982) trataron de conceptualizar el proceso de toma de decisiones hacia las prácticas de conservación del suelo. Este proceso comienza por el reconocimiento de que existe un problema de erosión. Esta percepción se ve influenciada por factores personales (capital humano), así como factores físicos de la tierra (capital físico) y los factores institucionales (sensibilización). La segunda etapa es la decisión en sí misma para aplicar prácticas de PCS. Además de los factores que influyen en la percepción, también las consideraciones económicas empiezan a desempeñar un papel. En la etapa final, el esfuerzo de PCS es determinante. Los mismos factores influyen en el esfuerzo, pero de una manera diferente de lo que influyen en la decisión de utilizar una tecnología de conservación de suelos (Ervin y Ervin, 1982).

## ***1.3.6 Lugar de estudio***

### **1.3.6.1 Ubicación geográfica**

El presente estudio se llevó a cabo en la cuenca del Lago de Apanás, ubicada en la parte central de Nicaragua. Según la División Político-Administrativa del país, el área que conforma la Cuenca del Lago de Apanás, en casi su totalidad pertenece al municipio de Jinotega. En menor medida, es compartida y representada por la participación territorial de

algunas comunidades pertenecientes a los municipios de San Rafael del Norte, Pantasma y Matagalpa. De acuerdo con los datos del VIII Censo de población 2005, el departamento de Jinotega es el tercero del país en extensión y cuenta con 33 335 habitantes, lo cual representa el 6,4% de la población nicaragüense (CABAL 2008).



*Figura 1. Mapa de Nicaragua mostrando la ubicación de la cuenca de Apanás.*

El lago de Apanás es un embalse artificial creado en el 1964 a cargo de HIDROGESA, institución pública nicaragüense a cargo del mantenimiento y el desarrollo del sector hidroeléctrico en Nicaragua.

La cuenca tiene una extensión de 587 km<sup>2</sup> incluyendo los espejos de agua, con área de drenaje de 549,4 donde se encuentran 18 ríos tributarios principales de los cuales el Río Jigüina posee la mayor área de drenaje con el 33% del área total (ASAAN 2006).

### **1.3.6.2 Aspectos biofísicos**

El lago Apanás se encuentra a una altura ligeramente superior a los 900 msnm y climáticamente se ha considerado como una zona con clima de sabana tropical modificado o sabana tropical de altura (Köppen).

Presenta una época lluviosa de Mayo a Noviembre, y una época seca de Diciembre a Abril. La precipitación media anual es de 1 677 mm, dentro de un rango entre 1 250 mm al oeste y más de 2 000 mm al Norte y Sur - Este. La temperatura media anual es de 21° C con una oscilación de 21°C – 23°C en promedio (ASAAN 2006).

La pendiente de los suelos a lo largo de la cuenca es muy escarpada. Este relieve montañoso es vulnerable a procesos diluviales y gravitacionales generando un ambiente propicio para la erosión, deslizamientos y otros procesos degradantes, con la consecuente pérdida de suelos, nutrientes, y la acumulación de sedimentos en las zonas bajas (CABAL 2008). Geomorfológicamente, la cuenca de Apanás se encuentra ubicada en la Provincia Tierras Altas del Interior, y la define un relieve irregular, abrupto, y con elevaciones que sobrepasan los 1500 m.s.n.m. Se pueden distinguir dos zonas locales: la zona montañosa, representada por una serie de elevaciones considerables, con un área fuertemente escarpada, con pendientes mayores a 50%; y una zona suavemente escarpada u ondulada, con pendientes entre 15-30%. Al pie de las montañas se desarrolla una zona amplia con relieve suavemente ondulado a plano, con pendientes de 0 -15%, donde se encuentra el lago Apanás (ASAAN 2006).

Los suelos predominantes en la cuenca son del tipo, molisoles, alfisoles, ultisoles y entisoles (NORAD, INETER 2000).

### *Uso del suelo*

La cuenca muestra un creciente uso de sistemas anuales y cultivos en limpio, principalmente granos básicos, café y pastos. La producción hortícola es intensa especialmente al noroeste del lago, lo que repercute en altas tasas de vertido de residuos conteniendo agroquímicos al lago. Las actividades agrícolas y la producción pecuaria se extienden a expensas del bosque y de los suelos de vocación forestal, aumentando la escorrentía superficial y la degradación de los suelos (Viteri y Logo-Briones 2005). En el documento “Plan de manejo para la conservación y uso racional de la cuenca del humedal Lago Apanás-Asturias” (2006) se destaca que no existe una adecuada reposición del recurso forestal ni un sistema de vigilancia que controle el avance agropecuario y los incendios forestales en la cuenca.

### ***Cuadro 1. Uso actual del suelo del área de estudio***

Fuente: Plan de Manejo – Estudio de Uso Actual y Potencial de los Suelos (ASAAN 2006)

<b>Uso del suelo</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Actividad agropecuaria	44002,8	75,14%
Asentamientos humanos	1850,5	3,60%
Vegetación boscosa	7484,1	12,78%
Lago Apanás	5223,6	8,90%

Estas cifras reflejan el alto grado de perturbación del paisaje natural en la cuenca, lo cual indica que ha sido fuertemente intervenida producto del avance de la frontera agrícola.

El análisis del uso del suelo por un período de 21 años (de 1984 a 2006) muestra la presión ejercida sobre la vegetación natural, existiendo durante este período una disminución de 22% de la vegetación boscosa, un aumento de 65% en áreas de cultivos anuales y una reducción de 10% en el área de cultivos perennes (ASAAN 2006).

Viteri y Logo-Briones (2005) mencionan que los nutrimentos utilizados en los cultivos son obtenidos naturalmente a través de la quema y roza de vegetación y por la descomposición de materia orgánica, más que su almacenamiento en el suelo lo cual indica una baja fertilidad de los suelos y un potencial limitado para el crecimiento de cosechas. Además, resaltan que el uso inapropiado del suelo genera altas tasas de erosión, encontrándose el 11% de los suelos del municipio de Jinotega bajo la categoría de erosión Leve, 85% bajo la categoría de erosión Moderada, y 4% bajo la categoría de erosión Fuerte y Severa.

#### **1.3.6.3 Aspectos Socioeconómicos**

Muchos de los aspectos socioeconómicos presentados en este documento se refieren al municipio de Jinotega, el cual cubre más del 70% del área de la cuenca y nos permite identificar la situación del lugar.

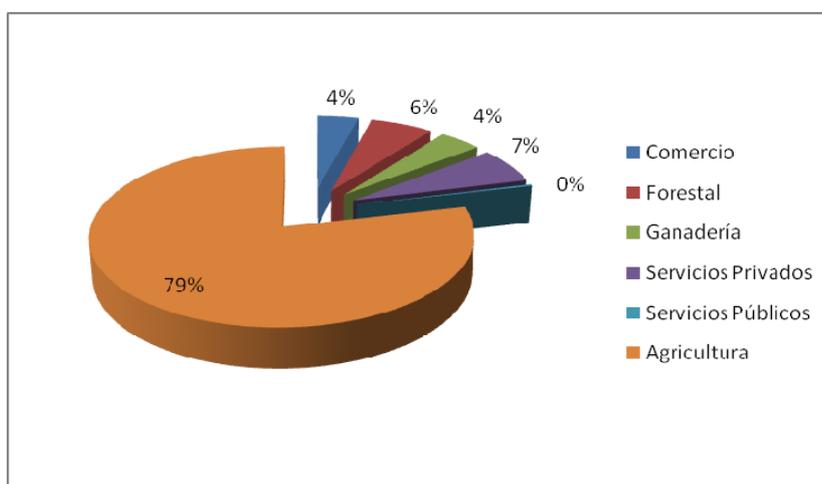
#### ***Población***

La población que se estima para la cuenca para el 2008 es de 94,003 habitantes, distribuida en 38 barrios de la ciudad de Jinotega, (41 625 habitantes) y 65 comunidades del municipio de Jinotega, 8 de San Rafael del Norte, 5 de Santa Maria de Pantasma, 8 de Matagalpa y 2 de El Tuma - La Dalia (CABAL 2008). Un 50,9 % corresponde al sexo

masculino y el 49,1% al sexo femenino. Así mismo, el 49,74% de la población se ubican en los grupos de edades 0-14 y la población rural bordea el 82 % (INEC 2006, ASAAN 2006).

### ***Principales actividades económicas***

El diagnóstico realizado por la Alcaldía Municipal de Jinotega y el Centro Humboldt (2007) dentro del proyecto de Gestión del Riesgo identificó para el municipio de Jinotega, que la población local labora mayormente en la agricultura, le siguen en importancia los servicios privados, los aspectos forestales, la ganadería, el comercio y por ultimo los servicios públicos.



Fuente: ALJIN/C.Humboldt 2007.

*Figura 2. Actividades productivas de la PEA en Jinotega.*

La actividad agrícola está bastante generalizada en la cuenca, representando casi el 80% de las actividades productivas de la población económicamente activa y extendiéndose en aproximadamente 75% de la cuenca (área de uso agrícola, Cuadro 1).

### ***Actividad Agrícola***

Según datos reportados en el Plan de Desarrollo Departamental del 2005, en este entonces el departamento aportaba el 4,5% del Producto Interno Bruto, y reunía el 8,1% de la superficie agropecuaria censada a nivel nacional, destacándose como actividad principal la caficultura, que tiene todavía aquí su mayor desarrollo a nivel nacional, junto con el departamento de Matagalpa. También la siembra de granos básicos asume en Jinotega el segundo lugar a nivel nacional.

El café cubre alrededor del 56% del área sembrada en la cuenca. A excepción de los distritos 7 y 8 (Los Chagüites y El Cacao) que no reportan área de cafetales, los demás distritos lo siembran. El área total sembrada, alrededor de la cuenca del lago Apanás se estima en 14 893 mz, con rendimiento promedio de 33,4 qq/mz y una producción estimada de 497 744 qq al año. Sigue en importancia al café, la producción de granos básicos (maíz, sorgo, millón y frijol) que cubren el 29% del área sembrada reportada. De la producción, alrededor del 50-60% se destina al consumo por parte de las familias productoras y el restante se destina a la venta para la obtención de otros productos que no se desarrollan en la finca. A la producción de granos le sigue en importancia la producción de hortalizas, la que se realiza de forma intensiva (todo el año, escalonadamente); esta producción es la que mas incide en la erosión del suelo, ya que todo el año se realiza la remoción de suelos desbaratando los terrones y dejando el suelo expuesto, propiciando el arrastre y acumulación de sedimentos.

**Cuadro 2. Distribución del área agrícola en la cuenca**

<b>Uso Agrícola</b>	<b>Mz</b>	<b>Ha</b>	<b>%</b>
Café	14 893	10 637	56%
Granos	9 478	6 770	35%
Cucurbitáceas	4	2,85	0%
Hortalizas	1 309	935,53	4%
Raíces y tubérculos	661	472,14	2%
Total	26 345	18 818	100

### ***Ganadería***

ALJIN/C. Humboldt (2007) estimaron para el área de la cuenca que 16 642 mz (11,887ha) son utilizadas para la ganadería, soportando un total de 17,896 cabezas de ganado, de los cuales 13 822 cabezas (77%) es ganado de crianza y 3 750 (20%) es ganado para engorde, con una carga animal de 1,5 cabezas/ha, lo que indica que prácticamente es un manejo extensivo.

### ***Sistemas Forestales***

La silvicultura como practica productiva aun no está desarrollada en la zona (CABAL 2007). La mayor parte del área boscosa se concentra en las fincas con áreas mayores de 100 manzanas ya que a medida el tamaño de finca se reduce, tienen menos área disponible para

bosque y la dedican a otros rubros. Según datos de ASAAN (2006), la cuenca del Lago de Apanás – Asturias posee una cobertura forestal cercana al 13% del total del área, estimándose unas 10021 mz (7157 has) y está conformado por bosque latifoliado, pinares y bosques en crecimiento (regeneración natural o reforestación).

### ***Pesca***

Según los datos del Estudio Embalses de Nicaragua, alrededor de 8 comunidades que se ubican alrededor de la cuenca del lago Apanás y en algunos de sus principales afluentes se dedican, además de la producción agropecuaria, a la pesca de manera artesanal. Se calcula una extracción de 471 312 libras de pescado al año.

## **1.4 DESCRIPCION DE LOS CAPITULOS**

El presente estudio se divide en tres capítulos respondiendo a cada uno de los objetivos específicos. El primero analiza los determinantes económicos y sociales de la adopción de prácticas de conservación de suelos; el segundo examina aspectos del comportamiento de los agricultores ante el riesgo de ser afectados por eventos climáticos con consecuencias negativas para la producción mediante experimentos económicos de campo; y finalmente en el tercer capítulo se realiza una estimación de la rentabilidad y los costos de manejo y cambio de uso del suelo, obteniendo los costos de provisión del servicio ecosistémico de retención de sedimentos ya sea mediante la implementación de PCS o por el mantenimiento de las áreas cubiertas de bosque. Los resultados de esta investigación esperan dar aportes para el diseño de políticas orientadas a mejorar el manejo y uso del suelo, así como la reducción de la vulnerabilidad de la cuenca al cambio y variabilidad climática.

## 1.5 BIBLIOGRAFÍA

- Adesina, A.A; Zinnah, M.M. (1993) Technology characteristics, farmers' perceptions and adoption decisions: a Tobit model application in Sierra Leone. *Agricultural Economics* 9:297-311.
- Adger 2005. Adapting to climate change: perspectives across the scales. *Global Environmental Change* 15 (2005) 75–76
- Aguilar, E; Peterson, T. C; Ramírez Obando, P; Frutos, R; Retana, J; Solera, M; Soley, J; González García, I; Araujo, R; Santos, R; Valle, V; Brunet, M; Aguilar, L; Álvarez, L; Bautista, M; Castañón, C; Herrera, L; Ruano, E; Sinay, J; Sánchez, E; Hernández Oviedo, G; Obed, F; Salgado, J; Vázquez, J; Baca, M; Gutiérrez, M; Centella, C; Espinosa, J; Martínez, D; Olmedo, B; Ojeda Espinoza, E; Núñez, R; Haylock, M; Benavides, H; Mayorga, R. 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *Journal of Geophysical Research* (110) 10.1029/D006119
- AIACC-LA06. 2006. Impacts and adaptation to climate change and extreme events in Central America. Central America Integration System (SICA), Regional Committee on Hydraulic Resources (CRRH), University of Costa Rica (UCR), Geophysical Research Center (CIGEFI-UCR). 125 p.
- ALJIN (Alcaldía de Jinotega) y Centro Humboldt. 2007. Proyecto de Gestión de Riego en el departamento de Jinotega. Nicaragua.
- ASAAN (Asociación Ambientalista Audubón de Nicaragua) 2006. Plan de manejo para la conservación y uso racional de la cuenca del humedal Lago Apanás-Asturias. Sitio Ramsar N°1137. Managua, Nicaragua. 351 p.
- Bradshaw, B; Dolan, H; Smit, B. 2004. Farm-level adaptation to climatic variability and change: crop diversification in the Canadian prairies. *Climatic Change* (67): 119-141
- Bassi, L. 2002. Valuation of land use and management impacts on water resources in the Lajeado São José micro-watershed Chapecó, Santa Catarina State, Brazil. 18 p.
- CABAL 2008. Informe de Evaluación Socioeconómica, Productiva y Ambiental del territorio de la Cuenca Hídrica de los Lagos de Apanás y Asturias. Estudio del ordenamiento ambiental del territorio y manejo de la cuenca hídrica: lagos Apanás y Asturias.. ENEL (Empresa Nicaragüense de Electricidad). 120 p.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe) 2006. Nicaragua: evolución económica durante 2006 y perspectivas para 2007. LC/MEX/L.797. 37 p.

- \_\_\_\_\_. 2007. Istmo centroamericano: estadísticas del subsector eléctrico: Datos actualizados a 2006. LC/MEX/L.809. 81 p.
- CNE (Comisión Nacional de Energía) 2005. Plan indicativo de la generación del sector eléctrico periodo 2005 – 2016. Managua, Nicaragua. 28 p.
- Costanza R; d'Arge R; de Groot R; Farber S; Grasso M; Hannon B; Limburg K; Naeem S; O'Neill R; Parvelo J; Raskin RG; Sutton P; van den Belt M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*. Vol 387 (6630). p.253-260
- Daily, G. 1997. *Nature's services*. Island Press, Washington DC. 392 p.
- Goldmana, R; Thompsonb, B; Daily, G. 2007. Institutional incentives for managing the landscape: Inducing cooperation for the production of ecosystem services. *Ecological Economics*
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) 2006. VIII Censo de Población 2005 y VI de Vivienda. Gobierno de Nicaragua.
- IPCC (Intergubernamental Panel on Climate Change) 2000. Escenario de emisiones: Informe especial del Grupo de trabajo III del IPCC. Resumen para responsables de políticas. 27 p
- \_\_\_\_\_. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. McCarthy, J. Canziani, O. Leary, A. Dokken, D. y S. White, K. Eds. Cambridge University Press, UK. 1000 p.
- Leguía, E.J. 2007. Identificación de bosques importantes proveedores de servicios ecosistémicos para la generación de hidroelectricidad en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 135 p.
- Lipton, M. (1982) *Game against nature: theories of peasant decision-making*. In: J. Harris (ed.) *Rural development, theories of peasant economy and agrarian change*. London, Routledge. 258-268.
- MARENA (Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales), PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo). 2001. Primera comunicación nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Managua, Nicaragua. 125 p.
- \_\_\_\_\_. 2003. Estado del ambiente en Nicaragua 2003. II informe GEO. Managua. Nicaragua. 189 p.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. Washington. DC. 155

- Napier, T; Napier, S; Tvrdon, J.1999. Soil and Water Conservation Policies and Programs. Nature. 640 p.
- NORAD (Agencia Noruega para la Cooperación y el Desarrollo) INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 2000. Mapas del estudio de ordenamiento territorial municipio de Jinotega. Managua, Nicaragua.
- Pagiola, S. 2002. Payments for environmental services. Environment department World Bank. EU. 4 p.
- Pagiola, S; Angostini, P; Gobbi, J; Haan, C; Ibrahim, M; Murgueito, E; Ramírez, E; Rosales, M; Ruiz, J. 2004. Pago por servicios de conservación de la biodiversidad en paisajes agropecuarios. Environmental economics series. The World Bank. Paper n°. 96.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 1999. Guía técnica de conservación de suelos y agua. Serie técnica N° 17. 30 p.
- Posthumus, H. 2005. Adoption of terraces in the Peruvian Andes. Doctoral Thesis Wageningen University. 216 p.
- Ramírez, PO. 2005. Climate, Climate Variability and Climate Change in Central America: Review of experiences, actors and needs in tropical forest climate change vulnerability and adaptation in Central America.Consultancy Report. Turrialba, Costa Rica. 52 p.
- Rogers, EM. 1995. Diffusion of innovations. New York: Free Press. 519 p.
- Schlager, E. 1995. Policy making and collective action: Defining coalitions within the advocacy coalition framework. Policy Sciences. 28:243-270.
- Smit, B; Wandel, J. 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. In Global Environmental Change 16: 282–292
- Southgate, D; Macke, R. 1989. The Downstream Benefits of Soil Conservation in Third World Hydroelectric Watersheds. *In* Land Economics 65(1): 38-48.
- Susswein, P; Noordwijk , M; Verbist, B. 2000. Forest watershed functions and tropical land use change. International Centre for Research in Agroforestry. ICRAF. Bogor, Indonesia. 28 p.
- Viteri, A; Logo-Briones, T. 2005. Perfil detallado de manejo forestal de la cuenca hídrica del Río Viejo. Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL). Nicaragua. 64 p.
- Vignola, R. 2006. Importancia de los bosques para la adaptación de la sociedad al cambio climático. Documento de respaldo para la primera reunión del Proyecto TroFCCA (Bosques Tropicales y Adaptación al Cambio Climático) Grupo cambio global, CATIE. 4p.

## **2 CAPITULO I: Determinantes económicos y sociales de la adopción de prácticas de conservación de suelos en un contexto de cambio climático en la cuenca de Apanás, Nicaragua**

Palabras claves: adaptación al cambio climático, erosión, lago de Apanás, percepción de riesgo, servicio ecosistémico hídrico.

### **RESUMEN**

Las prácticas de conservación de suelos (PCS) se plantean como una estrategia de adaptación del sector agrícola frente al cambio y variabilidad climática prevista para la región de Centroamérica. En este contexto, la presente investigación analiza la adopción de PCS en productores agrícolas en la cuenca de Apanás, zona prioritaria en Nicaragua por el flujo de servicio ecosistémico hídrico (SEH) que brinda al sector hidroenergético. Se realizaron un total de 225 encuestas durante los meses de mayo, junio y julio del 2008 en 30 comunidades de la cuenca para analizar factores sociales, características de la finca, factores económicos y percepciones de los agricultores sobre el cambio climático y la erosión del suelo. Se realizó un análisis mediante tablas de contingencia con el estadístico  $\chi^2$ , regresión logística y regresión de Poisson para encontrar las variables relacionadas a la adopción e incremento en número de PCS. Se encontró una relación positiva significativa con las variables nivel educativo, propiedad, y percepciones relacionadas al retraso de la temporada de lluvias y quienes piensan que la agricultura es el principal factor causante de erosión. Por el contrario no se encontró relación significativa con variables como género, edad, tamaño de la familia y rentabilidad. El tipo de cultivo refleja una influencia significativa en la adopción de PCS siendo los más relacionados el café y las hortalizas.

Por otro lado, la diversificación de la producción y la formación de capital humano son instrumentos eficaces para aumentar la adopción y la diversificación de PCS en las fincas. Por lo tanto, los esfuerzos de los planes de desarrollo deberán prestar especial atención en estos factores.

## 2.1 INTRODUCCION

La degradación de los suelos ha sido identificada como uno de los problemas más serios a nivel ecológico y económico que enfrentan los países tropicales (Bayard et ál. 2006). Un problema asociado al uso de la tierra es la erosión del suelo, proceso que puede agudizarse a causa de factores climáticos. En contraparte, la reducción de la sedimentación o retención de suelo se concibe como un servicio ecosistémico que otorga beneficios a los productores agrícolas y, al mismo tiempo, contribuye a la sostenibilidad del sector hidroeléctrico (IPCC 2001, MEA 2005).

La oferta del SEH de reducción de sedimentación se potencia por parte de los agricultores al adoptar mejores prácticas agrícolas y de conservación de suelos. Los beneficios dentro de la finca pueden ser el mantenimiento de la fertilidad y niveles de producción y control de la humedad en el suelo; y los beneficios fuera de la finca involucran una mayor vida útil de las maquinarias y gastos evitados de dragado de los embalses para generación de hidroelectricidad, entre otros. Existen indicadores que demuestran que muchos beneficios de los SEH en países en desarrollo están siendo perdidos a causa de la erosión del suelo. La sedimentación asociada ha eliminado gran parte de la capacidad de los embalses creados durante los años 1940-1990 (Southgate & Macke 1989).

Las investigaciones de los factores que afectan la adopción y el uso de prácticas de conservación de suelos (PCS) se iniciaron la mayoría en la década de 1950 (Illukpitia y Gopalakrishnan 2004). Algunos investigadores utilizan modelos de elección binaria para medir la probabilidad de los agricultores a la adopción de PCS (Rahm y Huffman 1984; Lee y Stewart 1983 citados por Bayard 2006; Traoré et ál. 1998), otros investigadores evalúan el nivel de aprobación mediante el número de prácticas utilizadas en la finca, y la aprobación de tecnologías de conservación de suelos medida por medio de los gastos realizados para su instalación (Norris y Batie 1987).

Muchos de los programas de conservación de suelos aplicado en el pasado no han dado los resultados esperados en la reducción de la erosión. Todavía hay una notable diferencia entre las expectativas de los agricultores y las de los agentes ejecutores de los programas. La razón principal de no cumplir las expectativas del agricultor puede ser la carencia de entendimiento de su comportamiento real en relación con la toma de decisiones en la conservación de suelo. Esta toma de decisiones es en gran medida resultado del

comportamiento de agricultores individuales lo cual está regulado tanto por factores internos como por factores externos (Illukpitiya y Gopalakrishnan 2004).

Los principales factores en el proceso de toma de decisiones de cada uno de los agricultores se pueden clasificar en: personales, económicos, institucionales, físicos y grupales. Cada factor individual o una combinación de éstos podrían influir en el proceso final de toma de decisiones sobre si invertir o no en la conservación del suelo (Illukpitiya y Gopalakrishnan 2004).

Investigaciones como las de Taore et ál. (1998) y Norris y Bartie (1987) encuentran una relación significativa positiva entre la percepción de los agricultores sobre la degradación del medio ambiente y sus actitudes hacia la conservación, resaltando la influencia de la percepción del agricultor frente a la erosión del suelo. Por otro lado, también se debe tener en cuenta que a pesar que los agricultores pueden estar conscientes de los problemas ambientales relacionados con la producción agrícola, pueden estar menos propensos a cambiar sus prácticas producción para conservar el suelo en el caso que la adopción de nuevas prácticas ponga en peligro la viabilidad económica de su empresa (Napier y Brown 1993).

La rentabilidad de las prácticas de conservación es una condición necesaria pero no siempre condición suficiente para su aprobación (Lutz et ál. 1994), inclusive en algunos casos los factores sociales pueden superar las consideraciones económicas (Clearfield y Osgood 1986). Factores que no sean estrictamente de costo-beneficio también juegan un papel considerable (Van Kooten, Weisensel y Chinthammit 1990; Murray 1994, citado por Lutz et ál. 1994). La mayoría de las veces, los aspectos institucionales (como la tenencia de la tierra y el acceso al crédito) y la ética de conservación de los agricultores deben ser considerados junto con los resultados de los análisis costo-beneficio.

Otros estudios, como el de Bayard et ál. (2006), demuestran que las características personales de los agricultores, los factores institucionales (tales como la pertenencia a un grupo local y la capacitación en conservación de los suelos), el ingreso per cápita y el tamaño de la finca influyen en la adopción de PCS. Variables similares indica Illukpitiya y Gopalakrishnan (2004) en su estudio con agricultores de Sri Lanka.

En esta investigación, la adopción se define como la aplicación de una nueva tecnología para conservación de suelos en la finca. La adopción de una tecnología para conservación de recursos naturales como las PCS, son diferentes de la adopción de insumos agrícolas como fertilizantes. La adopción de una tecnología de conservación de suelos puede

verse como una decisión a largo plazo mientras que, por ejemplo, aplicar insumos agrícolas se realiza en una escala temporal de corto plazo (Caswell et ál. 2001).

El presente estudio se desarrolla en la cuenca del lago de Apanás, embalse artificial creado en el 1964 para abastecer a la planta hidroeléctrica Centroamérica - y en parte también abastecer a la planta Santa Bárbara. Estas son las dos únicas plantas hidroeléctricas actualmente en funcionamiento en Nicaragua, que producen cerca del 14% de la energía total del país (CEPAL 2006). La investigación pretende analizar las variables involucradas en el proceso de adopción de PCS en la cuenca con el objetivo de reducir los niveles de sedimentos vertidos al embalse. Por lo tanto, las PCS consideradas son las que cumplan la función de reducción de sedimentos.

### **¿Por qué analizar los determinantes de adopción de prácticas de conservación de suelos?**

Los escenarios de cambio climático para la región proyectan un aumento en los patrones de temperatura, y mayor intensidad de precipitación y escorrentía (Ramírez 2005, AIACC-LA 2006), los cuales incrementan los procesos erosivos siendo determinante la adaptación de la cuenca para contrarrestar estos efectos. Bajo este contexto, las estrategias de conservación de suelos pueden disminuir los efectos negativos, reteniendo los suelos y reduciendo el nivel de sedimentos.

El uso del suelo se ve influenciado por diversos factores de decisión. Identificar estos factores es trascendental para entender el comportamiento de la sociedad frente a una situación específica, en este caso, a la decisión de adopción de PCS. Tener un acercamiento de los factores determinantes de adopción de prácticas de conservación de suelos ayudará a formular políticas orientadas a lograr una incidencia exitosa en los procesos de adaptación de la cuenca.

La investigación se realizó en la cuenca del lago Apanás por ser una zona prioritaria para la generación de hidroelectricidad en el país y por presentar características que la hacen vulnerable al CC previsto tales como la topografía, aspectos socioeconómicos, uso del suelo, erosión estimada como moderada y alta (Viteri y Logo Briones 2005), entre otras. Por otro lado, la presencia de organizaciones gubernamentales, no gubernamentales y campesinas es un factor importante de las acciones en conjunto que se implementan en la cuenca y como probable influencia en la adopción de PCS.

Por lo tanto, esta investigación pretende contribuir al conocimiento de los determinantes que influyen en la adopción de PCS que reduzcan la vulnerabilidad de la cuenca

al cambio climático. Para ello debemos identificar y evaluar las principales variables económicas y sociales relacionadas con la adopción de prácticas de conservación de suelos en la cuenca de Apanás.

## **2.2 METODOLOGIA**

### ***2.2.1 Área de Estudio***

La cuenca del Lago de Apanás se ubica en la parte central de Nicaragua. El área que conforma la cuenca, en casi su totalidad, pertenece al municipio de Jinotega. El departamento de Jinotega es el tercero del país en extensión y cuenta con 33 335 habitantes, lo cual representa el 6,4% de la población nicaragüense (CABAL 2008, INEC 2006).

El lago de Apanás es un embalse artificial creado en el 1964 a cargo de HIDROGESA, institución pública nicaragüense a cargo del mantenimiento y el desarrollo del sector hidroeléctrico en Nicaragua. La cuenca tiene una extensión de 587 km<sup>2</sup> incluyendo los espejos de agua, con área de drenaje de 549,4 donde se encuentran 18 ríos tributarios principales de los cuales el Río Jigüina posee la mayor área de drenaje con el 33% del área total (ASAAN 2006). El lago se encuentra a una altura ligeramente superior a los 900 msnm y climáticamente se ha considerado como una zona con clima de sabana tropical modificado o sabana tropical de altura (Köppen).

La pendiente de los suelos a lo largo de la cuenca es muy escarpada. Este relieve montañoso es vulnerable a procesos diluviales y gravitacionales generando un ambiente propicio para la erosión, deslizamientos y otros procesos degradantes, con la consecuente pérdida de suelos, nutrientes, y la acumulación de sedimentos en las zonas bajas (CABAL 2008). La cuenca presenta un creciente uso de sistemas anuales y cultivos en limpio, principalmente granos básicos, café y pastos (Cuadro 1, pág. 13). Las actividades agrícolas y la producción pecuaria se extienden a expensas del bosque y de los suelos de vocación forestal, aumentando la escorrentía superficial y la degradación de los suelos (Viteri y Logo-Briones 2005).

El análisis del uso del suelo por un período de 21 años (de 1984 a 2006) muestra la presión ejercida sobre la vegetación natural, existiendo durante este período una disminución de 22% de la vegetación boscosa, un aumento de 65% en áreas de cultivos anuales y una reducción de 10% en el área de cultivos perennes (ASAAN 2006). Estas cifras reflejan el alto grado de

perturbación del paisaje natural en la cuenca, lo cual indica que ha sido fuertemente intervenida producto del avance de la frontera agrícola. Así mismo, Viteri y Logo-Briones (2005) resaltan que el uso inapropiado del suelo genera altas tasas de erosión, encontrándose el 11% de los suelos del municipio de Jinotega bajo la categoría de erosión Leve, 85% bajo la categoría de erosión Moderada, y 4% bajo la categoría de erosión Fuerte y Severa.

La población que se estima para la cuenca para el 2008 es de 94 003 habitantes (INEC 2006). El diagnóstico realizado por la Alcaldía Municipal de Jinotega y el Centro Humboldt (2007) dentro del proyecto de Gestión del Riesgo identificó para el municipio de Jinotega, que la población local labora mayormente en la agricultura (79%), le siguen en importancia los servicios privados (7%), los aspectos forestales (6%), la ganadería (4%), el comercio (4%), y por ultimo los servicios públicos.

La actividad agrícola está bastante generalizada en la cuenca, representando casi el 80% de las actividades productivas de la población económicamente activa y extendiéndose en aproximadamente 75% de la cuenca (área de uso agrícola, Cuadro 1). Según datos reportados en el Plan de Desarrollo Departamental del 2005, en este entonces el departamento aportaba el 4,5% del Producto Interno Bruto, y reunía el 8,1% de la superficie agropecuaria censada a nivel nacional, destacándose como actividad principal la caficultura, que tiene todavía aquí su mayor desarrollo a nivel nacional, junto con el departamento de Matagalpa. También la siembra de granos básicos asume en Jinotega el segundo lugar a nivel nacional.

### ***2.2.2 Modelo de adopción***

Es difícil que exista uniformidad en la adopción, así como en la utilidad de cada uno de los hogares agrícolas y los factores que limitan las diferencias entre grupos socioeconómicos y en el tiempo (Feder et ál. 1982, citado por Posthumus 2005). El estudio de la adopción, por lo tanto, trata de determinar el impacto de diversos factores en la decisión de adopción mediante la estimación de modelos empíricos sobre el comportamiento de los tomadores de decisiones. El valor teórico o modelo empírico para explicar el comportamiento de adopción depende de la elección de la variable dependiente y los datos disponibles.

#### ***Elección de la variable dependiente***

La adopción de PCS se ha analizado de diversas maneras en diferentes modelos teóricos. La variable dependiente refleja la adopción de estas medidas y oscila entre una variable binaria

(o dicotómica) a una variable continua como el esfuerzo o la intensidad de uso (Lynne et ál. 1988). Una variable dicotómica es pertinente en caso de innovaciones no divisibles (como la compra de un tractor o no). Sin embargo, información importante sobre el comportamiento de adopción podría perderse (Lynne et ál. 1988). Esto hace imposible la predicción. En el caso de tecnologías divisibles que están a una escala neutral y que se puede ajustar un nivel de uso para cada una es mejor utilizar una variable continua (Semgalawe y Folmer 2000).

En este estudio se han modelado 2 variables dependientes. La primera es una variable dicotómica (adopción vs no adopción) modelada mediante una regresión logística. La segunda es una variable discreta definida por el número de PCS implementadas (tecnologías distintas). Esta variable, que tiene valores de 0 a 7, ha sido modelada mediante una regresión de Poisson.

### ***2.2.3 Estrategia de muestreo***

Para tomar los datos de este estudio se priorizaron las áreas con mayor riesgo de erosión, determinadas mediante el mapa topográfico y el de erosión (MAGFOR 2007). Con base en estos criterios y en conversaciones con expertos se escogieron 30 comunidades dentro de la cuenca. El muestreo se realizó con asignación proporcional al tamaño de los estratos (comunidades). Un total de 225 encuestas fueron realizadas durante los meses de mayo, junio y julio del 2008. Las encuestas dentro de cada comunidad se realizaron al azar.

***Cuadro 3. Comunidades y número de encuestas en cada una***

Nº	Comunidad	Nº de encuestas
1	Datanlí	10
2	Las Joyas	2
3	Apaquila	4
4	Mesa Del Ocote	2
5	Chimborazo	5
6	El Porvenir	6
7	Santa Rosa	4
8	Las Mercedes	6
9	Las Latas	4
10	Cipreses	6
11	Las Colinas	6
12	El Pelón	7
13	Sasle	5

Nº	Comunidad	Nº de encuestas
14	Asturias	7
15	Yanke	10
16	La Laguna	6
17	Sisle	12
18	Llano La Tejera	10
19	Santa Clara	7
20	La Bastilla	9
21	El Dorado	4
22	El Salto	16
23	Cuyali	12
24	El Mojón	20
25	Mancotal	19
26	El Aguacatal	6
27	Los Horcones	7
28	Cuatro Esquinas	3
29	Santa Carmela	4
30	La Fundadora	6
<b>Total</b>		<b>225</b>

#### ***2.2.4 Diseño de la encuesta***

Se elaboró un diseño preliminar de la encuesta para recabar información sobre la situación socioeconómica del productor, características económicas de las prácticas actuales de uso del suelo y percepción del cambio climático y procesos erosivos. Se utilizó como referencia el modelo de Baltodano 2005. Esta encuesta fue validada mediante dos grupos focales con productores y técnicos agropecuarios obteniendo importantes observaciones y sugerencias para mejorar la comprensión y la toma de datos.

#### ***2.2.5 Caracterización de los productores de las comunidades priorizadas***

Esta caracterización se realiza para entender la motivación en las decisiones tomadas por el dueño de la tierra en relación a su uso y el establecimiento de prácticas de conservación de suelos. Se analizaron la mayoría de las variables económicas y sociales que han sido utilizadas en estudios previos (Ervin y Ervin 1982, Hansen et ál. 1987, Adesina et ál. 2000, Caswell 2001, Arellanes y Lee 2003, Illukpitiya y Gopalakrishnan 2004) y se incluyeron además, variables relacionadas a percepciones sobre el cambio climático y procesos erosivos. Los factores

estudiados fueron: características del productor jefe de hogar como la edad, nivel educativo, género, tamaño de la familia, experiencia y tenencia de la tierra; características de la finca como el tamaño y uso de la tierra; factores económicos como la compra y venta de mano de obra, alquiler de la finca, número de actividades productivas, beneficio neto derivado de la actividad agrícola y costos de implementación de PCS; y percepciones de las causas y la severidad de la erosión y el cambio climático (actitudes). Sin embargo, no se han considerado en este estudio variables biofísicas de la finca como la pendiente, ubicación, tipo de suelo, entre otras; ya que se espera que entre los entrevistados exista poca variabilidad en estos aspectos.

## ***2.2.6 Análisis de la información***

### **2.2.6.1 Diagnóstico socio económico**

Con la información obtenida en las encuestas se realizó un diagnóstico general de la situación socioeconómica de las comunidades priorizadas en la cuenca. Esto se lleva a cabo para contextualizar los análisis siguientes y darnos una idea de las variables que pueden ser utilizadas como explicativas de la adopción de estrategias de conservación de suelos. La descripción de variables cuantitativas se realizó por medio de estadística descriptiva.

### **2.2.6.2 Tablas de contingencia**

Para conocer la relación entre dos variables categorizadas se utilizaron tablas de contingencia con el estadístico chi-cuadrado. Esta prueba nos permite determinar si dos variables categóricas están asociadas entre sí. Previamente se realizó un análisis de correlación de Spearman entre todas las variables para descartar posibles problemas de multicolinealidad.

### **2.2.6.3 Análisis de regresión**

Para la variable dicotómica que indicó con “0” la no adopción de PCS y con “1” la adopción los datos fueron modelados mediante una regresión logística. Esta regresión permite modelar la relación entre una variable respuesta de naturaleza dicotómica en relación a una o más variables independientes o regresoras. El modelo de regresión logística puede ser usado para predecir la probabilidad ( $\pi$ ) de que la variable respuesta asuma un valor determinado, por ejemplo, probabilidad de éxito ( $y=1$ ) en una variable dicotómica que asume los valores 0 y 1 (InfoStat 2008).

Los modelos logísticos han sido ampliamente aplicados en los estudios de adopción (Adesina et ál. 2000, Arellanes y Lee 2003). El cálculo de estimaciones se realiza a través de procedimientos interactivos aplicando la técnica de máxima verosimilitud. Se utilizó el programa InfoStat (InfoStat 2008).

En el caso de la variable dependiente discreta (numero de PCS) se utilizó un modelo de regresión Poisson. Este tipo de regresiones se utilizan cuando la variable de respuesta asume valores enteros incluido el cero, por lo que es una forma de regresión usada para modelar datos de conteo. Este tipo de regresión asume que la variable de respuesta tiene una distribución de Poisson y la función de enlace que se utiliza es la log-lineal (InfoStat 2008).

#### **2.2.6.4 Categorización de variables**

Para la confección de tablas de contingencia las variables continuas fueron previamente categorizadas en intervalos (de 3 categorías) utilizando sus percentiles 33 y 67.

Para la variable edad se crearon las siguientes categorías: menores de 36 años (joven), de 37 - 50 años (medio) y mayores de 50 (viejo). El nivel educativo (variable discreta) fue categorizado en: nulo o primaria, educación secundaria y educación superior. En el caso del tamaño de la familia las categorías fueron: familias de 1 - 4 miembros (familias pequeñas), 4 - 6 miembros (familias medianas) y más de 6 miembros (familias grandes). Para la variable experiencia del productor se categorizó menos de 10 años, de 11 - 20 años y más de 20 años de experiencia. El tamaño de finca se categorizó por fincas menores de 2 manzanas (pequeñas); 2 a 4 manzanas (medianas) y mayores de 4 manzanas (fincas grandes). Para la variable tiempo de tenencia de la finca los intervalos fueron: menor de 11 años, de 12 a 20 años, y mayores de 20 años. En la variable rentabilidad se categorizó de la siguiente manera: menos de 15100 córdobas, 15100 – 54500 córdobas, y más de 54500 córdobas. En el caso de la variable número de actividades productivas no se utilizaron los percentiles ya que quisimos capturar la respuesta de los agricultores que tienen un solo cultivo en su finca (no diversificados), los que tienen 2 actividades productivas (poco diversificados), y los que tienen más de 2 actividades productivas en su finca (diversificados).

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 Diagnóstico General

*Características socioeconómicas:* el 17% de los encuestados es de género femenino. Con respecto a la edad de los encuestados, casi un 50% se encuentra en el rango de edad 31-50 años y un 33% es mayor de 50 años. El 36% no cuenta con ninguna educación formal, el 51% tiene educación primaria, 9% educación secundaria, y solo un 4% el nivel técnico y/o universitario. El 57% de las familias están conformadas por menos de 5 personas, 38% entre 6-10 personas y un 5% por más de 11 personas. Referente a la experiencia del productor en la agricultura se obtuvo una media de 20 años con una desviación estándar de 15. Con respecto a la utilización de mano de obra, el 70 % de los productores utiliza mano de obra familiar, mientras que el 30% del total de los encuestados contrata mano de obra esporádicamente; y el 32% de los encuestados vende su mano de obra en períodos que van de 2 a 10 meses al año.

*Características de la finca:* el 78% de encuestados posee menos de 6 mz; y con relación a la tenencia de la tierra, un 92% de los productores afirma poseer algún tipo de documento que acredita la propiedad de la finca. Se consultó sobre el tiempo de tenencia del documento donde la media resultó ser de 25,4 años con una desviación estándar de 14,1.

*PCS implementadas:* el 53,9 % de los productores encuestados tiene PCS implementadas. Entre las prácticas más frecuentes están las barreras vivas (41,3%), acequias de ladera (19,5%) y las barreras muertas (19,1%). El 80% de los productores que tienen PCS implementadas recibieron capacitación formal por parte de alguna institución. Aproximadamente el 70% de los productores que implementan barreras vivas y/o muertas recibió financiamiento externo en contraste con la implementación de acequias de ladera donde este porcentaje es de 20%. Las razones mencionadas para la no adopción de PCS son: falta de dinero (55%), no conoce técnicas de protección (21%), no le hace falta a su finca/ no ve beneficios (22%), y falta de propiedad de la tierra (2%).

*Actividades productivas:* los granos básicos son el principal cultivo de la muestra encuestada, representando el 60% y 65% de frijol y maíz respectivamente (generalmente se rotan en la misma área). El segundo cultivo en importancia es el café con 49,1%; seguido de las

hortalizas 23,4% y papa 5,4%. Además el 15,3% tiene potrero; 11,3% posee área de bosque dentro de su finca y un 5% posee tacotales o áreas abandonadas.

*Percepciones sobre el CC y la erosión:* El 98% es consciente que el CC afecta la actividad agrícola, afirmando que una de las consecuencias es la disminución de la producción (64%), mayor erosión y pérdida de fertilidad (2%) y ambas (34%). El 74% de los encuestados percibe la erosión del suelo como un problema que puede causarle grandes pérdidas mientras que un 26% indican que las pérdidas causadas por la erosión son pocas o regulares. Para el 56% el principal factor causante de erosión es la deforestación, en segundo lugar se ubica la lluvia con 35%, las prácticas agrícolas con 6% y la ganadería en cuarto lugar con 3%. Para el 73% de los encuestados la erosión causada por la lluvia se puede controlar, en contraste con un 27% que indica que es un proceso poco o nada controlable. Los resultados generales de las características evaluadas se muestran en el Anexo 2.

### **2.3.2 Resultados de las tablas de contingencia**

El análisis de correlación de Spearman no detectó multicolinealidad entre las variables ( $r < 0,4$ ). Un primer análisis de las variables categorizadas se realizó en base a tablas de contingencia con el estadístico Pearson Chi-cuadrado, evaluando cada variable versus la adopción de PCS (con los niveles “adopta” y “no adopta”). De este grupo de variables, 12 resultaron estar asociadas con la adopción de PCS (valor  $p < 0,1$ ) (i.e. rechazan la hipótesis nula de independencia) (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Variables analizadas**

<b>Variab</b> les Independientes	<b>Descripción de la variable</b>	<b>Valor p</b>	<b>Dirección</b>
<u>Características personales</u>			
Genero	Género del productor encuestado: 1 mujer, 0 hombre	0,6955	(-)
Edad	Edad del productor encuestado	0,176	(+)
Nedu	Nivel educativo, de 1 a 6	0,114	(+)
Tamfam	Numero de personas que componen la familia	0,2803	(+)
Exper	Experiencia del agricultor en años	0,4876	(+)
Tenencia	Tiempo de tenencia de la finca en años	0,4248	(+)

<b>Variables Independientes</b>	<b>Descripción de la variable</b>	<b>Valor p</b>	<b>Dirección</b>
<u>Percepciones sobre CC</u>			
Aumento temp	Aumento de temperatura: 1 si, 0 no	0,2936	(-)
Disminución temp *	Disminución de temperatura: 1 si, 0 no	0,0022	(+)
Aumento lluvia *	Aumento de precipitación: 1 si, 0 no	0,0001	(-)
Disminución lluvia	Disminución de precipitación: 1 si, 0 no	0,152	(+)
Adelanto lluvia	Adelanto de la temporada de lluvia: 1 si, 0 no	0,3672	(+)
Retraso lluvia *	Retraso de la temporada de lluvia: 1 si, 0 no	0,0007	(+)
EME	Eventos meteorológicos extremos: 1 si, 0 no	0,983	
<u>Percepciones sobre erosión</u>			
Agri *	¿En qué lugar colocaría a la agricultura de acuerdo a su influencia sobre la erosión?	0,0946	(-)
Deforest	¿En qué lugar colocaría a la deforestación de acuerdo a su influencia sobre la erosión?	0,5098	(-)
Gan	¿En qué lugar colocaría a la ganadería de acuerdo a su influencia sobre la erosión?	0,5817	(+)
Eros_pasada	¿Cree usted que la erosión en su finca ha aumentado?	0,5542	(-)
Eros_futura *	¿En el futuro, cree usted que aumentará la erosión en su finca?	0,0023	(-)
Eros_control	¿Qué tanto se puede controlar el impacto de la lluvia sobre la erosión del suelo?	0,182	(-)
<u>Características de la finca</u>			
Tamaño finca *	Tamaño de la finca en manzanas	0,0411	(+)
Maíz *	Productores de maíz: 1 si, 0 no	0,0003	(-)
Frijol *	Productores de frijol: 1 si, 0 no	0,0028	(-)
Hortalizas	Productores de hortalizas: 1 si, 0 no	0,1178	(+)
Potrero *	Con potrero dentro de su finca: 1 si, 0 no	0,0613	(+)
Bosque *	Área boscosa dentro de su finca: 1 si, 0 no	0,0141	(+)
Café *	Productores de café: 1 si, 0 no	0,0002	(+)
<u>Características económicas</u>			
Mo_compra	Contrato de mano de obra: 1 si, 0 no	0,1605	(+)
Mo_venta	Venta de su mano de obra, 1 si, 0 no	0,1458	(-)
Alquiler*	Alquiler de la finca: 1 alquila, 0 no alquila	0,0001	(+)
Num_act productivas *	Número de actividades productivas en la finca	0,002	(+)
Rentabilidad total	Rentabilidad de la finca en córdobas	0,1204	(+)

\* indica  $p < 0,1$  , prueba Chi-cuadrado

### 2.3.3 Regresión logística adopción

Se realizó una regresión logística con la variable dependiente dicotómica que refleja la adopción/no adopción. Para obtener esta información, se consultó a los productores sobre la adopción actual de prácticas de conservación de suelos en su finca, donde la respuesta negativa equivale a “0” y la respuesta positiva a “1”. El modelo queda explicado mediante 7 variables con un valor p menor al 0,1 (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Resultado de la regresión logística con variable dependiente adopción/no adopción**

Variable	Coefficiente	Error Est.	Wald Chi <sup>2</sup>	Valor p
Constante	3,3	1,13	8,58	0,003
<u>Características personales</u>				
Nivel educativo	0,32	0,18	3,25	0,071
<u>Percepciones sobre CC</u>				
Retraso_lluvia	1,12	0,49	5,34	0,021
<u>Percepciones sobre erosión</u>				
Eros_futura	-0,26	0,15	2,98	0,084
Agri_causante erosión	-0,79	0,26	9,71	0,002
<u>Características de la finca</u>				
Café	1,2	0,37	10,8	0,001
Hortaliza	1,08	0,43	6,46	0,011
<u>Características económicas</u>				
Alquiler	-1,42	0,4	12,47	0,00

### 2.3.4 Regresión Poisson con variable numero de PCS

Para modelar la variable discreta “numero de PCS implementadas” se utilizó la regresión Poisson, tal como se ha explicado en la sección *Análisis de la información* (2.2.6). La variable dependiente tiene valores que van de 0 hasta 7 PCS. El modelo queda explicado mediante 8 variables (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Resultados de la regresión Poisson con variable dependiente número de PCS implementadas**

Variable	Coefficiente	Error Est.	Wald Chi <sup>2</sup>	p-valor
Constante	1,35	0,51	7,01	0,0081
<u>Características personales</u>				
Nivel educativo	0,12	0,06	3,66	0,0556
<u>Percepciones sobre CC</u>				
Retraso_lluvia	0,61	0,16	15,34	0,0001
<u>Percepciones sobre erosión</u>				
Eros_futura	-0,13	0,07	3,8	0,0514
Agri_causante erosión	-0,42	0,09	21,44	<0,0001
<u>Características de la finca</u>				
Café	0,6	0,18	11,08	0,0009
Hortaliza	0,56	0,2	8,02	0,0046
<u>Características económicas</u>				
Alquiler	-0,86	0,23	14,54	0,0001
Num_ act productivas	0,13	0,07	3,35	0,0673

## 2.4 DISCUSIÓN

### *Características personales*

En el análisis con tablas de contingencia ninguna variable dentro de las características personales resultó significativa (valor p menor a 0,1). Sin embargo, encontramos relación entre las categorías de adopción y las categorías de edad, existiendo una mayor adopción en los productores de más edad (Chi-cuadrado,  $p = 0,176$ ). Lo mismo sucede con el nivel educativo que muestra una tendencia de mayor adopción a mayor nivel educativo pero las diferencias no llegan a ser significativas (Chi-Cuadrado,  $p = 0,114$ ).

Tanto en el modelo logístico como en el de Poisson, la variable nivel educativo resultó tener un coeficiente positivo y significativo. La educación podría estar asociada con el acceso a nueva información sobre las consecuencias de la erosión del suelo y medidas de conservación. Este resultado se encuentra en la línea de anteriores estudios que revelan la influencia de esta variable con la adopción de PCS (Illukpitya 200). Dentro del grupo de variables de características personales del agricultor, el nivel educativo es el único factor resultante dentro de ambos modelos. Otras variables como el género y la experiencia del productor parecen no ejercer influencia significativa en la adopción de PCS.

### ***Percepciones sobre cambio climático***

Se consultó a los productores sobre su percepción de cambios en el clima en los últimos años donde, en el análisis con tablas de contingencia, resultó que los productores que perciben una “disminución de la temperatura” muestran una mayor adopción de PCS. Sin embargo, había sólo 10 personas que indicaron este cambio en el clima, por lo tanto, no lo consideramos como una tendencia válida. La variable “retraso de la temporada de lluvias” muestra una asociación significativa con la adopción de PCS (Chi-cuadrado,  $p = 0,0007$ ). En este caso, los que perciben el retraso de las lluvias tienen una mayor adopción.

Otra variable que resultó significativa es la percepción de un aumento de temperatura pero de forma inversa, es decir, que los productores que perciben este aumento no implementan PCS (Chi-cuadrado,  $p = 0,0001$ ). Al parecer, la temperatura no se encuentra relacionada a una mayor adopción de PCS. Estos resultados nos indican que dentro de la percepción de factores climáticos la lluvia está más asociada a la adopción de PCS que la temperatura (y que los eventos meteorológicos extremos).

Así mismo, en ambos modelos de regresión la variable “retraso de la temporada de lluvias” mostró estar relacionada positivamente con la adopción de PCS. Sobre este punto, las PCS pueden haber sido implementadas para conservar humedad en tiempos de sequía, o para contrarrestar los efectos erosivos de lluvia tardía pero más intensa, o por ambas razones. Esta variable fue la única con p-valor menor a 0,1 en el modelo Logístico (valor  $p = 0,021$ ); y en el de Poisson (valor  $p = 0,0001$ ).

### ***Percepciones sobre erosión***

En los tres análisis se obtuvieron las mismas variables relacionadas a la adopción de PCS y el incremento en número de estas prácticas. Estas son: “Erosión futura” y “Agri\_causante erosión”.

Dentro de la encuesta se incluyeron preguntas relacionadas a percepciones del agricultor acerca de la erosión del suelo. Una de ellas fue la siguiente: “*Usted cree que en el futuro aumentará la erosión en su finca?*” La respuesta está dada por una variable cualitativa ordinal con valores que van de 1 a 5 iniciando con la respuesta “nada” hasta “muchísimo”. Las respuestas a esta pregunta resultaron estar relacionadas con la adopción de manera negativa (valor  $p$  Logit = -0,26; valor  $p$  Poisson = -0,13). Esto quiere decir que mientras más alto sea el número de la respuesta (i.e percepción de que la erosión aumentará mucho), menor es la

adopción. Cabe resaltar que la adopción está dada por la respuesta de si implementa o no actualmente PCS, es por este motivo que los que implementan PCS efectivamente tienen la percepción de que el aumento de la erosión en su finca será “leve”. Por el contrario, los que no implementan PCS perciben que la erosión en su finca en el futuro será moderada o alta. Este resultado nos indica que los agricultores que han implementado PCS se sienten “prevenidos” de los efectos de la erosión y confían que ésta no va a incrementar.

La variable “Agri\_causante erosión” muestra la respuesta sobre la creencia que la agricultura es la mayor causante de erosión. Otros factores evaluados fueron la actividad agropecuaria y la deforestación, los cuales no resultaron significativos en ninguno de los análisis. Esta variable tiene valores de 1 a 4. El nivel 1 revela que los agricultores perciben a este factor como el más importante, restando importancia mientras se acerca al número 4. Es por esta razón que el coeficiente estimado por el modelo, siendo negativo, revela que los productores que perciben a la agricultura como el principal factor causante de erosión son los que a su vez, tienden a una mayor adopción de PCS. Sobre esta línea, algunos investigadores (Ervin y Ervin 1982, Rogers 1995, Taoré et ál. 1998, Bayard y Jolly 2007) sugieren que las percepciones son precursores de actitudes y acciones. En nuestra investigación, esta variable nos muestra que la percepción de una relación causa - efecto (actividad agrícola - erosión) ejerce una influencia positiva en la adopción de PCS (para contrarrestar los efectos erosivos de las prácticas agrícolas tradicionales toman acciones a favor de la conservación del suelo).

### ***Características de la finca***

Existe una relación entre las categorías de adopción y las del tamaño de la finca (Chi-cuadrado,  $p = 0,0411$ ), reflejando una tendencia a la adopción mientras más grande es el tamaño de la finca. Esta variable ha mostrado correlaciones positivas con la adopción de tecnologías en estudios como el de Norris y Batie (1987), y Carlson et ál. (1981), y negativas o efectos no significativos en Knowler y Bradshaw (2001) (citado por Bravo-Ureta et ál. 2006), y Hansen et ál. (1987).

Otras variables asociadas de manera significativa y positiva con la adopción de PCS son la producción de café (Chi-cuadrado,  $p = 0,0002$ ); productores con potrero (Chi Cuadrado,  $p = 0,0613$ ) y productores con área de bosque dentro de su finca (Chi-cuadrado,  $p = 0,0141$ ). En el caso de los caficultores, un 60% adopta PCS. Este porcentaje es significativamente mayor que los que se dedican a otras actividades productivas, cuyo porcentaje de adopción es de 40%. Esta

situación contrasta con los productores de granos básicos cuyo porcentaje de adopción es menor (tienen relación significativa pero es inversa). Vemos entonces que existe una tendencia de adopción dependiendo del tipo de cultivo, mientras más perennes sean, mayor será la implementación de PCS, y viceversa. El frijol y el maíz son cultivos temporales y se observa una menor adopción (Chi-cuadrado  $p = 0,0028$  y  $0,0003$  respectivamente). Las variables “potrero” y “bosque” se encuentran ligeramente correlacionadas con la rentabilidad (correlación Spearman de  $0,32$  y  $0,42$  respectivamente) ésta puede ser la razón de la relación entre estas variables y la implementación de PCS.

En el análisis mediante regresión Logística y Poisson se obtuvieron dos variables positivamente relacionadas con la adopción y con el incremento en el número de PCS. Estas fueron los productores de café y hortalizas. El café es un cultivo perenne y como hemos visto anteriormente al parecer existe una tendencia a la adopción de PCS mientras la perspectiva sea a mediano o largo plazo. En el caso de las hortalizas se observa una relación positiva a pesar de ser cultivos temporales (en este estudio nos referimos como hortalizas al repollo, apio, brócoli, remolacha, perejil, zanahoria, chiltoma y lechuga). Una probable explicación de este resultado es que se debe a factores económicos dada la alta rentabilidad de estos cultivos. Al analizar la variable “productores de hortalizas” independientemente con la adopción (tabla de contingencia) resulta no significativa (Chi-cuadrado,  $p = 0,1178$ ), pero al realizar las regresiones Logística y Poisson aparece significativa (valor  $p = 0,011$  y  $0,0046$  respectivamente). Las actividades productivas difieren mucho en rentabilidad entre ellas, puede ser por esa razón que el efecto de la variable rentabilidad quede anulado dentro de los modelos. Es posible que la variable “hortaliza” esté capturando el efecto de la rentabilidad ya que este cultivo tiene alta rentabilidad en áreas pequeñas y la mayoría de productores adoptan PCS (62%).

### *Características Económicas*

El alquiler de la finca es una variable que está positivamente relacionada con la adopción de PCS (Chi-cuadrado,  $p = 0,0001$ ). Los productores que alquilan su tierra (o trabajan en tierras rentadas) muestran una menor adopción de PCS en comparación de los que trabajan su propia tierra. Este es un comportamiento que refleja un menor interés por mejoras en las fincas que no son de uso propio, o un deslinde de responsabilidades que termina por desfavorecer el manejo del suelo. Así mismo, se observa un comportamiento de adopción

relacionado con actividades a mediano, largo y corto plazo revelando una menor adopción en actividades a corto plazo (i.e. cultivos anuales como hemos visto en el análisis mediante tablas de contingencia de las variables), o en tierras rentadas donde se trabaja por temporadas. Resultados en esta misma dirección encuentran Lutz et ál. (1994), Shultz et ál. (1997), y Wachter (1994) (Citado por Bravo-Ureta 2006) quienes afirman que los propietarios de tierras tienen más probabilidades de ser innovadores que los que trabajan en tierras alquiladas. Además, es de esperarse que los propietarios muestren un mayor esfuerzo en la inversión en la conservación del suelo y que los inquilinos sean menos propensos en invertir en otras tierras debido al hecho de que a largo plazo los beneficios netos ya no estarán disponibles para ellos.

La variable rentabilidad no resultó significativa en ninguno de los análisis. Se espera que cuando el agricultor tiene mayor rentabilidad tendrá más acceso a pagar más por actividades de conservación de suelos. En nuestro estudio esta variable muestra una tendencia positiva hacia la adopción sin embargo no es significativa (Chi-cuadrado,  $p = 0,1204$ ). Como hemos mencionado anteriormente, es posible que la rentabilidad esté transmitiendo su efecto en otras variables como es el caso de las hortalizas.

El modelo resultante de la regresión de Poisson es similar al Logístico con la diferencia que éste incluye una variable más: el número de actividades productivas en la finca. Esto quiere decir que los factores relacionados a la adopción o implementación de PCS son los mismos que intervienen en la decisión de aumentar el número de PCS. Sin embargo la variable “número de actividades productivas en la finca” no se encuentra dentro del modelo que explica la implementación pero si es una variable explicativa del incremento en número de PCS. La razón es que al tener una finca más diversificada se deben implementar distintas prácticas de conservación para satisfacer las necesidades de diferentes cultivos.

Adicionalmente se realizaron 3 regresiones logísticas analizando la adopción de PCS por tipo de cultivo (Anexo 4.1). Observamos que la variable área (tamaño de finca) incrementa la probabilidad de implementación de PCS en productores de granos básicos y hortalizas, y que el tamaño de la familia tiene relación con la implementación de PCS en los caficultores.

Así mismo, al analizar por tipo de PCS (barreras vivas, barreras muertas y acequias) (Anexo 4.2) encontramos que la variable nivel educativo incrementa la probabilidad de implementación de estas tres prácticas y que el alquiler de la finca tiene relación inversa con la implementación. El café explica la adopción de barreras vivas y acequias de ladera. Un caso

particular es que la variable tamaño de la familia se encuentra positivamente relacionada con las acequias de ladera mas no para las barreras vivas/o muertas.

## 2.5 CONCLUSIONES

Factores personales (género, edad) parecen desempeñar un papel reducido en la adopción de PCS, con excepción del nivel educativo. Así mismo, el factor económico rentabilidad parece no jugar un papel preponderante en la de adopción de PCS. Sin embargo, la razón más mencionada por la cual los productores “no implementan PCS” es la “falta de dinero”. Esta situación parece contradictoria, sin embargo es probable que la respuesta “falta de dinero” sea la más fácil de decir y con la cual el productor siente que se justifica por no haber implementado ninguna PCS en su finca. Por otro lado, la variable “café” explica la implementación de PCS y al mismo tiempo está relacionada directamente con la rentabilidad. Por ende, aunque la variable rentabilidad no se muestre directamente relacionada con la adopción de PCS, vemos que indirectamente sí existe asociación.

Los resultados similares en ambas regresiones indican que los factores relacionados a la implementación de PCS son los mismos que influyen en el incremento en el número de estas prácticas. Por lo tanto, los esfuerzos de los planes de desarrollo deberán prestar especial atención a la tenencia de la tierra, diversificación de la producción, y la formación de capital humano como instrumentos eficaces para aumentar la adopción y la diversificación de PCS en las fincas.

Los resultados dejan bastante claro que la lluvia está más relacionada con las PCS que la temperatura y otros fenómenos climáticos. Por otro lado, percepciones como que la actividad agrícola causa erosión, y el retraso de la temporada de lluvias asociada con las PCS son de importancia en la implementación y en el aumento del número de éstas prácticas dentro de la finca. Estos alcances sugieren que para una efectiva política de gestión de suelos se debe atraer el interés de los productores sobre las causas de la erosión, su gravedad y consecuencias a corto y largo plazo asociadas con factores climáticos.

El apoyo técnico parece ser valioso para la implementación de PCS ya que el 80% de los productores que tienen PCS implementadas recibieron capacitación formal por parte de alguna

institución. El financiamiento muestra también importancia para la implementación de barreras vivas y muertas (70% de los productores recibieron financiamiento), sin embargo, en el caso de las acequias de ladera el financiamiento no ha representado un requisito para su adopción (20% recibieron financiamiento). En este caso el factor relacionado ha resultado ser el “tamaño de la familia” lo cual nos indica que para la implementación de acequias de ladera ha sido más importante contar con mano de obra familiar que con financiamiento externo. Considerar ofrecer mano de obra como incentivo puede ser una estrategia a tomar en cuenta para la implementación de acequias de ladera. Así mismo, esta variable (tamaño de la familia) también explica la adopción en caficultores, explicándonos la importancia de las acequias de ladera como PCS de preferencia para los productores de café.

Otro criterio resultante de las regresiones adicionales fue la el tamaño de la finca, variable que explica la adopción de PCS para productores de granos básico y hortalizas. Al parecer, el incremento en área aumenta las posibilidades de inversión en PCS.

Evaluar variables como el acceso al mercado puede también brindarnos información valiosa sobre los factores que determinan la adopción de PCS. Dado que esta es una investigación base de adopción, este factor representa una de las limitaciones del estudio y se recomienda que sean considerados en otras investigaciones de mayor alcance.

Cabe resaltar que esta investigación tiene carácter estático, es decir, evalúa la adopción en un momento determinado en el tiempo. Un estudio dinámico con base en datos de panel permitiría identificar factores que pueden afectar la adopción en distintos momentos a través del tiempo pudiéndose observar tendencias en la adopción con respecto a cambios en las variables climáticas.

Los beneficiarios de SEH deberán enfocar sus acciones en el trabajo con cooperativas de caficultores dadas las características que presentan estos productores (alta adopción de PCS, alta rentabilidad, representan el 56% del área de la cuenca). Por otro lado, el trabajo con horticultores tiene puntos interesantes a ser considerados dentro de un mecanismo de incentivos (a pesar de representar un pequeño porcentaje del área de la cuenca) ya que son cultivos con alta rentabilidad en pequeñas áreas, su porcentaje de adopción de PCS es superior

al 60%, y este tipo de cultivos son susceptibles a generar grandes cantidades de sedimentos (Midmore et ál. 1996).

## 2.6 BIBLIOGRAFÍA

- Adesina, A.A; Mbila, D; Blaise Nkamleu, G; Endamana, D. 2000. Econometric analysis of the determinants of adoption of alley farming by farmers in the forest zone of southwest Cameroon. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 80:255–265.
- AIACC-LA06. 2006. Impacts and adaptation to climate change and extreme events in Central America. Central America Integration System (SICA), Regional Committee on Hydraulic Resources (CRRH), University of Costa Rica (UCR), Geophysical Research Center (CIGEFI-UCR). 125 p.
- ALJIN (Alcaldía de Jinotega) y Centro Humboldt. 2007. Proyecto de Gestión de Riego en el departamento de Jinotega. Nicaragua.
- Arellanes, P; Lee D. 2003. The determinants of Adoption of sustainable agriculture technologies: evidence from the hillsides of Honduras. Department of Applied Economics and Management, Cornell University, Ithaca, NY, 14853, USA. 693-699.
- ASAAN (Asociación Ambientalista Audubón de Nicaragua) 2006. Plan de manejo para la conservación y uso racional de la cuenca del humedal Lago Apanás-Asturias. Sitio Ramsar N°1137. Managua, Nicaragua. 351 p.
- Baltodano, M.E. 2005. Valoración económica de la oferta del servicio ambiental hídrico en las subcuencas de los ríos Jucuapa y Calico, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 105 p.
- Bayard, B; Curtis, M.J; Shannon, D. 2006. The Adoption and Management of Soil Conservation Practices in Haiti: The Case of Rock Walls. *Agricultural Economics Review*. 7(2):28-39
- Bayard, B; Jolly, C. 2007 Environmental Perceptions & Behavioral Change in Hillside Farmers: the case of Haiti. *Farm & Business: The Journal of the Caribbean Agro-Economic Society (CAES)* 7 (1): 122-138
- CABAL 2008. Informe de Evaluación Socioeconómica, Productiva y Ambiental del territorio de la Cuenca Hídrica de los Lagos de Apanás y Asturias. Estudio del ordenamiento ambiental del territorio y manejo de la cuenca hídrica: lagos Apanás y Asturias. ENEL (Empresa Nicaragüense de Electricidad). 120 p.
- Carlson, J; Dillman, D; Lassey, W. 1981. The Farmer and Erosion: Factors Influencing the Use of Control Practices. *Agriculture Bulletin No. 601*. University of Idaho, Moscow, Idaho.

- Caswell, M; K. Fuglie, C; Ingram, S; and. Kascak, C. (2001) Adoption of agricultural production practices: lessons learned from the US Department of Agriculture Area Studies Project. Resource Economics Division, Economic Research Service, USDA. Washington DC.
- CDDJ (Consejo de desarrollo departamental Jinotega). 2005. Plan de desarrollo departamental de Jinotega. Nicaragua. 130 p.
- CEPAL 2006. Nicaragua: evolución económica durante 2006 y perspectivas para 2007. LC/MEX/L.797. 37 p.
- Clearfield, F; Osgood, B. 1986. Sociological aspects of the adoption of conservation practices. Soil Conservation Service. Washington, D.C. 16 p.
- CNE (Comisión Nacional de Energía) 2005. Plan indicativo de la generación del sector eléctrico periodo 2005 – 2016. Managua, Nicaragua. 28 p.
- Ervin, C; Ervin, D. 1982. Factors affecting the use of soil conservation practices: hypotheses, evidence, and policy implications. *Land Economy* 58, 277–292.
- Hansen, D; Erbaugh, J; Napier, T. 1987. Factors related to adoption of soil conservation practices in the Dominican Republic. *J. Soil Water Conservancy*. 42: 367–369.
- Illukpitiya, P; Gopalakrishnan, C. 2004. Decision-making in soil conservation: application of a behavioral model to potato farmers in Sri Lanka. *Land Use Policy* 21: 321–331.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) 2006. VIII Censo de Población 2005 y VI de Vivienda. Gobierno de Nicaragua.
- IPCC. 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. McCarthy, J. Canziani, O. Leary, A. Dokken, D. y S. White, K. Eds. Cambridge University Press, UK. 1000 p.
- Lopez, G; Pérez, J; y Kleinn, C. 2001. SAS: Aplicaciones en el campo agropecuario y de los recursos naturales. CATIE. Sub-Unidad de estadística. 154 p.
- Lutz, E; Pagiola S; Reiche, C. 1994. The costs and benefits of soil conservation: the farmers viewpoint. *The World Bank Research Observer*. 9(2): 273-95
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario Forestal) 2007. Mapas del estudio de ordenamiento territorial municipio de Jinotega. Managua, Nicaragua.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. Washington. DC. 155

- Midmore, D; Jansen, H; Dumsday, R. 1996. Soil erosion and environmental impact of vegetable production in the Cameron Highlands, Malaysia. *Agriculture, Ecosystems and Environment* (60):29-46
- Napier, T. L; Brown , D. E. 1993. Factors affecting attitudes toward groundwater pollution among Ohio farmers. *Journal of Soil and Water Conservation* 48 (5): 432-438.
- Norris, P; Batie, S. 1987. Virginia farmers soil conservation decisions: an application of tobit analysis. *Southern journal of agricultural economics*. 79-90.
- Ramírez, PO. 2005. Climate, Climate Variability and Climate Change in Central America: Review of experiences, actors and needs in tropical forest climate change vulnerability and adaptation in Central America. Consultancy Report. Turrialba, Costa Rica. 52 p.
- Semgalawe, Z; Folmer, H. 2000. Household adoption behaviour of improved soil conservation: the case of the North Pare and West Usambara Mountains of Tanzania . *Land Use Policy*. 17(4):321-336
- Southgate, D; Macke, R. 1989. The Downstream Benefits of Soil Conservation in Third World Hydroelectric Watersheds. *Land Economics* 65(1): 38-48.
- Traoré, N; Landry, R; Amara, N. 1998. On-farm adoption of conservation practices: The role of farm and farmer characteristics, perceptions, and health hazards. *Land Economics* 74 (1): 114-127.
- Viteri, A; Logo-Briones, T. 2005. Perfil detallado de manejo forestal de la cuenca hídrica del Río Viejo. Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL). Nicaragua. 64 p.
- Posthumus, H. 2005. Adoption of terraces in the Peruvian Andes. Doctoral Thesis Wageningen University. 216 p.
- Lynne, G.D., J.S. Shonkwiler and L.R. Rola. 1988. Attitudes and farmer conservation behavior. *American Journal of Agricultural Economics* 40: 12-1

### **3 CAPITULO II: Análisis del comportamiento ante el riesgo en un contexto de cambio climático mediante experimentos económicos de campo con productores agrícolas en la cuenca de Apanás, Nicaragua.**

Palabras claves: adaptación al cambio climático, juegos económicos, lago de Apanás, percepción de riesgo.

#### RESUMEN

En este artículo se presenta el análisis del comportamiento de productores agrícolas frente al riesgo de ser o no afectados por eventos climáticos que reduzcan la productividad de su finca. Se consultó sobre la decisión de prevenir estos hechos mediante la inversión en estrategias de adaptación al cambio climático. El riesgo de pérdidas asociado a condiciones climáticas adversas puede ser percibido de forma distinta y de diferente magnitud por los agricultores, incluso si viven en la misma zona. Por ello es de nuestro interés comprender de qué manera la decisión de invertir o no en adaptación al cambio climático puede verse influenciada por diversos factores. Se utilizó la metodología de experimentos de campo, diseñando un experimento que fue puesto a prueba mediante 6 talleres en distintas comunidades de la cuenca de Apanás, Nicaragua. Los talleres se realizaron en coordinación con cooperativas de la zona de estudio y el número total de participantes fue de 122. En el diseño del experimento se crearon distintos escenarios para analizar el efecto de los niveles de riesgo, la comunicación, la coordinación, la influencia de conocer el riesgo de los demás, y el efecto de un riesgo ambiguo versus un riesgo conocido en la decisión de invertir o no en adaptación al cambio climático. Como resultado obtuvimos una fuerte aversión al riesgo por parte de los productores reflejado en altas tasas de adaptación en los distintos escenarios. No obstante, los agricultores reaccionan ante diferentes niveles de riesgo, incrementando la inversión en adaptación ante un riesgo mayor. El efecto de la comunicación solo es relevante cuando se presentan incentivos económicos para la coordinación. Los agricultores son sensibles a su propio riesgo y la información del riesgo de los demás compañeros no ejerce influencia significativa en las decisiones. Por último, los productores responden incrementando la adaptación cuando el riesgo es ambiguo versus cuando el riesgo es conocido.

### 3.1 INTRODUCCION

Existen evidencias que comprueban el aumento de temperaturas extremas en la región de Centroamérica y el incremento de intensidad en las precipitaciones (Aguilar et ál. 2005), así como mayor frecuencia de eventos meteorológicos extremos con incidencia de huracanes (Schneider et ál. 2007). Bajo este escenario, la actividad agrícola es uno de los sectores más afectados siendo determinante la adaptación para contrarrestar algunos de estos efectos. La adaptación se define como la habilidad de los sistemas humanos de adaptarse y enfrentarse al cambio climático para reducir la vulnerabilidad ante sus efectos adversos. La adaptación en el ámbito agrícola se puede presentar de muchas formas siendo una de éstas la adaptación estratégica al adoptar prácticas de conservación de suelos, diversificación de cultivos, uso de semillas mejoradas o sistemas de riego eficientes (Bradshaw et ál. 2004). Además la aversión al riesgo predomina entre los factores determinantes del comportamiento de la adopción de nuevas tecnologías agrícolas (Warnick et ál. 2007). Las posibles consecuencias del cambio climático en la actividad agrícola son impredecibles. Los agricultores se enfrentan a distintos niveles de riesgo y perciben este riesgo en forma diferente, por lo tanto su respuesta ante el riesgo va a depender de múltiples factores tanto personales como sociales en su decisión de adaptarse al cambio climático.

Este estudio pretende analizar el comportamiento de los productores frente al riesgo de ser afectados por un evento climático con consecuencias negativas para su finca. Existen dos métodos utilizados en la literatura. Uno se basa en estimar las actitudes frente al riesgo mediante el análisis de datos de producción (Antle, 1987; Pope y Just 1991, Chavas y Holt, 1996). La otra es usar un enfoque experimental, donde los agricultores hacen elecciones entre diferentes alternativas de riesgo que impliquen beneficios monetarios reales (Binswanger 1980). Esta investigación pretende medir las actitudes frente al riesgo evaluando la respuesta de los productores de invertir o no en estrategias de adaptación al cambio climático. Para ello utilizamos la metodología de experimentos de campo. Un experimento de campo recrea un ambiente en el cual los participantes toman decisiones en forma controlada. El investigador puede modificar las reglas del juego para observar el comportamiento de los individuos en una nueva situación (Madrigal 2003).

En muchas situaciones sociales y económicas los actores deben coordinar para lograr resultados de beneficio mutuo. A menudo el proceso de selección refleja la tensión entre

la dominancia de la recompensa y la dominancia del riesgo (Harsanyi y Selten, 1988 citado por Charness y Grosskopf 2004). En esta investigación evaluamos la coordinación bajo escenarios de riesgo cambiante con la recompensa de una reducción de costos de adaptación si se logra la inversión conjunta. Además de la coordinación nos interesa analizar el efecto de la comunicación, los niveles de riesgo, la influencia de la información sobre el riesgo de los demás y la reacción de los productores ante un riesgo medible en comparación a un riesgo desconocido (ambiguo) en la toma de decisiones de adaptación al cambio climático.

El documento está organizado de la siguiente forma: la sección 3.2 hace una descripción del contexto del área de estudio, la sección 3.3 explica el diseño y procedimiento experimental, la sección 3.4 expone los resultados, y la sección 3.5 discute y concluye el documento.

## **3.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO**

La cuenca del Lago de Apanás se ubica en la parte central de Nicaragua. El área que conforma la cuenca, en casi su totalidad pertenece al municipio de Jinotega. El departamento de Jinotega es el tercero del país en extensión y cuenta con 33 335 habitantes, lo cual representa el 6,4% de la población nicaragüense (CABAL 2008, VIII Censo de población 2005). La cuenca tiene una extensión de 587 km<sup>2</sup> incluyendo los espejos de agua, con área de drenaje de 549,4 donde se encuentran 18 ríos tributarios principales de los cuales el Río Jigüina posee la mayor área de drenaje con el 33% del área total (ASAAN 2006).

El lago se encuentra a una altura ligeramente superior a los 900 msnm y climáticamente se ha considerado como una zona con clima de sabana tropical modificado o sabana tropical de altura (Köppen). La pendiente de los suelos a lo largo de la cuenca es muy escarpada. Este relieve montañoso es vulnerable a procesos diluviales y gravitacionales generando un ambiente propicio para la erosión, deslizamientos y otros procesos degradantes, con la consecuente pérdida de suelos, nutrientes, y la acumulación de sedimentos en las zonas bajas (CABAL 2008).

El área muestra un creciente uso de sistemas anuales y cultivos en limpio, principalmente granos básicos, café y pastos. Las actividades agrícolas y la producción pecuaria se extienden a expensas del bosque y de los suelos de vocación forestal, aumentando la escorrentía superficial y la degradación de los suelos (Viteri y Logo-Briones 2005).

Estas cifras reflejan el alto grado de perturbación del paisaje natural en la cuenca, lo cual indica que ha sido fuertemente intervenida producto del avance de la frontera agrícola. En un análisis del uso del suelo por un período de 21 años (de 1984 al 2006) se muestra la presión ejercida sobre la vegetación natural, existiendo durante este período una disminución de 22% de la vegetación boscosa, un aumento de 65% en áreas de cultivos anuales y una reducción de 10% en el área de cultivos perennes (ASAAN 2006). Viteri y Logo-Briones (2005) resaltan que el uso inapropiado del suelo genera altas tasas de erosión, encontrándose el 11% de los suelos del municipio de Jinotega bajo la categoría de erosión Leve, 85% bajo la categoría de erosión Moderada, y 4% bajo la categoría de erosión Fuerte y Severa.

La población que se estima para la cuenca para el 2008 es de 94 003 habitantes (INEC 2006). Sobre las principales actividades económicas, el diagnóstico realizado por la Alcaldía Municipal de Jinotega y el Centro Humboldt (2007) dentro del proyecto de Gestión del Riesgo, identificó para el municipio de Jinotega que la población local labora mayormente en la agricultura (79%), le siguen en importancia los servicios privados (7%), los aspectos forestales (6%), la ganadería (4%), el comercio(4%), y por ultimo los servicios públicos.

La actividad agrícola está bastante generalizada en la cuenca, representando casi el 80% de las actividades productivas de la población económicamente activa y extendiéndose en aproximadamente 75% del área de la cuenca, tal como se muestra en el Cuadro 1. Según datos reportados en el Plan de Desarrollo Departamental del 2005, en este entonces el departamento de Jinotega aportaba el 4,5% del Producto Interno Bruto, y reunía el 8,1% de la superficie agropecuaria censada a nivel nacional, destacándose como actividad principal la caficultura, que tiene todavía aquí su mayor desarrollo a nivel nacional, junto con el departamento de Matagalpa. También la siembra de granos básicos asume en Jinotega el segundo lugar a nivel nacional (Cuadro 2, pág. 15).

### **3.3 METODOLOGIA**

#### ***3.3.1 Diseño del experimento de campo***

Para el diseño de los experimentos de campo se contó con el apoyo de Fredrick Carlsson y el equipo de SEBSA conformado por Francisco Alpízar y María Angélica Naranjo. El proceso de diseño llevó varias etapas durante las cuales se realizaron dos pruebas con estudiantes de posgrado y otros dos talleres piloto con agricultores de la cuenca (con un total de 57

productores). Estas pruebas sirvieron para ajustar el guión de los juegos y la dinámica de los tratamientos con la realidad de los productores del área de estudio.

Los pobladores de la cuenca han atravesado fenómenos climáticos como el huracán Mitch en el año 1998 que causó perjuicios a los agricultores debido a deslizamientos en las zonas escarpadas e inundaciones en áreas aledañas al lago de Apanás. Es probable que los agricultores conciban, por su experiencia personal, los riesgos asociados a fenómenos como este y que exista una relación con su aversión al riesgo. Básicamente el experimento expone el contexto del cambio climático explicando sus posibles consecuencias para el sector agrícola, siendo éste el tipo de riesgo al cual se enfrentan. Luego, se ejemplifican las estrategias de adaptación ante una situación climática adversa. La pregunta a evaluar es la decisión de invertir o no en estrategias de adaptación al cambio climático por parte de los productores bajo distintos escenarios. El experimento se compone de 8 escenarios o casos. Cada caso incluye cambios en el nivel de riesgo, reducción en los costos de adaptación, información sobre el riesgo de los demás jugadores y la posibilidad de comunicación con sus compañeros de grupo, creando así escenarios de control y de tratamientos para probar nuestras hipótesis (Cuadro 4 y 5).

Se diseñaron dos tipos de experimentos, uno con riesgo heterogéneo y otro con riesgo homogéneo. En el experimento heterogéneo el riesgo de un evento meteorológico con efectos negativos para la producción agrícola estuvo determinado por tres niveles: 5, 10 y 15%; siendo este riesgo distinto para cada participante y variable a lo largo de los casos (Cuadro 4). En el experimento homogéneo el riesgo es igual para todos los participantes y es de 10% excepto en los dos últimos casos (Cuadro 5). Cada productor contó con 8 hojas de respuesta que iban mirando una por una conforme se iba explicando el contexto de cada escenario. Las hojas de respuesta se observan en el Anexo 6.

***Cuadro 7. Diseño completo del experimento Heterogéneo***

<b>Caso</b>	<b>Riesgo (%) A/B/C</b>	<b>Información a cerca de los demás</b>	<b>Ganancia por coordinar</b>	<b>Comunicación</b>
1	5/10/15	Sin información	No	No
2	10/15/5	Sin información	No	No
3	Ambiguo	N/A	No	No
4	5/10/15	Con información	No	No
5	5/10/15	Con información	Si, 4000 C\$	No
6	5/10/15	Con información	No	Si
7	5/10/15	Con información	Si, 4000 C\$	Si
8	10/15/5	Con información	Si, 4000 C\$	Si

**Cuadro 8. Diseño completo del experimento Homogéneo**

<b>Caso</b>	<b>Riesgo (%) A/B/C</b>	<b>Información a cerca de los demás</b>	<b>Ganancia por coordinar</b>	<b>Comunicación</b>
1	10/10/10	Con información	No	No
2	10/10/10	Con información	No	No
3	10/10/10	Con información	Si, 4000 C\$	No
4	10/10/10	Con información	Si, 4000 C\$	Si
5	10/10/10	Con información	Si, 3000 C\$	Si
6	10/10/10	Con información	Si, 5000 C\$	Si
7	5/5/5	Con información	Si, 4000 C\$	Si
8	15/15/15	Con información	Si, 4000 C\$	Si

La inversión en adaptación al cambio climático para este experimento se determinó en 6000 C\$ por manzana (300 US\$ aprox.), existiendo escenarios en los cuales este costo disminuye si se logra la adaptación conjunta. La rentabilidad por manzana en la zona de estudio se calcula en 20000 C\$ (rentabilidad promedio productores de café), por lo tanto, si el agricultor decide invertir, la ganancia neta que obtendrá será de 14000 C\$. La información de estos montos concuerda con la realidad del área de estudio. Por otro lado, si el agricultor decide no invertir su ganancia estará determinada por el azar al retirar una bola de una tómbola (equipada con el nivel de riesgo del productor en el escenario que le toca). Si el resultado es buen clima (representado por una bola blanca), su ganancia será de 20000 C\$; si el resultado es un evento climático negativo (representado por una bola roja), su ganancia será de 2000 C\$.

Finalmente todos los participantes recibieron un pago simbólico en efectivo de acuerdo a sus decisiones y a la suerte de ser afectados o no por un evento negativo relacionado al cambio climático. El riesgo de ser afectado por un evento meteorológico fue representado por la tómbola que bajo distintos niveles de riesgo (5, 10 ó 15%) determinaba al azar el resultado. Para esto, al finalizar las elecciones un caso era elegido como “caso real”, es decir, se juega con la tómbola bajo el escenario de ese caso. Cada participante jugaba a la tómbola y el resultado era el determinante del monto que ganaría dependiendo de la elección que el agricultor hizo en dicho escenario (Cuadro 6).

**Cuadro 9. Forma de pago del experimento de campo**

<b>Si el resultado del juego es ...</b>	<b>Nosotros le pagaremos ...</b>
[C\$ 20000]	[C\$ 200] = 10 US\$
[C\$ 18000]	[C\$ 180] = 9 US\$
[C\$ 14000]	[C\$ 140] = 7 US\$
[C\$ 2000]	[C\$ 20] = 1US\$

El experimento incluye cinco procedimientos que intentan analizar diferentes aspectos frente a la decisión de invertir o no en adaptación: (1) Efecto de los niveles de riesgo, (2) efecto de la comunicación, (3) efecto de la coordinación ante una reducción de los costos de inversión, (4) efecto del conocimiento del riesgo de los demás compañeros, y (5) el efecto del riesgo ambiguo versus el riesgo conocido.

Distintos escenarios mostraron diferentes niveles de riesgo pudiendo ser de 5, 10 o 15%. En algunos casos todos los miembros del grupo con riesgos distintos y en otros, todos con el mismo riesgo. De esta manera se analizó el efecto de los cambios en el nivel de riesgo sobre la decisión de invertir en adaptación. La hipótesis es que a mayor riesgo se incremente la adaptación. Además, como se ha mencionado anteriormente, se diseñaron dos tipos de experimentos, uno con riesgo heterogéneo y otro con riesgo homogéneo. El objetivo es analizar las respuestas ante estos dos tipos de riesgo. En nuestra hipótesis se espera que ante un riesgo homogéneo (todos el mismo riesgo) haya menos adaptación que ante un riesgo heterogéneo (donde el participante en cuestión tiene el riesgo intermedio). Al ver que todos tienen el mismo riesgo el participante tiende a percibir una menor tensión o preocupación por actuar (¿para qué, si todos estamos iguales?). Chavas y Holt (1996) en su estudio sobre productores de maíz y soya en Estados Unidos, indica que el análisis con distintos niveles de riesgo (de mercado en el estudio en cuestión) ayuda a afinar el análisis económico del comportamiento de los productores en condiciones de incertidumbre.

Por otro lado, para analizar la influencia de la comunicación se diseñaron escenarios en los cuales la comunicación estaba prohibida y los participantes de cada grupo (de 3 personas) se sentaban dándose la espalda entre ellos. En otros casos, la comunicación estaba permitida y el productor podía hablar abiertamente con sus compañeros de grupo. Nuestra hipótesis es que la comunicación entre los jugadores permite una mayor adaptación. Igualmente, la coordinación puede hacerse efectiva ante la existencia o no de un canal de comunicación (Charness y Grosskopf 2004)

Para evaluar la respuesta ante cambios en los costos de inversión se diseñaron escenarios con incentivos para la adaptación conjunta. Estos fueron: reducción del costo de adaptación a 3000 C\$, 2000 C\$ ó 1000 C\$ por persona si los tres miembros del grupo deciden invertir, y si menos de tres lo hacen el costo vuelve a ser de 6000 C\$ para cada uno. Si lo vemos desde el punto de vista del ahorro o ganancia por coordinación las cifras serían: 3000 C\$, 4000 C\$ y 5000 C\$ de ganancia (estos montos son los que se muestran en los cuadros 4 y 5). En nuestra hipótesis se espera un incremento en adaptación ante una reducción de los costos de inversión.

Estudios como el de Charness y Grosskopf (2004) ponen de manifiesto la variación en las decisiones personales cuando se otorga información sobre el comportamiento de los otros jugadores. En este experimento quisimos evaluar el efecto del conocimiento previo del riesgo de los demás compañeros sobre la decisión personal de invertir en adaptación. Para esto se crearon escenarios donde no se brinda información respecto al riesgo ajeno y otros escenarios con información completa del nivel de riesgo tanto personal como de los compañeros de grupo. Se espera que la decisión de adaptación esté de acuerdo a la comparación del riesgo propio con el de los vecinos. Si este es menor, la tendencia será a no actuar, si mi riesgo es mayor la tendencia será a preocuparme más y tomar acciones al respecto. En caso contrario, cuando sólo se conoce el riesgo propio, la decisión no se verá afectada.

Así mismo se diseñó un escenario en el cual el riesgo de un evento climático con consecuencias negativas para la producción es ambiguo (pudiendo ser de 5, 10 ó 15%) (Caso 3, diseño heterogéneo). Se indicó de la siguiente manera: “En este caso usted no conoce su propio riesgo ni el de los demás. Lo único que sabe es que el riesgo puede ser 5, 10 o 15 de cada 100”. Ante este desconocimiento, los productores ¿invierten o no? ¿Prefieren estar prevenidos o arriesgarse? Nuestra hipótesis es que ante un riesgo incierto habrá una mayor adaptación por parte de los productores (aversos a la ambigüedad).

### ***3.3.2 Procedimiento experimental***

Se aplicaron los experimentos de campo en 6 talleres con cooperativas de productores durante los meses de junio y julio del 2008. El número total de participantes fue de 122, tal como se describe en el cuadro 3.

**Cuadro 10 .Detalle de los talleres efectuados en la cuenca de Apanás**

<b>Nº</b>	<b>Fecha</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Tipo de taller</b>	<b>Nº de participantes</b>
1	17-jun	Asturias	Homogéneo	24
2	19-jun	Los Robles	Homogéneo	24
3	27-jun	Llano la tejera	Heterogéneo	15
4	02-jul	Datanlí	Heterogéneo	17
5	07-jul	Jiguina	Heterogéneo	21
6	15-jul	El Mojón	Homogéneo	21

**122**

Los agricultores asistieron a los talleres de forma voluntaria mediante una convocatoria de la comunidad y/o cooperativa a la cual pertenecen. El experimento de campo fue introducido como un juego de riesgo y probabilidades en el contexto de cambio climático mostrando las posibles consecuencias para la agricultura y el bienestar de la cuenca. Los participantes fueron ordenados en grupos de 3 personas (A/B/C). Se inició el experimento dando las instrucciones generales del juego y una introducción sobre el cambio climático y la adaptación en el sector agrícola haciendo uso de imágenes. El guión de los experimentos se puede observar en el Anexo 5.

Para asegurarnos que los productores comprendan los porcentajes asociados a los niveles de riesgo se incluyó una explicación sobre porcentajes mediante ejemplos utilizando una tómbola real. Parte de esta explicación se hizo de la siguiente manera (en esta situación se desarrolla un riesgo de 5%): “En la figura se muestran 100 bolas. Si el riesgo de que suceda un evento negativo es 5 de cada 100, es lo mismo que colocar todas las bolas en una tómbola y sacar al azar una bola roja, lo que significa que tendremos un evento negativo. Si la bola extraída al azar es blanca, nada va a pasar. En 5 de cada 100 casos la bola puede salir roja y en 95 de 100 casos la bola puede salir blanca”.

Posteriormente los productores tenían que elegir entre invertir o no invertir en adaptación al cambio climático bajo 8 diferentes escenarios o casos. En el libreto de introducción se indicó lo siguiente: “En total ustedes realizarán 8 elecciones. Cada uno de los casos es independiente de los anteriores, es decir, cada caso es una situación nueva e independiente de las demás.” Se les indicó también que consideren a los miembros de su grupo como si fueran sus vecinos para contextualizar el juego. Así mismo se mencionó que al finalizar

el experimento nosotros le pagaríamos con dinero de acuerdo con sus decisiones (Cuadro 6) y explicamos el método de pago con ejemplos haciéndolos participar y usando la tómbola. Luego se inició el experimento propiamente dicho leyendo las características del primer escenario. Las paginas de respuesta de cada escenario o caso fueron miradas una a una dependiendo en qué caso nos encontráramos (las hojas de respuesta se pueden observar en el Anexo 6).

### 3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.4.1 Características básicas

El cuadro 11 presenta los resultados de las características de los agricultores participantes en el experimento. La media del nivel educativo fue de 1,45; es decir, un nivel de primaria incompleta. También podemos observar que la mayoría de productores cultivan café, seguido por granos básicos y en tercer lugar hortalizas.

*Cuadro 11. Estadística descriptiva de las características de los productores*

Variable	Descripción de la variable	n	Media	Desv. Est.	Mín	Máx
Genero	Género del productor : 1 mujer, 0 hombre	122	0,27	0,45	0	1
Edad	Edad del productor encuestado	121	42,45	14,56	16	79
Nivel educativo	Nivel educativo, de 0 a 6	122	1,45	1,39	0	6
Tamaño finca	Tamaño de la finca en manzanas	118	7,25	18,98	0,25	200
Café	Productores de café: 1 si, 0 no	122	0,6	0,49	0	1
Granos básicos	Productores de maíz y/o frijol: 1 si, 0 no	122	0,39	0,49	0	1
Hortalizas	Productores de hortalizas: 1 si, 0 no	122	0,16	0,37	0	1
Dificultad	Dificultad del experimento, de 1 a 4	122	2,44	0,76	1	4

#### 3.4.2 Efecto de los niveles de riesgo

Evaluamos la respuesta de los productores ante distintos niveles de riesgo. Se espera un incremento de la adaptación mientras el riesgo es mayor. Efectivamente vemos un aumento en la adaptación siendo estas diferencias significativas (Chi- cuadrado  $p = 0,01$ ) (Cuadro 12).

**Cuadro 12. Número de personas que adaptan y no adaptan bajo distintos niveles de riesgo**

<b>Riesgo</b>	<b>No adapta</b>	<b>Adapta</b>
5%	17 (53%)	15 (47%)
10%	10 (30%)	23 (70%)
15%	3 (7%)	28 (93%)

Valor p prueba Chi- cuadrado = 0,001

### **3.4.3 Efecto de la comunicación**

Evaluamos el efecto de la comunicación cuando todos tienen el mismo riesgo y confirmamos que la comunicación no está ejerciendo ningún efecto en la decisión de invertir en adaptación (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Número de personas que adaptan y no adaptan con y sin comunicación y con el mismo nivel de riesgo (riesgo homogéneo)**

<b>Comunicación</b>	<b>No adapta</b>	<b>Adapta</b>
Con comunicación	63 (91%)	63 (91%)
Sin Comunicación	6 (9%)	6 (9%)

Valor p prueba Chi- cuadrado = 1

Analizando el efecto de la comunicación cuando todos tienen riesgos distintos, nuevamente resulta que la comunicación no ejerce efecto significativo en la adaptación (Chi- cuadrado p = 0,529).

**Cuadro 14. Número de personas que adaptan y no adaptan con y sin comunicación con distintos niveles de riesgo (riesgo heterogéneo)**

<b>Comunicación</b>	<b>No adapta</b>	<b>Adapta</b>
Con comunicación	15 (28%)	38 (72%)
Sin Comunicación	18 (34%)	35 (66%)

P-valor prueba Chi- cuadrado = 0,53

### **3.4.4 Efecto de la coordinación ante una reducción de los costos de inversión**

Para analizar este efecto comparamos cuatro escenarios (A, B, C y D)(Cuadro 15). En todos estos escenarios el productor conoce su propio riesgo y el de los miembros de su grupo; las diferencias son la existencia o no de ganancias por coordinación y de comunicación entre ellos. La ganancia por coordinación está dada por una reducción del costo de adaptación de

6000C\$ a 2000 C\$ si todos los miembros del grupo adaptan (3 personas). Esto se diseñó pensando en una situación real de economías de escala en la provisión de asistencia técnica y la adquisición de herramientas y materiales necesarios para la adopción de prácticas de conservación de suelos. Para hacer el análisis nos enfocamos a nivel de decisiones grupales y no en individuos. El número de grupos es de 40, sin embargo en el escenario D contamos con 17 grupos ya que este caso solo se presenta en el experimento heterogéneo. El cuadro 18 resume los resultados por grupos en los cuatro escenarios.

**Cuadro 15. Número de productores que adaptan bajo cada escenario**

	<b>Escenario A</b>	<b>Escenario B</b>	<b>Escenario C</b>	<b>Escenario D</b>
Numero de miembros que adaptó	Sin ganancias por coordinar y sin comunicación	Ganancia por coordinar y sin comunicación	Ganancia por coordinar y comunicación abierta	Sin ganancias por coordinar y comunicación abierta
0	2 (5%)	0 (0%)	2 (5%)	0 (0%)
1	6 (15%)	5 (13%)	2 (5%)	5 (29%)
2	13 (33%)	12 (31%)	9 (23%)	10 (59%)
3	19 (48%)	22 (56%)	27 (68%)	2 (12%)

Podemos hacer dos análisis. Primero, comparar las diferencias de distribución entre escenarios mediante una prueba Chi- cuadrado. En segundo lugar, podemos comprobar si la proporción de los grupos que logró plena coordinación (que adaptan los 3 y obtienen reducción de costos de adaptación) es diferente de los demás (de los grupos que adoptaron 0,1 ó 2 miembros).

Empezaremos observando los escenarios A y B. En el escenario B se presentan ganancias por coordinación, con una reducción de 4000 C\$ en los costos de adaptación mientras que en el escenario A no se presentan ganancias. En ambos casos los productores no pueden comunicarse entre sí. A pesar que existe un incremento de la coordinación plena cuando se presenta la opción de ganancias, las diferencias no son significativas de manera que la coordinación no se presenta cuando no existe comunicación. Ahora nos preguntamos qué ocurre en el caso que la comunicación sea permitida (escenario C y D). Podemos ver el efecto de las ganancias en presencia de comunicación. Observamos diferencias significativas en la distribución de las proporciones de ambos escenarios, alcanzando plena adaptación el 68% de los grupos cuando existen ganancias por coordinación (escenario C), a diferencia del escenario D, donde la adaptación plena es del 12% (Chi-cuadrado,  $p = 0,0003$ ). En resumen, la comunicación es indispensable para que los incentivos económicos tengan algún efecto positivo sobre la decisión de invertir en adaptación.

### 3.4.5 Efecto del conocimiento del riesgo ajeno

Durante los tratamientos cada agricultor contaba con un nivel de riesgo el cual era tomado como propio y los otros participantes desconocían el riesgo de sus compañeros, sin embargo, en algunos casos se revelaba información sobre el riesgo de los compañeros del grupo. El conocimiento del riesgo de los demás productores no afectó significativamente la decisión de invertir en adaptación, a pesar que se observó un incremento en la adaptación sobretodo cuando el productor contaba con el mayor riesgo, pero no resultó significativo (Chi-cuadrado,  $p = 0,2$ ) (Cuadro 16). Esto nos indica que los agricultores solo tomaron en cuenta su propio riesgo en la decisión de adaptación.

**Cuadro 16. Numero de personas que adaptan y no adaptan cuando conocen el riesgo de los demás y cuando no lo conocen**

Riesgo	Sin información acerca de los demás		Con información acerca de los demás	
	No adapta	Adapta	No adapta	Adapta
5%	8 (47%)	9 (53%)	7 (41%)	10 (59%)
P-valor prueba Chi-cuadrado de diferencias en distribución sin información y con información = 0,72				
10%	9 (50%)	9 (50%)	7 (39%)	11 (61%)
P-valor prueba Chi-cuadrado de diferencias en distribución sin información y con información = 0,5				
15%	5 (28%)	13 (72%)	2 (11%)	16 (89%)
P-valor prueba Chi-cuadrado de diferencias en distribución sin información y con información = 0,2				

### 3.4.6 Efecto del riesgo conocido versus el riesgo incierto (ambigüedad)

Ante un riesgo ambiguo se espera una mayor adaptación por parte de los productores. Ciertamente existe una relación entre la adaptación y el riesgo ambiguo. Cuando se presenta un riesgo desconocido los productores adaptaron más (83% vs 67%), siendo estas diferencias significativas (Chi- cuadrado  $p = 0,033$ ) (Cuadro 17).

**Cuadro 17. Tabla de contingencia riesgo conocido y riesgo ambiguo**

Tipo de riesgo	No adapta	Adapta
Riesgo conocido	35 (33%)	71 (67%)
Riesgo ambiguo	9 (17%)	44 (83%)
P-valor prueba Chi- cuadrado = 0,033		

### 3.5 CONCLUSIONES

En términos generales, los productores muestran una fuerte aversión al riesgo resultando una alta tendencia hacia la adaptación a pesar de contar con el menor riesgo, en este estudio, de 5%. Por otro lado, es probable que los niveles de riesgo considerados en esta investigación hayan sido percibidos como muy altos, dada la alta aversión al riesgo mostrada por los productores. Es recomendable en próximos estudios ajustar los niveles de riesgo disminuyéndolos para obtener más variabilidad en las respuestas. Por otra parte, los productores son concientes del riesgo y responden a cambios en el nivel de riesgo incrementando las probabilidades de adaptación ante un riesgo mayor.

Adicionalmente se realizaron regresiones logísticas donde encontramos una variable sistemáticamente relevante, ésta variable representa la respuesta de los productores sobre el nivel de dificultad del experimento. Así, el grado de dificultad resulta positivamente significativo para el modelo, indicando que los individuos que perciben mayor dificultad tienen más probabilidades de adaptarse. Este hecho puede explicar en parte el alto porcentaje de adaptación ya que al no entender el juego los productores se van por la opción segura de adaptar.

En cuanto al efecto de la comunicación y de la información del riesgo de los demás, encontramos que no ejercen influencia significativa en la decisión de invertir en adaptación. Los agricultores toman las decisiones basándose únicamente en la información pertinente para ellos sin dejarse influenciar por el conocimiento de información externa. Esto nos indica que los agricultores son sensibles a su propio riesgo. Sin embargo, analizando las respuestas de los escenarios con y sin información del riesgo de los demás observamos una tendencia a la adopción cuando el productor tiene el mayor riesgo. No descartamos que esta tendencia podría resultar significativa si se aumenta el tamaño de la muestra.

Para que los incentivos económicos por adaptación conjunta (reducción de costos si los 3 miembros del grupo adaptan) tengan algún efecto sobre la decisión de invertir es indispensable que exista comunicación entre los productores. Ante la falta de comunicación los agricultores toman su decisión basándose en su propio riesgo, sin prestar mayor atención a los beneficios de la adaptación conjunta. En particular, si no se presentan incentivos financieros, la

comunicación es irrelevante para la decisión de los agricultores. Este resultado es significativo porque nos evidencia la importancia de las organizaciones de productores como una plataforma de diálogo para la toma de decisiones de acción conjunta y la creación de mecanismos de incentivos para la implementación de PCS. El enfoque en la creación o en el fortalecimiento de ese tipo de facilitadores puede resultar en una mayor efectividad a la hora de la implementación de los incentivos para PCS.

Finalmente, cuando evaluamos la influencia de un riesgo desconocido o ambiguo encontramos que los productores reaccionan ante el riesgo desconocido incrementando la adaptación. Ante un escenario de incertidumbre la preferencia es “estar prevenidos”.

### 3.6 BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, E; Peterson, T. C; Ramírez Obando, P; Frutos, R; Retana, J; Solera, M; Soley, J; González García, I; Araujo, R; Santos, R; Valle, V; Brunet, M; Aguilar, L; Álvarez, L; Bautista, M; Castañon, C; Herrera, L; Ruano, E; Sinay, J; Sánchez, E; Hernández Oviedo, G; Obed, F; Salgado, J; Vázquez, J; Baca, M; Gutiérrez, M; Centella, C; Espinosa, J; Martínez, D; Olmedo, B; Ojeda Espinoza, E; Núñez, R; Haylock, M; Benavides, H; Mayorga, R. 2005. Changes in precipitation and temperature extremes in Central America and northern South America, 1961–2003. *Journal of Geophysical Research* (110) 10.1029/D006119
- Antle, J. 1897. Econometric estimation of producers' risk attitudes. *American Journal of Agricultural Economics* (69):509-522
- ASAAN (Asociación Ambientalista Audubón de Nicaragua) 2006. Plan de manejo para la conservación y uso racional de la cuenca del humedal Lago Apanás-Asturias. Sitio Ramsar N°1137. Managua, Nicaragua. 351 p.
- Binswanger, H. 1980. Attitudes towards risk: Experimental measurement in rural India. *American Journal of Agricultural Economics* (62):395-407
- Bradshaw, B; Dolan, H; Smit, B. 2004. Farm-level adaptation to climatic variability and change: crop diversification in the Canadian prairies. *Climatic Change* (67): 119-141
- CABAL 2008. Informe de Evaluación Socioeconómica, Productiva y Ambiental del territorio de la Cuenca Hídrica de los Lagos de Apanás y Asturias. Estudio del ordenamiento ambiental del territorio y manejo de la cuenca hídrica: lagos Apanás y Asturias.. ENEL (Empresa Nicaragüense de Electricidad). 120 p.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe) 2006. Nicaragua: evolución económica durante 2006 y perspectivas para 2007. LC/MEX/L.797. 37 p.
- Charness, G; Grosslopf, B. 2003. What makes cheap talk effective? Experimental evidence. *Economics Letters* (83): 383-389
- Chavas, J; Holt, M. 1996. Economic behaviour under uncertainty: A joint analysis of risk preferences and technology. *Review of Economics and Statistics*. (78): 329-335
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) 2006. VIII Censo de Población 2005 y VI de Vivienda. Gobierno de Nicaragua.

- Madrigal, R. 2003. Efecto de los incentivos económicos y acción colectiva sobre el uso del agua para irrigación del Distrito de Riego Arenal Tempisque (DRAT), Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 209 p.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 1999. Guía técnica de conservación de suelos y agua. Serie técnica N° 17. 30 p.
- Pope, R; Just, R. 1991. On testing the structure of risk preferences in agricultural supply analysis. *American Journal of Agricultural Economics*. (73):743-748
- Schneider, S.H; Semenov, S; Patwardhan, A; Burton, I; Magadza, C.H.D; Oppenheimer, M; Pittock, A.B; Rahman, A; Smith, J.B; Suarez, A; Yamin, F. 2007. Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Parry, M.L; Canziani, O.F; Palutikof, J.P; Van der Linden, P.J; Hanson, C.E. Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 779-810.
- Southgate, D; Macke, R. 1989. The Downstream Benefits of Soil Conservation in Third World Hydroelectric Watersheds. In *Land Economics* 65(1): 38-48.
- Sterner, T. 2008. Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 560 p.
- Viteri, A; Logo-Briones, T. 2005. Perfil detallado de manejo forestal de la cuenca hídrica del Río Viejo. Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL). Nicaragua. 64 p.
- Warnick, J; Escobal J; Laszlo, S, 2007. Ambiguity Aversion as a Predictor of Technology Choice: Experimental Evidence from Peru. CIRANO Working Papers 2007s-01, CIRANO

#### **4 CAPITULO III: Análisis de rentabilidad y estimación de costos de manejo y cambio de uso del suelo para reducir la erosión en la cuenca de Apanás, Nicaragua.**

Palabras claves: control de erosión, costo de oportunidad, lago de Apanás, prácticas de conservación de suelo, servicios ecosistémicos, valoración económica.

##### RESUMEN

Este artículo presenta el análisis de rentabilidad de la producción y valoración de la oferta del servicio ecosistémico (SE) de control de la erosión o reducción de sedimentos por parte de los productores agrícolas de la cuenca del lago Apanás, principal embalse para la generación de hidroenergía en Nicaragua. El estudio comprende 3 partes: inicialmente se identifican las practicas de conservación de suelos (PCS) relevantes en la cuenca; luego se identifican y caracterizan a los proveedores del SE de control de erosión; y finalmente se valoran los costos de provisión de este servicio ya sea mediante la implementación de PCS o por el mantenimiento de las áreas cubiertas de bosque. Se realizaron 225 encuestas en 30 comunidades priorizadas de la cuenca. Los valores mostrados son obtenidos a partir de preguntas hechas a los agricultores, por lo tanto nos basamos en montos percibidos por ellos.

Como resultado presentamos montos diferentes para cada tipo de cultivo que deberán ser tomados como el monto mínimo a pagar por la implementación y mantenimiento de PCS en las áreas agrícolas. Para el caso de un cambio de uso del suelo de actividades agrícolas a protección y para el mantenimiento y conservación de las áreas boscosas los montos estimados deben considerarse como topes máximos. Como se puede observar, este estudio es un primer paso que nos brinda un acercamiento de los montos a pagar para una futura implementación de incentivos económicos orientados a incrementar la oferta de reducción sedimentos en la cuenca.

## 4.1 INTRODUCCION

La erosión del suelo suele tener un carácter de contaminación de fuente difusa. Esto quiere decir, que las externalidades se esparcen de una finca a otra y hacia otros receptores de la cuenca. El monitoreo en este tipo de contaminación es bastante difícil debido a los problemas de disponibilidad de información de las fuentes ya que las “emisiones” se extienden a lo largo de un área considerable. Debido a estas características los mecanismos que se deben utilizar son los que incentiven el cumplimiento de prácticas que reduzcan la erosión del suelo en lugar de la regulación directa de la descarga de cada agricultor (Sterner 2007).

La adopción de PCS se asocia con la reducción de la erosión y por ende vienen a representar insumos para la “oferta” del servicio de control de la erosión o retención de sedimentos que es ofrecido por parte de los agricultores. En este ámbito, la presente investigación se centra en determinar los costos de provisión de este servicio ya sea por la implementación de PCS o por la conservación de áreas forestales privadas. Esta información puede resultar útil para un futuro diseño de incentivos económicos orientados a la reducción de la erosión y sedimentación.

El *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA) clasifica al servicio ecosistémico (SE) de control de erosión dentro de los servicios de regulación e indica que la disminución de este servicio origina una cantidad excesiva de sedimentos que pueden causar un daño considerable a la ecología local. Así mismo califica al SE de control de erosión como un servicio en situación de “degradación” a nivel global ya que en términos generales se ha producido una reducción de los beneficios que se obtienen del servicio a causa de la conversión de tierras a uso agrícola.

Para suministrar el SE de control de erosión los propietarios de tierras privadas incurren en costos. El conocimiento de estos costos es fundamental para el diseño de programas de incentivos económicos por conservación. Sin embargo, una estimación precisa de estos costos es difícil y para el cálculo de los costos de oportunidad por conservación de los propietarios de tierra existen varios métodos (Kelsey et ál. 2008). Para este estudio hemos obtenido datos de 225 productores mediante encuestas estructuradas, por lo tanto los análisis se basan en costos percibidos por los agricultores.

La presente investigación se desarrolla en la cuenca del lago de Apanás, embalse artificial creado en el año 1964 para abastecer a la planta hidroeléctrica Centroamérica - y en

parte también abastece a la planta Santa Bárbara. Estas son las dos únicas plantas hidroeléctricas actualmente en funcionamiento en Nicaragua, que producen cerca del 14% de la energía total del país (CEPAL 2006). En este contexto, el demandante del SE de control de erosión vendría a ser HIDROGESA, empresa encargada de la generación de hidroelectricidad en el país; y los ofertantes del SE son los pobladores asentados en la cuenca quienes, al conservar las áreas boscosas o al adoptar prácticas de conservación de suelos en áreas agrícolas, contribuyen a la reducción de la erosión y consecuente sedimentación en el embalse.

Existen indicadores que demuestran que muchos beneficios de los SE hídricos en países en desarrollo están siendo perdidos a causa de la erosión del suelo. La sedimentación asociada ha eliminado gran parte de la capacidad de los embalses creados durante los años 1940-1989 (Southgate & Macke 1989). En el caso del embalse Apanás, a pesar que se desconoce el nivel de sedimentos que contiene, se asume dadas las condiciones del área y la antigüedad del embalse que se encuentra con un nivel alto de sedimentos.

En términos generales, el patrón socioeconómico del área de la cuenca se caracteriza por un bajo nivel de escolaridad, siendo las principales actividades económicas la caficultura y el cultivo de granos básicos muchas veces para autoconsumo. Estas actividades han impactado fuertemente las áreas boscosas, existiendo una reducción del 22% del área de bosques durante 21 años (1984-2006) (ASAAN 2006). Este hecho, unido a los flujos de servicios ecosistémicos y beneficios que nos ofrecen los bosques (MEA 2005), nos hace pensar en la importancia de la conservación de las áreas boscosas remanentes en la cuenca.

Este estudio se divide en 3 partes. En la primera se realiza una identificación de las PCS relevantes para el control de la erosión en la cuenca, luego se identifica y caracteriza a los proveedores del servicio ecosistémico de control de erosión, y posteriormente se realiza una valoración de los costos de provisión de este servicio ya sea mediante la implementación de PCS o por el mantenimiento de las áreas cubiertas de bosque. La valoración de los costos asociados a la conservación de bosques se realiza mediante el método de costos de oportunidad, obteniendo un costo por cada uso alternativo, ya sea el cultivo de café, granos básicos, papa u hortalizas. Este método se complementó con datos de costos para el establecimiento y mantenimiento de una cerca de protección del bosque. Para casos donde se promueven mejoras en áreas agrícolas se utilizan métodos de cambios en la productividad y costos de inversión inicial (Madrigal y Alpízar 2008). Los resultados de este estudio pueden servir como un insumo

de política en el cual estén involucrados incentivos económicos orientados a impulsar estrategias de mantenimiento de bosques y de conservación de suelos en áreas agrícolas.

## **4.2 DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO**

La cuenca del Lago de Apanás se ubica en la parte central de Nicaragua. El área que conforma la cuenca, en casi su totalidad pertenece al municipio de Jinotega. El departamento de Jinotega es el tercero del país en extensión y cuenta con 33 335 habitantes, lo cual representa el 6,4% de la población nicaragüense (CABAL 2008, VIII Censo de población 2005). La cuenca tiene una extensión de 587 km<sup>2</sup> incluyendo los espejos de agua, con área de drenaje de 549,4 donde se encuentran 18 ríos tributarios principales de los cuales el Río Jigüina posee la mayor área de drenaje con el 33% del área total (ASAAN 2006).

El lago se encuentra a una altura ligeramente superior a los 900 msnm y climáticamente se ha considerado como una zona con clima de sabana tropical modificado o sabana tropical de altura (Köppen). La pendiente de los suelos a lo largo de la cuenca es muy escarpada. Este relieve montañoso es vulnerable a procesos diluviales y gravitacionales generando un ambiente propicio para la erosión, deslizamientos y otros procesos degradantes, con la consecuente pérdida de suelos, nutrientes, y la acumulación de sedimentos en las zonas bajas (CABAL 2008). El área muestra un creciente uso de sistemas anuales y cultivos en limpio, principalmente granos básicos, café y pastos. Las actividades agrícolas y la producción pecuaria se extienden a expensas del bosque y de los suelos de vocación forestal, aumentando la escorrentía superficial y la degradación de los suelos (Viteri y Logo-Briones 2005).

Estas cifras reflejan el alto grado de perturbación del paisaje natural en la cuenca, lo cual indica que ha sido fuertemente intervenido producto del avance de la frontera agrícola. En un análisis del uso del suelo por un período de 21 años (de 1984 al 2006) se muestra la presión ejercida sobre la vegetación natural, existiendo durante este período una disminución de 22% de la vegetación boscosa, un aumento de 65% en áreas de cultivos anuales y una reducción de 10% en el área de cultivos perennes (ASAAN 2006). Viteri y Logo-Briones (2005) resaltan que el uso inapropiado del suelo genera altas tasas de erosión, encontrándose el 11% de los suelos del municipio de Jinotega bajo la categoría de erosión Leve, 85% bajo la categoría de erosión Moderada, y 4% bajo la categoría de erosión Fuerte y Severa.

La población que se estima para la cuenca para el 2008 es de 94 003 habitantes (INEC 2006). Sobre las principales actividades económicas, el diagnóstico realizado por la Alcaldía Municipal de Jinotega y el Centro Humboldt (2007) dentro del proyecto de Gestión del Riesgo, identificó para el municipio de Jinotega que la población local labora mayormente en la agricultura (79%), le siguen en importancia los servicios privados (7%), los aspectos forestales (6%), la ganadería (4%), el comercio (4%), y por ultimo los servicios públicos.

La actividad agrícola se extiende en aproximadamente el 75% del área de la cuenca, tal como se muestra en el Cuadro 1, página 13. Según datos reportados en el Plan de Desarrollo Departamental del 2005, en este entonces el departamento de Jinotega aportaba el 4,5% del Producto Interno Bruto, y reunía el 8,1% de la superficie agropecuaria censada a nivel nacional, destacándose como actividad principal la caficultura, que tiene todavía aquí su mayor desarrollo a nivel nacional, junto con el departamento de Matagalpa. También la siembra de granos básicos asume en Jinotega el segundo lugar a nivel nacional (Cuadro 2, pág. 15).

### **4.3 METODOLOGIA**

Para recoger los datos necesarios para este estudio se determinó priorizar las áreas con mayor riesgo de erosión, determinadas mediante el mapa topográfico y el de erosión (MAGFOR 2007). Con base en estos criterios y en conversaciones con expertos se escogieron 30 comunidades dentro de la cuenca.

Una vez identificadas las áreas prioritarias se procedió a identificar y caracterizar a los productores de dichas áreas, con el objetivo de entender los factores que pueden influir en la toma de decisiones en relación al uso de la tierra. Para esto, se aplicó una encuesta (Anexo 1), la cual permitió obtener información sobre factores socioeconómicos de los agricultores (características de la finca, uso de la tierra, tipo y rentabilidad de la actividad productiva, situación legal de la finca, implementación de PCS, costos de cada PCS). El muestreo se realizó con asignación proporcional al tamaño de los estratos (comunidades). Un total de 225 encuestas fueron realizadas al azar dentro de cada comunidad.

La identificación de PCS orientadas a reducir la erosión y consecuentemente disminuir el flujo de sedimentos al embalse se realizó en base a las prácticas actualmente implementadas en la cuenca, juicio de expertos, y con información secundaria del proyecto PASOLAC. Esta investigación no plantea proponer nuevas prácticas, por el contrario, se ha dado importancia a

las PCS que son conocidas por los agricultores ya que varias comunidades del área de estudio han tenido influencia de diversas organizaciones que trabajan el tema de conservación de suelos en la cuenca.

En las encuestas se consultó sobre las PCS que se han implementado. Teniendo esta lista preliminar se hizo una sesión de trabajo con expertos (técnicos e ingenieros agrónomos que trabajan en la cuenca) donde se discutió sobre la importancia de cada práctica tanto para reducir la erosión como por la factibilidad de ser implementada por los agricultores y de esta manera, elegir las que serán valoradas en este estudio.

Tomando en cuenta el uso actual del suelo en la zona de estudio, en donde la mayor parte es área intervenida (agrícola), pero existen también áreas cubiertas de bosque, se plantean dos escenarios generales. El primero consistió en calcular un monto de compensación a los productores por mantener las áreas boscosas (que también puede utilizarse de manera inversa, para convertir áreas de uso agrícola a protección), y el segundo calcular un monto para la incorporación de PCS en las áreas agrícolas.

Para las áreas cubiertas de bosque, el monto de compensación a los productores se calculó mediante el método de costos de oportunidad, el cual mide los costos del mejor uso alternativo, es decir, se compara con la oportunidad más rentable posible que se puede generar en esas áreas. Para determinar el monto de compensación a los productores se calculó el costo de oportunidad de la producción, el costo de inversión inicial, y los costos de mantenimiento del área con la finalidad de obtener el monto que se deja de percibir por mantener el área completamente para protección

El costo de oportunidad de la producción se realizó utilizando la información otorgada por los agricultores para cada actividad productiva que se realiza en la finca. La información obtenida de las encuestas es la siguiente: costo por manzana, rendimiento por manzana y precio de venta (por cada cultivo). De esta manera se calculó el monto que el agricultor deja de percibir producto del ingreso neto por manzana de cada cultivo.

El costo de inversión inicial consiste en el costo de implementación de este nuevo uso del suelo, lo que se calcula solo para el primer año. Para este caso específico se considera como costo de inversión inicial la cerca de protección del bosque.

El costo de mantenimiento consiste en los costos que se incurren por mantener este nuevo uso del suelo anualmente, en este caso, se consideró el mantenimiento de la cerca.

Luego, para estimar el monto de compensación para el primer año se considera el costo de inversión inicial más el costo de oportunidad de la producción; y para los años siguientes el monto de compensación se calcula como el costo de mantenimiento más el costo de oportunidad en la producción. Sin embargo, este costo de oportunidad debe ser corregido por los gastos potenciales de conversión y de diferencias en la rentabilidad en los primeros años.

Para las áreas intervenidas se procedió a valorar las PCS con base en los costos de implementación mencionados por los productores en las encuestas realizadas (costos percibidos) más el mantenimiento anual de las prácticas. No se considera el costo de oportunidad en la producción ya que se asume que el cambio en la productividad es cero. Tampoco se consideraron los riesgos de destrucción de las obras.

## **4.4 RESULTADOS Y DISCUSION**

### ***4.4.1 Selección y priorización de áreas de intervención***

Como se mencionó anteriormente, se eligieron un total de 30 comunidades a lo largo de la cuenca priorizadas por sus características topográficas y el mapa de erosión elaborado por MAGFOR (2007). Las comunidades se pueden observar en la figura 1.

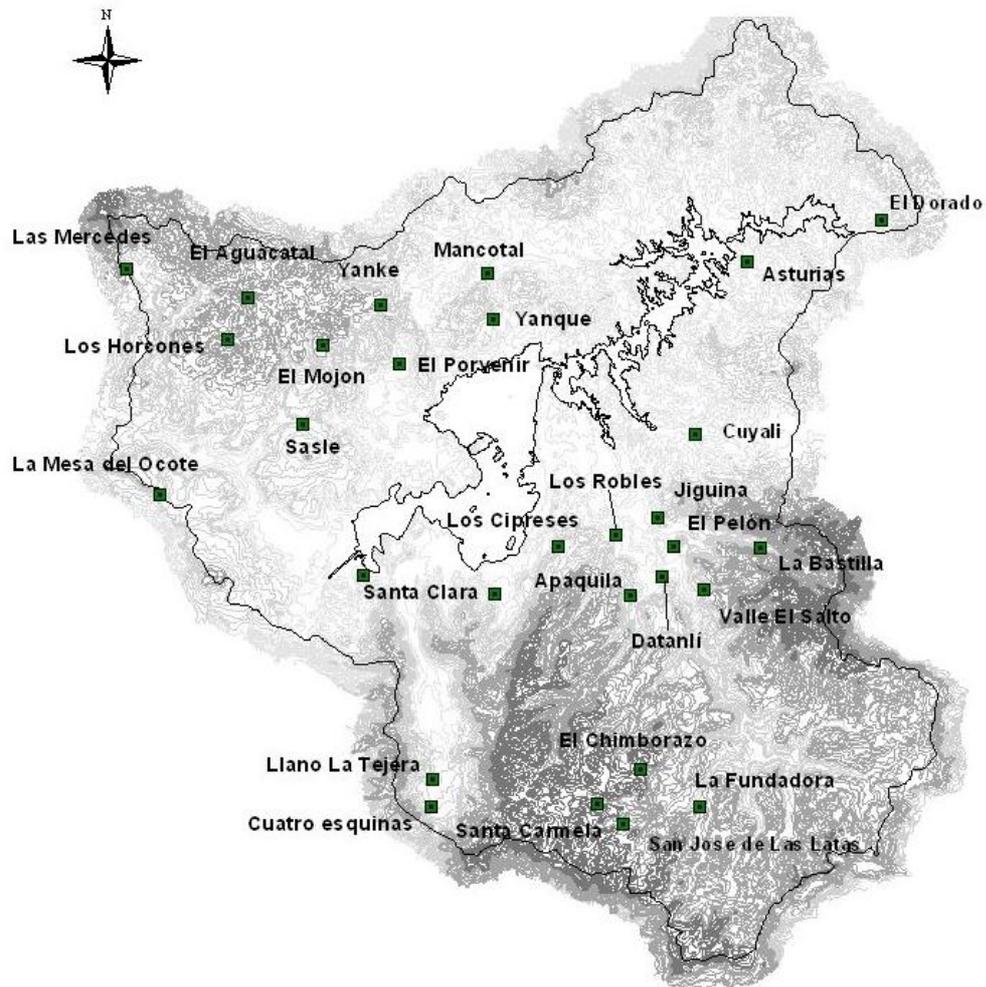


Figura 3. Mapa de la cuenca de Apanás mostrando las comunidades priorizadas

#### ***4.4.2 Identificación y caracterización de los proveedores del servicio ecosistémico de control de la erosión***

Se entrevistaron un total de 225 productores (jefe de familia y encargado de las actividades productivas de la finca) dentro de las 30 comunidades seleccionadas, de los cuales el 53,9% tiene implementadas PCS en su finca y un 47,1% no tienen. La caracterización de los proveedores del SE de control de erosión se realiza con la información de todos los productores encuestados.

Dentro de las características socioeconómicas, tenemos que el 17% de los encuestados es de género femenino. Con respecto a la edad de los encuestados, casi un 50% se encuentra

en el rango de edad de 31-50 años y un 33% es mayor de 50 años; un 36% no cuenta con ninguna educación formal, el 51% tiene educación primaria, 9% educación secundaria, y un 4% el nivel técnico y/o universitario. El 57% de las familias están compuestas por menos de 5 personas, 38% entre 6-10 personas y un 5% por más de 11 personas. Referente a la experiencia del productor en la agricultura se obtuvo una media de 20 años con una desviación estándar de 15. Con respecto a la utilización de mano de obra, el 70 % de los productores utiliza mano de obra familiar, mientras que el 30% del total de los encuestados contrata mano de obra esporádicamente; y el 32% de los encuestados vende su mano de obra en períodos que van de 2 a 10 meses al año.

Sobre el tamaño de finca, el 72% de encuestados posee menos de 5 mz; y con relación a la tenencia de la tierra, un 92% de los productores afirma poseer algún tipo de documento que acredita la propiedad de la finca. Se consultó sobre el tiempo de tenencia del documento donde la media es de 25,4 años con una desviación estándar de 14,1.

En el tema de adopción de PCS, resultó que el 53,9 % de los productores encuestados tiene PCS implementadas, entre las prácticas más frecuentes están las barreras vivas (41,3%), acequias de ladera (19,5%) y las barreras muertas (19,1%)

Los granos básicos son el principal cultivo de la muestra encuestada (65%), seguido por el café (49,1%); el 23,4% cultivan hortalizas; 5,4% papa; 15,3% tiene potrero; 11,3% posee área de bosque dentro de su finca y un 5% posee áreas de tacotal o abandonadas.

*Rendimientos productivos:* dentro de la encuesta se consultó a los productores sobre los rendimientos de los cultivos que produce en su finca. Existe alta variabilidad en los rendimientos ya que algunos productores utilizan mejor calidad de semilla e invierten más en las labores de producción de su terreno. La disponibilidad financiera puede ser una razón que influencia los rendimientos. En el cuadro 18 se muestran los resultados del rendimiento por cultivo. Todos los cálculos se realizaron con la conversión de 1 US\$ = 20 Córdobas.

**Cuadro 18. Rendimientos por cultivo (qq/mz)**

	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Café	109	28,1	15,5	4	62
Frijol	133	14,1	6,5	4	40
Maíz	146	22,3	9,9	4	65
Papa	13	170	88,6	40	300

*Costos de producción:* igualmente se consultó a los productores sobre los costos de producción por manzana para cada cultivo. Observamos que también existe alta variabilidad en las respuestas habiendo productores que no invierten en sus cultivos (costo cero) y como consecuencia obtienen bajos rendimientos. El cuadro 19 presenta los resultados.

**Cuadro 19. Costos de producción por cultivo (US\$/mz)**

	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Café	109	547,6	316,6	0	1500
Frijol	133	278	129,1	27,5	900
Maíz	146	199,1	88,6	0	500
Papa	13	1750	846,8	400	2500

*Precio de venta:* en este rubro la variabilidad está dada por la calidad del producto. La mayor variabilidad se muestra en el café donde los precios pueden ir desde 25 hasta 125 dólares el de mejor calidad. Los resultados se muestran en el cuadro 20.

**Cuadro 20. Precio de venta por cultivo (US\$/qq)**

	<b>N</b>	<b>Promedio</b>	<b>Desv. Est.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Café	109	67,3	23,3	25	125
Frijol	133	60	7,3	25	85
Maíz	146	16,6	1,9	9,5	20
Papa	13	21,3	6,4	15	35

*Rentabilidad:* Se calculó la rentabilidad para cada cultivo tomando los valores promedio de rendimiento, costo y precio. En el caso de las hortalizas no se pudo contar con esta información (rendimiento, costos y precios promedios) ya que este componente considera un conjunto de cultivos (repollo, apio, brócoli, remolacha, zanahoria, perejil, chiltoma, lechuga). Para calcular la rentabilidad de las hortalizas se halló la rentabilidad para cada productor y se utilizó el promedio. La rentabilidad mostrada en el cuadro 21 corresponde a valores por cosecha.

**Cuadro 21. Rentabilidad por cosecha para distintos cultivos (US\$/mz)**

	Rendimiento (qq/mz)	Costo (US\$/mz)	Precio (US\$/qq)	Rentabilidad (US\$/mz)
Café	28	550	67	<b>1326</b>
Frijol	14	280	60	<b>560</b>
Maíz	22	200	17	<b>174</b>
Papa	150	1700	21	<b>1450</b>
Hortalizas	-	-	-	<b>2664,5</b>

Teniendo en cuenta la producción anual tenemos que multiplicar los valores del cuadro 24 por el número de cosechas anuales de cada cultivo. En el área de estudio, tanto las hortaliza y la papa se cosechan en promedio 2 veces al año. El frijol también se puede cosechar 2 veces al año, y en las áreas que rotan entre maíz y frijol se realiza una cosecha de cada uno por año (Cuadro 22).

**Cuadro 22. Rentabilidad anual por cultivo (US\$/mz)**

	Rent/cosecha (US\$/mz)	Rent/anual (US\$/mz)
Café	1326	1326
Frijol	560	1120
Maíz/frijol	734	734
Papa	1450	2900
Hortalizas	2664,5	5329

#### **4.4.3 Identificación de prácticas de conservación de suelos relevantes para dar sostenibilidad al servicio ecosistémico de control de la erosión en la cuenca**

Con base en el listado de PCS implementadas en la cuenca (producto de las 225 encuestas), se procedió a identificar las más relevantes para el servicio ecosistémico de control de erosión. Esto se realizó con ayuda del juicio de expertos e información secundaria. Finalmente se identificaron 5 PCS.

1) Las barreras vivas, que sirven para reducir la velocidad del agua ya que corta la ladera en pendientes más cortas y para reducir la velocidad del viento. Además filtra los sedimentos que van en el agua de escorrentía. 2) Las barreras muertas, que crean un muro en curvas de nivel para evitar el arrastre del suelo, evitando la erosión (PASOLAC 1999). 3) Manejo de rastrojos, ya que los rastrojos sirven de cobertura, retienen humedad y evitan la

pérdida de suelo que causa la velocidad de la lluvia y el viento (FAO 2005). 4) No quema, esta actividad se realiza generalmente en conjunto con el manejo de rastrojos para proteger la superficie del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia, reducir la velocidad de la escorrentía y atrapar las partículas del suelo (FAO 2005). 5) Acequias de ladera, construidas para conservar el agua y mejorar la infiltración, tienen un efecto moderado en el control de la erosión superficial al captar el suelo y dividir la ladera en pendientes cortas (PASOLAC 1999).

#### ***4.4.4 Determinación de un monto de compensación por mantener o incrementar el servicio ecosistémico de control de la erosión***

##### **4.4.4.1 Valoración del costo de oportunidad de la tierra**

En este estudio, la valoración del costo de oportunidad de la tierra se realiza considerando las áreas que están cubiertas de bosque y lo que se propone es mantener la situación actual. Por lo tanto, se calcula una inversión inicial para la colocación de un cerco de protección del área estimado en 113 US\$/mz (Alvarado 2006) más el costo de oportunidad de la producción que viene a ser la rentabilidad que el productor recibiría si realizara un cambio de uso del suelo (conversión del bosque en área agrícola) al cultivo que mejor se adapte a las condiciones del sitio. Esta rentabilidad se calculó para cada uno de los cultivos con base en las encuestas. Como resultado, tenemos diferentes montos dependiendo de qué cultivo “reemplazaría” al bosque en esa área. Los montos presentados en el cuadro 23 se deben considerar como el tope máximo del pago por la conservación de las áreas de bosque, sin embargo, existen varios argumentos por los cuales no se debería pagar la totalidad del costo de oportunidad presentado. Entre estos están la probabilidad que la vocación del suelo no sea apta para cultivos, la rentabilidad reducida en los primeros años dependiendo el tipo de cultivo, la lejanía a los mercados, la existencia o ausencia de carreteras para el transporte de los productos, disponibilidad de agua para riego, entre otras razones por las cuales el costo de oportunidad disminuye.

**Cuadro 23. Costos por manzana por mantener la cobertura de bosque (US\$/mz)**

	<b>Concepto</b>	<b>Café</b>	<b>Frijol</b>	<b>Maíz/Frijol</b>	<b>Hortalizas</b>	<b>Papa</b>
I	Costo de oportunidad de la producción	1326	1120	734	5329	2900
II	Costo Inicial (cercado)	113	113	113	113	113
III	Mantenimiento	16	16	16	16	16
IV	Monto año 1 (I+II)	1439	1233	847	5442	3013
V	Monto año 2 (I+III)	1342	1136	750	5345	2916

#### **4.4.4.2 Valoración de los costos de implementación de PCS**

Estamos partiendo de la premisa que el productor continuará produciendo lo mismo y que no habrá cambio de uso en el suelo, por lo tanto, se propone una compensación por la implementación y mantenimiento de las PCS.

Para valorar estas prácticas se utilizó la información proporcionada por las encuestas (costo de establecimiento) más el costo de mantenimiento (calculado con base en información secundaria y costos de mercado). No se ha considerado el ingreso por la venta de productos que alguna de las prácticas pueda generar como en el caso de las barreras vivas. Todos los cálculos se realizaron con la conversión 1US\$ = 20 Córdobas.

En las barreras vivas (valeriana, zacate limón y espada de San Miguel) se ha considerado para el mantenimiento de una manzana 2 días/hombre para realizar dos limpiezas a partir del primer año. La longitud que hemos tomado en cuenta es de 500 metros lineales por manzana. Para el mantenimiento de las barreras muertas se ha considerado 4 días/hombre y una longitud de 1000 metros lineales por manzana (PASOLAC 1999).

En el caso del manejo de rastrojos y no quema se requiere escasa mano de obra por lo que se considera 1 día/hombre para mantenimiento. Para las acequias de ladera se consideró 2 días/hombre para el mantenimiento y una longitud de 350 metros por manzana (PASOLAC 1999).

El costo de establecimiento corresponde al monto a pagar en el año 1, y a partir del año 2 se deberá pagar un monto correspondiente al costo de mantenimiento más las implicancias de reposición de plantas en el caso de las barreras vivas. Los montos mostrados en el cuadro 10 representan el monto mínimo a pagar por la adopción de PCS. Además, debemos resaltar que, al ser costos percibidos por los productores, es posible que en algunos casos no se estén

considerando los costos de mano de obra por lo que los resultados tienden a subestimar el monto real.

**Cuadro 24. Costos de implementación y mantenimiento de PCS**

PCS	Costo de establecimiento (US\$/mz)	Costo mantenimiento (US\$/mz/año)
Barrera viva (Valeriana)	49,7	8
Barrera viva (zacate limón)	64,17	8
Barrera viva (espada de San Miguel)	32,5	8
Barrera muerta (piedras)	178	16
Manejo de rastrojos/ no quema	10	4
Acequias	36,5	8

#### 4.4.4.3 Ejercicio con los datos obtenidos

Como no es posible realizar la identificación de las áreas prioritarias por falta de información sobre los niveles de erosión y/o sedimentación en cada cobertura del suelo en la cuenca, se consideró realizar un ejercicio de simulación aplicando los montos obtenidos en el caso hipotético de implementar incentivos económicos para la adopción de PCS y protección del bosque sobre 1000 mz de la cuenca. Para realizar este ejercicio se asume que la distribución del uso del suelo en estas 1000 mz es proporcionalmente la misma que la de la cuenca.

En el área agrícola de la cuenca se ha considerado, en base al documento PASOLAC 1999, que las practicas a implementar sean las barreras vivas de espada San Miguel y el manejo de rastrojos para los cafetales; barreras vivas de valeriana y manejo de rastrojos para los granos básicos; barreras muertas para las hortalizas; y barreras vivas de zacate limón y acequias de ladera para el cultivo de papa.

En el caso del área de bosque se considera el pago de un porcentaje del costo de oportunidad de la producción (COP) respecto al cultivo más común de la zona que es el café (Cuadro 25). Con los montos anteriormente presentados y tomando en cuenta el área de cada cobertura obtenemos distintos escenarios dependiendo del porcentaje del COP de café asignado (Cuadros 26 al 29).

*Cuadro 25. Montos a pagar por conservación del bosque considerando distintos porcentajes del COP de café (US\$/mz)*

<b>Concepto</b>	<b>5% del COP</b>	<b>10% del COP</b>	<b>20% del COP</b>	<b>30% del COP</b>
I Costo de oportunidad de la producción	66,3	132,6	265,2	397,8
II Costo Inicial (cercado)	113	113	113	113
III Mantenimiento	16	16	16	16
IV Monto año 1 (I+II)	179,3	245,6	378,2	510,8
V Monto año 2 (I+III)	82,3	148,6	281,2	413,8

*Cuadro 26. Montos a pagar por PCS y conservación del bosque en 1000 mz del área de la cuenca. Escenario 5% COP café (US\$)*

<b>Cobertura de la cuenca</b>	<b>Area (mz)</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Bosque (12,78%)	127,8	22915	10518	10518	10518	10518
Area agrícola (75%)	750					
Café (56%)	420	17850	5040	6720	6720	6720
Granos básicos (35%)	262,5	15671,25	3150	4200	4200	4200
Hortalizas (4%)	30	5340	480	640	640	640
Papa (2%)	15	1510,05	240	320	320	320
		63286	19428	22398	22398	22398

*Cuadro 27. Montos a pagar por PCS y conservación del bosque en 1000 mz del área de la cuenca. Escenario 10% COP café (US\$)*

<b>Cobertura de la cuenca</b>	<b>Area (mz)</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Bosque (12,78%)	127,8	31388	18991	18991	18991	18991
Area agrícola (75%)	750					
Café (56%)	420	17850	5040	6720	6720	6720
Granos básicos (35%)	262,5	15671,25	3150	4200	4200	4200
Hortalizas (4%)	30	5340	480	640	640	640
Papa (2%)	15	1510,05	240	320	320	320
		71759	27901	30871	30871	30871

*Cuadro 28. Montos a pagar por PCS y conservación del bosque en 1000 mz del área de la cuenca. Escenario 20% COP café (US\$)*

<b>Cobertura de la cuenca</b>	<b>Area (mz)</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Bosque (12,78%)	127,8	48334	35937	35937	35937	35937
Area agrícola (75%)	750					
Café (56%)	420	17850	5040	6720	6720	6720
Granos básicos (35%)	262,5	15671,25	3150	4200	4200	4200
Hortalizas (4%)	30	5340	480	640	640	640
Papa (2%)	15	1510,05	240	320	320	320
		88705	44847	47817	47817	47817

*Cuadro 29. Montos a pagar por PCS y conservación del bosque en 1000 mz del área de la cuenca. Escenario 30% COP café (US\$)*

<b>Cobertura de la cuenca</b>	<b>Area (mz)</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Bosque (12,78%)	127,8	65280	52884	52884	52884	52884
Area agrícola (75%)	750					
Café (56%)	420	17850	5040	6720	6720	6720
Granos básicos (35%)	262,5	15671,25	3150	4200	4200	4200
Hortalizas (4%)	30	5340	480	640	640	640
Papa (2%)	15	1510,05	240	320	320	320
		105652	61794	64764	64764	64764

## 4.5 CONCLUSIONES

Los montos presentados para la conservación de áreas boscosas sirven también para el caso del cambio de uso del suelo (de área agrícola a protección) representando en ambos casos el costo de oportunidad. Debemos tomar en cuenta que probablemente muchas áreas boscosas no son perfectas sustitutas para los cultivos, por lo tanto, los montos presentados representan el tope máximo a pagar. Los resultados se pueden tomar como referencia para el diseño de una propuesta de pagos distribuidos a largo plazo que sea segura y atractiva para los productores.

Por otro lado, los resultados de costos para implementación de PCS pueden estar subestimando los montos reales, por lo tanto deberán considerarse como los montos mínimos a

pagar para la adopción de PCS, los cuales estarían entre 32 y 65 US\$/mz dependiendo de la práctica implementada. Posteriormente, mediante un análisis más profundo, se deberán proponer paquetes tecnológicos de PCS dependiendo del tipo de suelo, cultivo y variables topográficas para atender a las necesidades de cada finca.

Es importante mencionar ciertas limitaciones de esta investigación. En primer lugar, la priorización de comunidades se ha realizado a escala de toda la cuenca, sin contar con mapas detallados de los niveles de erosión en cada área. Para una efectiva priorización de sitios de intervención se deberá contar con información de la generación y transporte de sedimentos en cada cobertura o uso del suelo. En segundo lugar, los datos presentados se obtuvieron de preguntas directas a los productores, lo cual puede dar lugar a sesgos ya sea porque no es fácil recoger información sobre temas económicos, o porque los encuestados no llevan un cálculo de su presupuesto.

Conservar las áreas remanentes de bosque mediante incentivos económicos resulta entre 4 y 10 veces más caro (por manzana) que la implementación de PCS en áreas intervenidas. En el ejercicio efectuado podemos observar estas diferencias. Tomemos como ejemplo el escenario de un 10% de pago del COP de café (Cuadro 30): para la protección de 1000 mz por un periodo de 5 años se requiere un monto total de 192 273 US\$, de los cuales el 56% (107 480 US\$) son para la protección de 127 mz de bosque y el 44% (85 649 US\$) para la implementación de PCS en 750 mz de área agrícola. Siguiendo en este escenario, si efectuamos el análisis comparando los promedios por manzana resulta 7,4 veces más caro conservar el bosque (846,3 US\$/mz para la protección del bosque y 114 US\$/mz para la implementación de PCS en áreas agrícolas). Para un enfoque en protección de los SEH resulta más conveniente invertir en PCS en áreas agrícolas que en conservación de bosques. Una alternativa para la conservación del bosque tendría que abarcar otra forma de incentivos que no involucren solamente el factor económico y que a su vez logren frenar la ampliación de la frontera agrícola.

Para la implementación de un efectivo esquema de incentivos económicos es necesario contar con bases políticas e institucionales apropiadas, así como organizaciones a nivel local que apoyen a la implementación técnica de las PCS. Actualmente el panorama presupuestario no se presta para respaldar un esquema de incentivos económicos, teniendo en cuenta que el

principal ente demandante en un futuro esquema de compensación sería HIDROGESA, empresa estatal encargada de la generación de hidroenergía. Sin embargo, existe la voluntad política de realizarlo cuando se cuente con el financiamiento adecuado.

## 4.6 BIBLIOGRAFIA

- Alvarado, M. 2006. Elementos claves para el diseño de un pago por el servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico en el municipio de Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 124 p.
- ASAAN (Asociación Ambientalista Audubón de Nicaragua) 2006. Plan de manejo para la conservación y uso racional de la cuenca del humedal Lago Apanás-Asturias. Sitio Ramsar N°1137. Managua, Nicaragua. 351 p.
- Barbier; E. B; Acreman, M. C; Knowler, D. 1997. Economic valuation of wetlands: A guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland. 138 p.
- CABAL. 2008. Informe de Evaluación Socioeconómica, Productiva y Ambiental del territorio de la Cuenca Hídrica de los Lagos de Apanás y Asturias. Estudio del ordenamiento ambiental del territorio y manejo de la cuenca hídrica: lagos Apanás y Asturias. ENEL (Empresa Nicaragüense de Electricidad). 120 p.
- Campos, J; Alpizar, F; Louman, B; Parrota, J. 2005. An integrated approach to forest ecosystem services. *In* Mery, G; Alfaro, R; Kanninen, M. and Lobovikov, M. (Eds.) 2005. Forest in the Global balance- Changing Paradigms. IUFRO Word Series Vol. 17, Helsinki, 97-116.
- CEPAL (Comisión Económica Para América Latina y el Caribe) 2006. Nicaragua: evolución económica durante 2006 y perspectivas para 2007. LC/MEX/L.797. 37 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Pago por servicios ecosistémicos (en línea). Oficina regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Consultado el 22 de noviembre 2009. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/prior/reclnat/pago.htm>
- \_\_\_\_\_, PESA (Proyecto Especial para la Seguridad Alimentaria). 2005. Manejo de sistemas agroforestales. Serie Técnica.
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos) 2006. VIII Censo de Población 2005 y VI de Vivienda. Gobierno de Nicaragua.
- Kelsey, J; Leimona, B; Ferraro, P. 2008. A revealed preference approach to estimating supply curves for ecosystem services: Use of auctions to set payments for soil erosion control in Indonesia. *Conservation Biology*. Volume \*\* No. \*

- Madrigal, R; Alpízar, F. 2008. Diseño y gestión adaptativa de un programa de pagos por servicios ecosistémicos en Copán Ruinas, Honduras. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 17(1):79-90
- MAGFOR (Ministerio Agropecuario y Forestal). 2007. Mapas del estudio de ordenamiento territorial municipio de Jinotega. Managua, Nicaragua.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment). 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press. Washington. DC. 155
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central). 1999. Guía técnica de conservación de suelos y agua. Serie técnica N° 17. 30 p.
- Retamal, R. 2006. Valoración económica de la oferta del servicio ecosistémico hídrico para consumo humano en el municipio de Copán Ruinas, Honduras. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 192 p.
- Southgate, D; Macke, R. 1989. The Downstream Benefits of Soil Conservation in Third World Hydroelectric Watersheds. *Land Economics*. 65(1): 38-48.
- Sterner, T. 2008. Instrumentos de política económica para el manejo del ambiente y los recursos naturales. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 560 p.
- Viteri, A; Logo-Briones, T. 2005. Perfil detallado de manejo forestal de la cuenca hídrica del Río Viejo. Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL). Nicaragua. 64 p.

## 5 CONCLUSIONES GENERALES

Nuestros resultados sugieren que los esfuerzos de los planes de desarrollo en la cuenca deberán prestar especial atención a la tenencia de la tierra, diversificación de la producción, y la formación de capital humano como instrumentos eficaces para aumentar la adopción y la diversificación de PCS en las fincas. Así mismo, para una efectiva política de gestión de suelos se debe atraer el interés de los productores sobre las causas de la erosión, su gravedad y consecuencias a corto y largo plazo asociadas con factores climáticos

Se resalta las diferencias en las preferencias de adopción de PCS dependiendo del tipo de productor (caficultor, granos básicos, hortalizas), siendo los caficultores y los productores de hortalizas los que presentan una mayor adopción.

El cambio climático es sin duda una amenaza para el sector agrícola e hidroeléctrico, por lo tanto necesitamos asegurarnos que una inversión en adaptación reducirá la vulnerabilidad. Nuestros resultados refieren que los agricultores reaccionan de manera correcta a cambios en su nivel de riesgo pero tienden a sobre reaccionar hacia la opción más segura ante la presencia de ambigüedad o incertidumbre. Otro punto importante es que los agricultores toman las decisiones basándose únicamente en la información pertinente para él sin dejarse influenciar por el conocimiento de información externa. Esto nos indica que los agricultores son sensibles a su propio riesgo sin prestar atención al efecto “status”. El efecto de la comunicación en la toma de decisiones de inversión es irrelevante. El único escenario en que la comunicación se torna relevante es cuando se presentan incentivos financieros utilizando economías de escala para la adaptación conjunta. La aversión a la ambigüedad se comprobó en este estudio. Ante circunstancias inciertas la preferencia de los agricultores es “estar prevenidos”.

Comprobamos en este estudio que para un enfoque en protección de los SEH resulta más conveniente invertir en PCS en áreas agrícolas que en conservación de bosques. Una alternativa para la conservación del bosque tendría que abarcar otra forma de incentivos que no involucren solamente el factor económico.

Se espera que el mejor entendimiento de los factores asociados a la implementación (ex post) de estrategias de adaptación al CC y el comportamiento de agricultores frente a la

inversión en adaptación (ex ante) contribuyan como parte de los insumos para el diseño de políticas públicas orientadas a un manejo sostenible del recurso suelo y conservación de los servicios ecosistémicos hídricos.

## **6 ANEXOS**

## ANEXO 1. Encuesta aplicada a los productores

Buenos días/tardes señor(a). Mi nombre es \_\_\_\_\_ y estoy colaborando con un proyecto de investigación del CATIE. La información solicitada será usada en una investigación dirigida a caracterizar la producción agrícola en la cuenca de Apanás. Su finca ha sido escogida al azar para este estudio. Le garantizamos que la información que usted nos provea será manejada con completa confidencialidad.

¿Podría hacerle unas preguntas?

\_\_\_\_NO

\_\_\_\_SI NOMBRE DEL ENTREVISTADOR \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

### UBICACIÓN

Municipio \_\_\_\_\_  
 Comunidad \_\_\_\_\_  
 Coordenadas UTM \_\_\_\_\_  
 m.s.n.m \_\_\_\_\_

### DATOS GENERALES

- Sexo F \_\_\_\_\_ M \_\_\_\_\_
- ¿Me podría decir su edad? \_\_\_\_\_ años
- ¿Cuál es su nivel educativo?
  - Ninguno
  - Primaria incompleta
  - Secundaria incompleta
  - Secundaria
  - Técnico Título \_\_\_\_\_
  - Universitaria
  - Otro: \_\_\_\_\_
- ¿Cuántas personas viven en su hogar? \_\_\_\_\_
- De esos, cuántas son mujeres? \_\_\_\_\_ ¿y cuántos son hombres? \_\_\_\_\_

### DATOS DE LA FINCA

- ¿Cuál es el área total de su finca? \_\_\_\_\_ Mz
- ¿Cuál es la situación legal de su finca? (TIPO DE DOCUMENTO) \_\_\_\_\_
- ¿Hace cuanto tiempo tiene la propiedad? \_\_\_\_\_ (años)
- ¿Hace cuanto tiempo produce en este lugar? \_\_\_\_\_
- ¿Contrata mano de obra?
  - No \_\_\_\_\_
  - Si \_\_\_\_\_ ¿Cuántos meses al año? \_\_\_\_\_, ¿cuántas personas? \_\_\_\_\_ ¿ cuánto les paga? \_\_\_\_\_

11. ¿Cree usted que la disponibilidad de mano de obra es escasa?

- No \_\_\_\_\_
- Si \_\_\_\_\_, en qué meses? \_\_\_\_\_

12. ¿Cómo obtiene los insumos para su finca? SELECCIÓN MÚLTIPLE, MARQUE CON X

- Comprados \_\_\_\_\_, donde \_\_\_\_\_
- Regalados \_\_\_\_\_
- Compartidos con los vecinos \_\_\_\_\_
- Financiado por el estado o institución \_\_\_\_\_
- Lo produce él mismo \_\_\_\_\_

13. ¿Realiza usted otra actividad económica no agrícola o ganadera en su finca?

- No \_\_\_\_\_
- Si \_\_\_\_\_, ¿Cuál? \_\_\_\_\_

14. ¿Vende usted su mano de obra?

- No \_\_\_\_\_
- Si \_\_\_\_\_ ¿cuándo? \_\_\_\_\_ ¿a cuánto? \_\_\_\_\_

15. ¿Alquila o ha alquilado en el pasado su finca o parte de ella? ¿O usted le alquila a otros?

- No, nunca \_\_\_\_\_
- Si ahora \_\_\_\_\_ ¿qué área alquila? \_\_\_\_\_ ¿en cuánto la alquila? \_\_\_\_\_
- Si en el pasado \_\_\_\_\_ ¿qué área alquiló? \_\_\_\_\_ ¿en cuánto la alquiló? \_\_\_\_\_
- Le alquilo a otros \_\_\_\_\_ ¿qué área? \_\_\_\_\_ ¿en cuánto la alquila? \_\_\_\_\_

16 ¿Qué actividades productivas tiene en su finca?	17 ¿Cuántas Mz tiene cultivadas?	18 Rendimiento por Mz (INDICAR UNIDAD)	19 Destino de la producción			20 Costo total por Mz (C\$/Mz)	21 Precio de venta (INDICAR UNIDAD)
			Consumo familiar	Venta	Semilla		
<b>Hortalizas:</b>							
<b>Café</b>							
<b>Potrero</b>							
Nº de cabezas de ganado							
<b>Bosque</b>							
<b>Tacotal</b>							

Otros:								
<b>Total finca</b>								

22. Practica algún tipo de protección del suelo?

- 1 No \_\_\_\_\_, PASAR A LA PREGUNTA 23
- 2 Si \_\_\_\_\_, PASAR A LA PREGUNTA 24
- 3 En el pasado, ahora ya no \_\_\_\_\_ PASAR A P. 23

23. ¿Por qué no tiene ninguna protección del suelo?

- 1 \_\_\_ Falta de dinero
- 2 \_\_\_ Falta de propiedad de la tierra
- 3 \_\_\_ No conoce técnicas de protección
- 4 \_\_\_ No le hace falta a su finca, no ve beneficios
- 5 \_\_\_ Otro:

29. ¿Recibió capacitación formal para la implementación de estas prácticas?

- 1 No \_\_\_\_\_
- 2 Sí \_\_\_\_\_

30. ¿Por qué razones usted implementó conservación del suelo?

24. ¿Cuáles prácticas? MARCAR CON X	25. ¿Cual fue el costo de implementar estas prácticas?	26. ¿De qué material están construidas?	27. Aplica las prácticas en toda la finca? 1 No _____ 2 Si _____ especifique en qué área	28. ¿Cómo financió la construcción de las obras de protección? Propio/Donación/ Préstamo/ Proyecto comunitario/Otro
Barrera viva				
Barrera muerta				
Terrazas				
Manejo de rastrojos				
No quema				
Otro:				
Otro:				
Otro:				

### CAMBIO CLIMATICO

31. ¿Ha percibido algún cambio en el clima en los últimos años?

- 1 No \_\_\_\_\_ PASAR A PREGUNTA 37
- 2 Si \_\_\_\_\_ PASAR A PREGUNTA 32

32. ¿En qué aspecto? SELECCIÓN MÚLTIPLE

- 1 \_\_\_ Aumento de temperatura
- 2 \_\_\_ Disminución de temperatura
- 3 \_\_\_ Más lluvia
- 4 \_\_\_ Menos lluvia
- 5 \_\_\_ Adelanto de las lluvias
- 6 \_\_\_ Retraso de las lluvias
- 7 \_\_\_ Eventos meteorológicos extremos (tormentas, huracanes, inundaciones)
- 8 \_\_\_ Otros

33. ¿Por qué cree que se dan estos cambios en el clima?

INTERPRETAR SEGÚN LA RESPUESTA DEL PRODUCTOR SI SE DEBE A FACTORES NATURALES O ANTROPOGÉNICOS Y MARCAR

- 1 \_\_\_ Factores propiamente naturales
- 2 \_\_\_ Factores antropogénicos

34. ¿Cómo se enteró sobre este tema?

- 1 \_\_\_ Periódicos
- 2 \_\_\_ Televisión
- 3 \_\_\_ Radio
- 4 \_\_\_ Conversaciones con otros productores
- 5 \_\_\_ Capacitación
- 6 \_\_\_ Mediante el trabajo de alguna ONG

35. ¿Cree usted que estos cambios en el clima afectan o pueden afectar la actividad agrícola?

- 1 \_\_\_ No, PASE A LA PREGUNTA 37
- 2 \_\_\_ Si, PASE A LA PREGUNTA 36

36. ¿De qué forma ?

- 1 \_\_\_ Disminución de la producción
- 2 \_\_\_ Incremento de producción
- 3 \_\_\_ Mayor erosión y pérdida de fertilidad del suelo
- 4 \_\_\_ otros \_\_\_\_\_

**PERCEPCIÓN SOBRE LA EROSIÓN DEL SUELO**

Considerando que la erosión del suelo es la pérdida de la capa superficial del suelo, le voy a preguntar su opinión al respecto

37. ¿Cree usted que existe el riesgo de que el suelo se agote?

38. Qué tanto cree usted que su familia se ve afectada por pérdidas causadas por la erosión?

1 No \_\_\_\_\_ 2 Si \_\_\_\_\_

Nada	Muy poco	Regular	Bastante	Muy afectada	No sabría
<input type="checkbox"/>					

39. ¿En qué orden colocaría los siguientes factores, de acuerdo a su influencia sobre la erosión del suelo? (INSERTAR

NUMERO 1, 2, 3, 4)

Lluvia	Deforestación	Prácticas Agrícolas	Ganadería	¿Otro, cuál?
<input type="checkbox"/>				

40. ¿Cree usted que la erosión en su finca ha aumentado?

1 No \_\_\_\_\_

2 Si \_\_\_\_\_, Cuánto?

No, nada	Muy poco	Regular	Bastante	Muchísimo	No sabría
<input type="checkbox"/>					

41. ¿En el futuro, cree usted que aumentará la erosión del suelo en su finca?

No, nada	Muy poco	Regular	Bastante	Muchísimo	No sabría
<input type="checkbox"/>					

42. ¿Qué tan grande es el impacto de las lluvias sobre la erosión del suelo?

Nada	Muy poco	Regular	Grande	Muy grande	No sabría
<input type="checkbox"/>					

43. ¿Después de un aguacero, qué tan rápido es el impacto de la erosión?

Nada	Lento	Regular	Rápido	Muy rápido	No sabría
<input type="checkbox"/>					

44. ¿Qué tanto se puede controlar el impacto de las lluvias sobre la erosión del suelo?

Nada	Muy poco	Regular	Controlable	Mucho	No sabría
<input type="checkbox"/>					

45. ¿Qué tanto cree usted que su finca es susceptible a un deslizamiento?

Nada	Muy poco	Regular	Bastante	Muchísimo	No sabría
<input type="checkbox"/>					

46. ¿Cree usted que es posible evitar los deslizamientos? 1 No \_\_\_\_ 2 Si \_\_\_\_\_

## ANEXO 2. Descripción general de las características evaluadas (N=225)

Variable	Categorías	Porcentaje
Genero	Hombre	83,0%
	Mujer	17,0%
Edad	18-30	19,0%
	31-50	48,0%
	51-70	27,0%
	mas de 70	6,0%
Nivel educativo	Ninguno	36,0%
	Primaria	51,0%
	Secundaria	9,0%
	Técnico	3,0%
	Universitario	1,0%
Tamaño familia	1-5 personas	57,0%
	6-10 personas	38,0%
	11-15 personas	5,0%
Área finca	Hasta 5 mz	78,0%
	6-15 mz	16,0%
	Mayor a 15 mz	6,0%
Situación legal finca	Tiene documento de propiedad	92,0%
	No tiene documento de propiedad	8,0%
Productores que venden su mano de obra		32,0%
Productores que alquilan su finca		14,7%
Actividad productiva	Café	49,1%
	Frijol	59,9%
	Maíz	65,8%
	Hortalizas	23,4%
	Banano	1,8%
	Cítricos	0,9%
	Potrero	15,3%
	Bosque	11,3%
	Tacotal	5,0%
	Papa	5,4%
Adopción de PCS	Adopta	53,9%
	No adopta	47,1%
Razones de la no adopción	Falta de dinero	55%
	Falta de propiedad de la tierra	2%
	No conoce técnicas de protección	21%
	No le hace falta, no ve beneficios	22%
PCS implementadas	Barrera viva	41,3%
	Barrera muerta	19,1%
	Terrazas	1,3%
	Manejo de rastrojos	2,7%
	No quema	11,1%
	Dique	2,2%
	Acequia	19,5%
	Instalacion de arboles (sombra, cortina rompevientos, otros)	4,3%

### ANEXO 3. Estadística descriptiva de las variables utilizadas en el modelo econométrico

Variables dependientes	Descripción de la variable	Desv.			
		Media	Est	Mínimo	Máximo
Adopción	implementación de PCS: 1 si, 0 no	0,53	0,5	0	1
Num_pcs	número de PCS implementadas en la finca	0,98	1,15	0	5
<b>Variables Independientes</b>					
<u>Características personales</u>					
Genero	Género del productor encuestado: 1 mujer, 0 hombre	0,17	0,37	0	1
Edad	Edad del productor encuestado	44,4	14,8	18	82
Nedu	Nivel educativo, de 1 a 6	1,88	0,95	1	6
Tamfam	Numero de personas que componen la familia	5,63	2,43	1	15
Exper	Experiencia del agricultor en años	20	15	0,3	70
Tenencia	Tiempo de tenencia de la finca en años	25,4	14,1	0,2	70
<u>Percepciones sobre CC</u>					
Aum_T	Aumento de temperatura: 1 si, 0 no	0,74	0,44	0	1
Dis_T	Disminución de temperatura: 1 si, 0 no	0,05	0,21	0	1
Aum_lluvia	Aumento de precipitación: 1 si, 0 no	0,68	0,47	0	1
Dis_lluvia	Disminución de precipitación: 1 si, 0 no	0,2	0,4	0	1
Adelanto_lluvia	Adelanto de la temporada de lluvia: 1 si, 0 no	0,17	0,37	0	1
Retraso_lluvia	Retraso de la temporada de lluvia: 1 si, 0 no	0,15	0,36	0	1
EME	Eventos meteorológicos extremos: 1 si, 0 no	0,24	0,43	0	1
<u>Percepciones sobre erosión</u>					
Agri	¿En qué lugar colocaría a la agricultura de acuerdo a su influencia sobre la erosión?	2,87	0,67	1	4
Deforest	¿En qué lugar colocaría a la deforestación de acuerdo a su influencia sobre la erosión?	1,58	0,75	1	4
Gan	¿En qué lugar colocaría a la ganadería de acuerdo a su influencia sobre la erosión?	3,7	0,7	1	4
Lluvia	¿En qué lugar colocaría a la lluvia de acuerdo a su influencia sobre la erosión?	1,85	0,81	1	4
Eros_pasada	¿Cree usted que la erosión en su finca ha aumentado?	2,44	1,19	1	4
Eros_futura	¿En el futuro, cree usted que aumentará la erosión en su finca?	2,95	1,07	1	4
Eros_control	¿Qué tanto se puede controlar el impacto de la lluvia sobre la erosión del suelo?	3,58	0,83	1	4

<b>Variables Independientes</b>	<b>Descripción de la variable</b>	Media	Desv. Est	Mínimo	Máximo
<u>Características de la finca</u>					
Tamfin	Tamaño de la finca en manzanas	5,2	8,84	0,3	60
Maíz	Productores de maíz: 1 si, 0 no	0,66	0,47	0	1
Frijol	Productores de frijol: 1 si, 0 no	0,6	0,49	0	1
Hortalizas	Productores de hortalizas: 1 si, 0 no	0,24	0,43	0	1
Potrero	Con potrero dentro de su finca: 1 si, 0 no	0,15	0,36	0	1
Bosque	Área boscosa dentro de su finca: 1 si, 0 no	0,11	0,31	0	1
Café	Productores de café: 1 si, 0 no	0,49	0,5	0	1
<u>Características económicas</u>					
Mo_con	Contrato de mano de obra: 1 si, 0 no	0,7	0,46	0	1
Mo_venta	Venta de su mano de obra, 1 si, 0 no	0,32	0,47	0	1
Alquiler	Alquiler de la finca: 1 alquila, 0 no alquila	0,23	0,42	0	1
Num_act productivas	Número de actividades productivas en la finca	2,34	1,02	1	5
Rentab	Rentabilidad de la finca en córdobas	69635	187849	-6041	2080000

## ANEXO 4. Regresiones logísticas de adopción

### 4.1 Por tipo de cultivo

*Resultados de la regresión logística para productores de café con variable dependiente Adopción de PCS*

Variable	Coefficiente	Error Est.	Odd	Wald Chi <sup>2</sup>	p-valor
Constante	0,04	0,04	1,04	1,03	0,3103
Sexo	0,25	0,53	1,28	0,22	0,638
Nivel educativo	0,12	0,2	1,13	0,37	0,5419
Tamaño familia	0,18	0,09	1,2	4,22	0,0399
Experiencia en años	-0,01	0,02	0,99	0,61	0,4361
Rentabilidad	-1,40E-06	1,50E-06	1	0,79	0,3736
Edad	-0,01	0,02	0,99	0,5	0,48
Area	0,05	0,05	1,05	0,92	0,3385

*Resultados de la regresión logística para productores de frijol con variable dependiente Adopción de PCS*

Variable	Coefficiente	Error Est.	Odd	Wald Chi <sup>2</sup>	p-valor
Constante	-1,27	0,64	0,28	3,91	0,0481
Sexo	-0,04	0,5	0,96	0,01	0,9288
Nivel educativo	0,26	0,21	1,3	1,65	0,1994
Tamaño familia	0,07	0,08	1,07	0,76	0,3819
Area	0,1	0,05	1,11	4,21	0,0402
Experiencia en años	-0,01	0,01	0,99	0,44	0,5057

*Resultados de la regresión logística para productores de maíz con variable dependiente Adopción de PCS*

Variable	Coefficiente	Error Est.	Odd	Wald Chi <sup>2</sup>	p-valor
Constante	-1,92	0,83	0,15	5,29	0,0214
Edad	0,02	0,02	1,02	1,07	0,3016
Nivel educativo	0,32	0,23	1,38	2,02	0,1557
Tamaño familia	0,08	0,07	1,08	1,35	0,246
Area	0,07	0,04	1,07	2,98	0,0844
Experiencia en años	-0,01	0,01	0,99	1,18	0,2781
Sexo	-3,80E-01	5,10E-01	0,69	0,54	0,4631

*Resultados de la regresión logística para productores de hortalizas con variable dependiente Adopción de PCS*

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error Est.</b>	<b>Odd</b>	<b>Wald Chi<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
Constante	-0,52	1,51	0,59	0,12	0,7296
Sexo	-5,4	2,65	4,50E-03	4,17	0,0412
Edad	0,03	0,03	1,03	1,04	0,308
Nivel educativo	0,01	0,37	1,01	3,40E-04	0,9853
Tamaño familia	-0,03	0,19	0,97	0,03	0,8682
Experiencia en años	-0,03	0,03	0,97	1,62	0,2031
Area	0,21	0,1	1,24	4,4	0,0359
Rentabilidad	-3,30E-06	5,10E-06	1	0,41	0,5209

## **4.2 Por principales PCS**

*Resultados de la regresión logística con variable dependiente: Barreras vivas*

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error Est.</b>	<b>Wald Chi<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
Constante	2,65	1,16	5,21	0,023
Alquiler	-1,49	0,43	11,96	0,001
Nivel educativo	0,28	0,16	2,93	0,087
Agri_causante erosión	-0,89	0,27	11,33	0,001
Defor_causante erosión	-0,35	0,22	2,41	0,120
Café	1,33	0,32	17,57	<0,0001
Num_act productivas	0,26	0,16	2,56	0,110

*Resultados de la regresión logística con variable dependiente: Barreras muertas*

<b>Variable</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Error Est.</b>	<b>Wald Chi<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
Constante	-1,32	1,26	1,1	0,294
Nivel educativo	0,39	0,21	3,64	0,056
Agri_causante erosión	-0,8	0,29	7,85	0,005
Sexo	-1,19	0,7	2,86	0,091
Experiencia	-0,02	0,02	1,38	0,240
Tenencia en años	0,03	0,02	1,56	0,212
Contrato de MO	0,63	0,55	1,31	0,252
Bosque	1,05	0,79	1,76	0,184

*Resultados de la regresión logística con variable dependiente: Acequias de ladera*

<b>Variable</b>	<b>Coficiente</b>	<b>Error Est.</b>	<b>Wald Chi<sup>2</sup></b>	<b>p-valor</b>
Constante	1,07	1,56	0,47	0,495
Nivel educativo	0,21	0,2	1,11	0,293
Agri_causante erosión	-0,64	0,3	4,66	0,031
Experiencia	-0,02	0,01	1,68	0,195
Defor_causante erosión	-0,43	0,29	2,27	0,132
Café	1,83	0,45	16,76	<0,0001
Alquiler	-1,8	0,76	5,58	0,018
Tamaño familia	0,15	0,07	4,14	0,042

## ANEXO 5. Libreto de los talleres (riesgo homogéneo/riesgo heterogéneo)



Environment for Development Program for Central America  
Programa de Investigación en Ambiente y Desarrollo para América Central

### Proyecto: Estrategias de Adaptación al Cambio Climático de Productores Agrícolas Framed field experiment 1: Riesgo homogéneo Libreto para el trabajo de campo

---

Instrucciones generales para el juego:

- Los juegos se van a realizar en grupos de tres personas. Antes de dejar pasar a los participantes a la sala, hacer lo siguiente:
  - Organizar las sillas en grupos de 3 personas, poner lapiceros y los folletos en cada mesa.
  - Cada folleto además del tipo de agricultor (A, B, C) debe llevar un único número X-Y-Z de tal forma que X es el número de identificación, Y el número de taller y Z el número de mesa.
  - Asegúrese de que hay suficientes sillas para cada grupo.
- Mantener siempre a una persona en la puerta y hacer pasar a los agricultores uno a uno a la sala. Indicar al agricultor donde sentarse de forma que el primero en llegar se siente en la mesa 1, el segundo en la mesa 2 y así hasta completar las mesas disponibles. Al completar una persona por mesa, sentar al siguiente agricultor en la mesa 1, luego en la mesa 2 y así sucesivamente.
  - Asegúrese que todos tomen asiento antes de empezar.
  - Asegúrese que los participantes estén sentados sin mirarse unos a otros.

---

Investigador: *Bienvenidos a esta reunión. Estamos muy contentos y honrados de tenerlos a todos aquí. Hoy vamos a hacer unos juegos en donde ustedes van a tomar decisiones como agricultores. Estos juegos están basados en situaciones reales y nosotros deseamos aprender de su realidad con base en sus decisiones. La sesión va a durar aproximadamente 2 horas. Durante la sesión usted podrá ganar dinero. Cuánto dinero depende de sus decisiones. Toda la información recopilada será confidencial.*

Investigador: *En este momento queremos confirmar que están dispuestos a participar durante las próximas dos horas. [DAR TIEMPO Y ESPERAR AQUELLOS QUE DESEAN RETIRARSE]*

- Reconstruir los grupos entre los presentes, evitando tener amigos en el mismo grupo. No dejar que se organicen entre ellos.
- Si hace falta una persona para completar el grupo, mantener a los dos jugando aunque sean solo dos en el grupo.
- Si hacen falta dos personas para completar una mesa, no incluir a la persona que queda en el experimento y pedirle que por favor se retire e invitarlo a participar de un futuro juego.

Investigador: *Gracias por permanecer aquí. ¡Empecemos! Como pueden ver, los hemos colocados en grupos de tres. Es muy importante que por el momento no hablen entre su grupo o con integrantes de otros grupos. Les rogamos seguir estas instrucciones, pues de otro modo todo*

*el grupo va a tener que retirarse. Esto es muy importante, ¿está claro para todos?* [ESPERAR RESPUESTA]

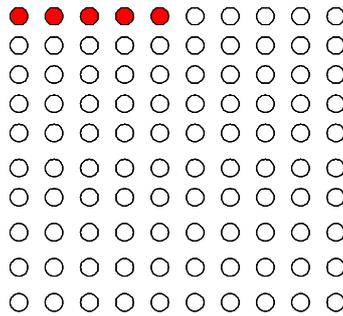
Investigador: [INICIAR PRESENTACIÓN DE POWER POINT]

*La investigación que estamos realizando es sobre cambio climático. Con esto nos referimos al cambio en el clima mundial debido a la actividad humana. Existen pruebas científicas de que la temperatura del planeta ha aumentado y seguirá aumentando. Este incremento en la temperatura, ocasiona falta de lluvia en zonas secas, exceso de lluvia en zonas húmedas y eventos meteorológicos extremos como huracanes e inundaciones.*

[ENSEÑAR LOS EJEMPLOS CON FOTOS EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT]

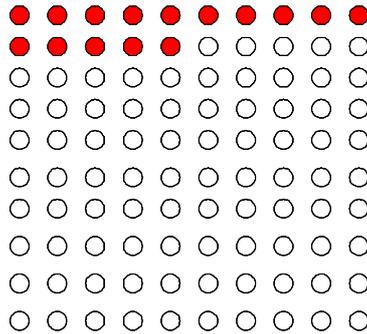
Investigador: *Este cambio en el clima puede traer consecuencias negativas para la agricultura, la salud y el bienestar humano. En cierta medida los efectos negativos del cambio climático se pueden reducir mediante la adopción de prácticas de conservación de suelos, uso de semillas mejoradas y sistemas de riego eficientes, entre otros. Los expertos llaman a esto ADAPTARSE al cambio climático.*

*Nadie puede estar seguro de qué puede ocurrir en el futuro con el cambio climático, pero los expertos hablan acerca del riesgo de que algo ocurra. Podemos entender el riesgo observando la siguiente figura:*



*En la figura se muestran 100 bolas. Si el riesgo de que suceda un evento negativo es 5 de cada 100, es lo mismo que colocar todas las bolas en una tómbola y sacar al azar una bola roja, lo que significa que tendremos un evento negativo. Si la bola extraída al azar es blanca, nada va a pasar. En 5 de cada 100 casos la bola puede salir roja y en 95 de 100 casos la bola puede salir blanca.*

*En estos gráficos se muestran distintos niveles de riesgo [ENSEÑAR GRÁFICOS CON LOS DIFERENTES NIVELES DE RIESGO EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT]. Por ejemplo, si el riesgo es de 15 de cada 100, significa que 15 de las 100 bolas son rojas. Comparando con el ejemplo anterior, existen 3 veces más bolas rojas en la tómbola y por ende el riesgo es 3 veces mayor.*



Aquí tenemos una tómbola [MOSTRAR LA TOMBOLA CON LAS BOLAS ROJAS Y BLANCAS].

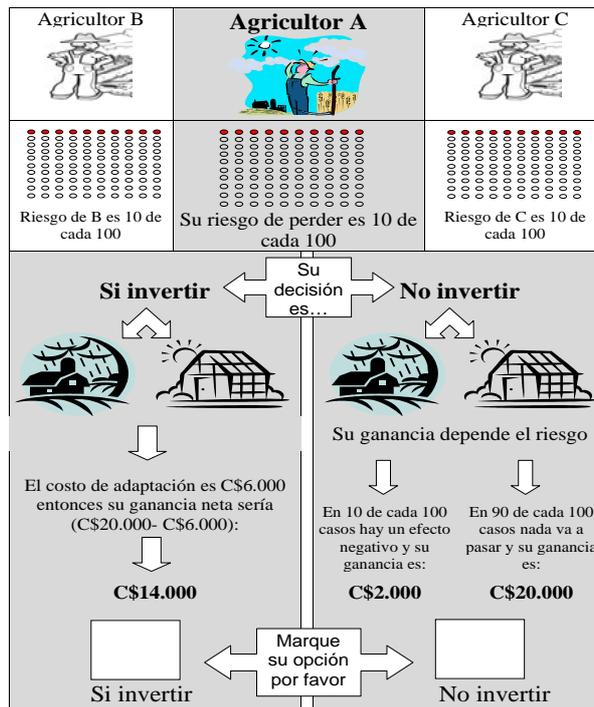
- En este momento la tómbola contiene 100 bolas blancas y ninguna bola roja. Esto significa que en 0 de cada 100 casos tendremos un evento negativo. Es decir, si sacamos una bola al azar no saldrá ninguna bola roja.
- Ahora vamos a sacar 5 bolas blancas y meter 5 bolas rojas. Esto significa que en 5 de cada 100 casos tendremos un evento negativo. Es decir, hay un riesgo de 5 de cada 100 de sacar al azar una bola roja [SACAR UNA BOLA DE LA TÓMBOLA COMO EJEMPLO].
- Ahora vamos a sacar 15 bolas blancas y meter 15 bolas rojas. Esto significa que en 15 de cada 100 casos tendremos un evento negativo. Entonces, ¿el riesgo de sacar al azar una bola roja es mayor o menor? [ESPERAR RESPUESTA Y SACAR UNA BOLA DE LA TÓMBOLA COMO EJEMPLO].

*En la realidad, cada agricultor se enfrenta a distintos niveles de riesgo dependiendo de las condiciones de cada uno. Por ejemplo, usted puede tener un cultivo diferente al de su vecino haciéndolo más o menos vulnerable al exceso de lluvia. Por otro lado, ustedes pueden sembrar el mismo tipo de cultivo y tener diferentes niveles de riesgo por su ubicación, diferencias en pendientes o cercanía a un río.*

[ENSEÑAR LOS EJEMPLOS CON FOTOS EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT]

Investigador: *El día de hoy, se les va a pagar de acuerdo a sus decisiones. Usted puede aumentar su ganancia al elegir entre invertir o no invertir en adaptación de la siguiente forma*

[ENSEÑAR EL EJEMPLO EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT].



Investigador: Cada uno de ustedes es un tipo de agricultor diferente A, B o C. Por favor verifique en la primera página del folleto el tipo de agricultor que es usted. En este caso, el agricultor A tiene un riesgo de 10 de cada 100 de perder su producción. Si usted decide no adaptarse hay dos posibles resultados:

- En 10 de cada 100 casos puede haber un efecto negativo en su producción y su ganancia sería [C\$2.000].
- En 90 de cada 100 casos nada va a suceder y su ganancia será [C\$20.000].

Si usted decide adaptarse, debe aceptar pagar el costo de adaptación de C\$6.000. Con la adaptación usted se asegura un pago de C\$14.000, que equivale a la rentabilidad por manzana [C\$20.000] menos el costo de adaptación.

Investigador: Si usted ha elegido no adaptarse al cambio climático, entonces nosotros utilizaremos la tómbola para determinar su resultado. Vamos a utilizar la tómbola de la siguiente manera. [MOSTRAR LA TOMBOLA CON LAS BOLAS ROJAS Y BLANCAS]

La bola roja significa que ocurre un evento negativo. La bola blanca significa que nada malo va a ocurrir con su producción. Si el riesgo de un impacto negativo es 10 de cada 100 casos, entonces ponemos 10 bolas rojas y 90 bolas blancas en la tómbola. Cada uno de ustedes va a pasar al frente y sacará una bola y si la bola es roja, entonces tendrá un efecto negativo sobre su producción. Si la bola es blanca, no tendrá este efecto negativo. [GIRAR LA TÓMBOLA COMO PARTE DE EJEMPLO]

¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]

Investigador: *Se les va a pedir que efectúen algunas elecciones, donde varios aspectos del juego van a ir cambiando. En total ustedes realizarán 8 elecciones. Cada uno de los casos es independiente de los anteriores, es decir, cada caso es una situación nueva e independiente de las demás. Usted no sabrá el resultado final del juego hasta que haya realizado todas las elecciones.*

*Al terminar, se sacará una bola con un número del 1 al 8 para determinar cuál de las elecciones anteriores se va a considerar como una situación real. Con una situación real queremos decir que se le va a pagar dinero de acuerdo a sus decisiones y su suerte. El caso seleccionado será el mismo para todos.*

*Desafortunadamente nosotros no podemos pagarles la totalidad de los montos mencionados, pues no tenemos tanto dinero. Los montos del ejemplo y de los casos que ustedes van a enfrentar equivalen a la rentabilidad promedio por manzana de café y se escogieron de tal forma para que los casos fueran realistas. El siguiente cuadro muestra los montos que ustedes pueden ganar en este juego:*

[ENSEÑAR el cuadro EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT]

Si el resultado del juego es ...	Nosotros le pagaremos ...
[C\$ 20000]	[C\$ 200]
[C\$ 19000]	[C\$ 190]
[C\$ 18000]	[C\$ 180]
[C\$ 17000]	[C\$ 170]
[C\$ 14000]	[C\$ 140]
[C\$ 2000]	[C\$ 20]

*¿Tienen alguna pregunta?* [ESPERAR RESPUESTA]

[FIN DE LA PRESENTACIÓN DE POWER POINT]

*¡Empecemos con el juego! Recuerden que deben considerar a los otros dos miembros del grupo como sus vecinos.*

PEDIRLES ABRIR LOS FOLLETOS EN LA PÁGINA CON EL CASO 1.

**CASO 1:** *En este caso, todos tienen el mismo riesgo y este es igual a 10 de cada 100. De nuevo, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar.*

*Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes. Tomen tiempo para pensar cuidadosamente y anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 2.

**CASO 2:** *En este caso el riesgo es el mismo para los tres y es igual a 10%, lo que significa que en 10 de cada 100 casos usted puede sufrir un resultado negativo. En este caso, además de tener todos el mismo riesgo, si ocurre un evento negativo afecta a todos los que no se han adaptado. En la práctica esto significa que solo uno de ustedes va a sacar una bola de la tómbola para determinar que le va a pasar a todos los que nos se han adaptado. Si algo le pasa a usted, también le pasará a todos los vecinos que escogieron no adaptarse.*

*Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 3.

**CASO 3:** *En este caso, todos ustedes tienen el mismo riesgo y este es igual a 10 de cada 100. Nuevamente, lo que le ocurra a usted no necesariamente les va a pasar a sus vecinos en el grupo. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$2.000. Si menos de tres de ustedes se adaptan, entonces el costo es el mismo que antes, es decir C\$6.000.*

*Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes. Tomen tiempo para pensar cuidadosamente y anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 4.

*Investigador: ahora les vamos a pedir que volteen sus sillas de forma que queden de frente a sus compañeros de grupo.*

**CASO 4:** *En este caso todos tienen el mismo riesgo y este es igual a 10 de cada 100. Nuevamente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes va a sacar una bola de la tómbola para determinar que le pasará a cada uno. Antes de tomar su decisión se le está permitido hablar con sus compañeros de grupo sobre su punto de vista. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$2.000. Si menos de tres de ustedes se adaptan, entonces el costo es el mismo que antes, es decir C\$6.000.*

*Recuerden que ustedes son libres de tomar su decisión independientemente de lo que se discuta en el grupo. ¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA] Tomen su tiempo para conversar y anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 5.

**CASO 5:** *En este caso todos tienen el mismo riesgo y este es igual a 10 de cada 100. Nuevamente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes va a sacar una bola de la tómbola para determinar que le pasará a cada uno. Nuevamente, antes de tomar su decisión se le está permitido hablar con sus compañeros de grupo sobre su punto de vista. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$3.000. Si menos de tres de ustedes se adaptan, entonces el costo es el mismo que antes es decir C\$6.000.*

*Recuerden que ustedes son libres de tomar su decisión independientemente de lo que se discuta en el grupo. Tomen su tiempo para conversar y anoten por favor su decisión en el lugar indicado*

**DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 6.**

**CASO 6:** *En este caso todos tienen el mismo riesgo y este es igual a 10 de cada 100. Nuevamente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes va a sacar una bola de la tómbola para determinar que le pasará a cada uno. Nuevamente, antes de tomar su decisión se le está permitido hablar con sus compañeros de grupo sobre su punto de vista. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$1.000. Si menos de tres de ustedes se adaptan, entonces el costo es el mismo que antes es decir C\$6.000.*

*Recuerden que ustedes son libres de tomar su decisión independientemente de lo que se discuta en el grupo. Tomen su tiempo para conversar y anoten por favor su decisión en el lugar indicado*

**DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 7.**

**CASO 7:** *En este caso todos tienen el mismo riesgo y este es igual a 5 de cada 100. Nuevamente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes va a sacar una bola de la tómbola para determinar que le pasará a cada uno. Nuevamente, antes de tomar su decisión se le está permitido hablar con sus compañeros de grupo sobre su punto de vista. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$2.000. Si menos de tres de ustedes se adaptan, entonces el costo es el mismo que antes es decir C\$6.000.*

*Recuerden que ustedes son libres de tomar su decisión independientemente de lo que se discuta en el grupo. ¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA] Tomen su tiempo para conversar y anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

**DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 8.**

**CASO 8:** *En este caso todos tienen el mismo riesgo y este es igual a 15 de cada 100. Nuevamente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes va a sacar una bola de la tómbola para determinar que le*

*pasará a cada uno. Nuevamente, antes de tomar su decisión se le está permitido hablar con sus compañeros de grupo sobre su punto de vista. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$2.000. Si menos de tres de ustedes se adaptan, entonces el costo es el mismo que antes es decir C\$6.000.*

*Recuerden que ustedes son libres de tomar su decisión independientemente de lo que se discuta en el grupo. Tomen su tiempo para conversar y anoten por favor su decisión en el lugar indicado*

#### DAR TIEMPO PARA RESPONDER

Investigador: *Antes de finalizar, les rogamos completar la encuesta adjunta.*

#### DAR TIEMPO PARA COMPLETAR LA ENCUESTA

Investigador: *Por favor mantengan los folletos en sus manos. A continuación vamos a seleccionar el caso que será tomada como real. Para tal propósito uno de ustedes pasará adelante para sacar una de 8 bolas numeradas. ¿Quién pasa al frente?*

Instrucciones para investigador:

- Dividir el equipo en 2 o 3. El primero revisa el nivel de riesgo y maneja la tómbola. El segundo recibe y verifica los resultados y realiza los pagos. El tercero llena y firma el recibo y verifica que la encuesta este completa.

Investigador: *Perfecto, salió el caso [...]. ORDENARLOS POR NIVEL DE RIESGO. Ahora cada uno de ustedes vendrá a sacar una bola de la tómbola de acuerdo a su riesgo, empezando por los que tienen el riesgo menor.*

OJO: Si el caso seleccionado es el caso [2], entonces basta con que uno solo de ellos dicte la suerte de los demás.

**Proyecto:** Estrategias de Adaptación al Cambio Climático de Productores Agrícolas  
**Framed field experiment 2:** Riesgo heterogéneo  
**Libreto para el trabajo de campo**

---

Instrucciones generales para el juego:

- Los juegos se van a realizar en grupos de tres personas. Antes de dejar pasar a los participantes a la sala, hacer lo siguiente:
  - Organizar las sillas en grupos de 3 personas, poner lapiceros y los folletos en cada mesa.
  - Cada folleto además del tipo de agricultor (A, B, C) debe llevar un único número X-Y-Z de tal forma que X es el número de identificación, Y el número de taller y Z el número de mesa.
  - Asegúrese de que hay suficientes sillas para cada grupo.
- Mantener siempre a una persona en la puerta y hacer pasar a los agricultores uno a uno a la sala. Indicar al agricultor donde sentarse de forma que el primero en llegar se sienta en la mesa 1, el segundo en la mesa 2 y así hasta completar las mesas disponibles. Al completar una persona por mesa, sentar al siguiente agricultor en la mesa 1, luego en la mesa 2 y así sucesivamente.
  - Asegúrese que todos tomen asiento antes de empezar.
  - Asegúrese que los participantes estén sentados sin mirarse unos a otros.

---

Investigador: *Bienvenidos a esta reunión. Estamos muy contentos y honrados de tenerlos a todos aquí. Hoy vamos a hacer unos juegos en donde ustedes van a tomar decisiones como agricultores. Estos juegos están basados en situaciones reales y nosotros deseamos aprender de su realidad con base en sus decisiones. La sesión va a durar aproximadamente 2 horas. Durante la sesión usted podrá ganar dinero. Cuánto dinero depende de sus decisiones. Toda la información recopilada será confidencial.*

Investigador: *En este momento queremos confirmar que están dispuestos a participar durante las próximas dos horas. [DAR TIEMPO Y ESPERAR AQUELLOS QUE DESEAN RETIRARSE]*

- Reconstruir los grupos entre los presentes, evitando tener amigos en el mismo grupo. No dejar que se organicen entre ellos.
- Si hace falta una persona para completar el grupo, mantener a los dos jugando aunque sean solo dos en el grupo.
- Si hacen falta dos personas para completar una mesa, no incluir a la persona que queda en el experimento. Pedirle que por favor se retire e invitarlo a participar de un futuro juego.

Investigador: *Gracias por permanecer aquí. ¡Empecemos! Como pueden ver, los hemos colocados en grupos de tres. Es muy importante que por el momento no hablen entre su grupo o con integrantes de otros grupos. Les rogamos seguir estas instrucciones, pues de otro modo todo el grupo va a tener que retirarse. Esto es muy importante, ¿está claro para todos? [ESPERAR RESPUESTA]*

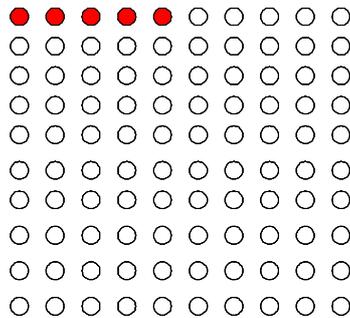
Investigador: [INICIAR PRESENTACIÓN DE POWER POINT]

*La investigación que estamos realizando es sobre cambio climático. Con esto nos referimos al cambio en el clima mundial debido a la actividad humana. Existen pruebas científicas de que la temperatura del planeta ha aumentado y seguirá aumentando. Este incremento en la temperatura, ocasiona falta de lluvia en zonas secas, exceso de lluvia en zonas húmedas y eventos meteorológicos extremos como huracanes e inundaciones.*

[ENSEÑAR LOS EJEMPLOS CON FOTOS EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT]

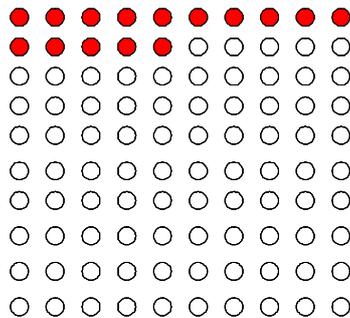
*Investigador: Este cambio en el clima puede traer consecuencias negativas para la agricultura, la salud y el bienestar humano. En cierta medida los efectos negativos del cambio climático se pueden reducir mediante la adopción de prácticas de conservación de suelos, uso de semillas mejoradas y sistemas de riego eficientes, entre otros. Los expertos llaman a esto ADAPTARSE al cambio climático.*

*Nadie puede estar seguro de qué puede ocurrir en el futuro con el cambio climático, pero los expertos hablan acerca del riesgo de que algo ocurra. Podemos entender el riesgo observando la siguiente figura:*



*En la figura se muestran 100 bolas. Si el riesgo de que suceda un evento negativo es 5 de cada 100, es lo mismo que colocar todas las bolas en una tómbola y sacar al azar una bola roja, lo que significa que tendremos un evento negativo. Si la bola extraída al azar es blanca, nada va a pasar. En 5 de cada 100 casos la bola puede salir roja y en 95 de 100 casos la bola puede salir blanca.*

*En estos gráficos se muestran distintos niveles de riesgo [ENSEÑAR GRÁFICOS CON LOS DIFERENTES NIVELES DE RIESGO EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT]. Por ejemplo, si el riesgo es de 15 de cada 100, significa que 15 de las 100 bolas son rojas. Comparando con el ejemplo anterior, existen 3 veces más bolas rojas en la tómbola y por ende el riesgo es 3 veces mayor.*



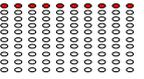
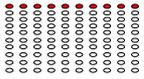
Aquí tenemos una tómbola [MOSTRAR LA TOMBOLA CON LAS BOLAS ROJAS Y BLANCAS].

- En este momento la tómbola contiene 100 bolas blancas y ninguna bola roja. Esto significa que en 0 de cada 100 casos tendremos un evento negativo. Es decir, si sacamos una bola al azar no saldrá ninguna bola roja.
- Ahora vamos a sacar 5 bolas blancas y meter 5 bolas rojas. Esto significa que en 5 de cada 100 casos tendremos un evento negativo. Es decir, hay un riesgo de 5 de cada 100 de sacar al azar una bola roja [SACAR UNA BOLA DE LA TÓMBOLA COMO EJEMPLO].
- Ahora vamos a sacar 15 bolas blancas y meter 15 bolas rojas. Esto significa que en 15 de cada 100 casos tendremos un evento negativo. Entonces, ¿el riesgo de sacar al azar una bola roja es mayor o menor? [ESPERAR RESPUESTA Y SACAR UNA BOLA DE LA TÓMBOLA COMO EJEMPLO].

En la realidad, cada agricultor se enfrenta a distintos niveles de riesgo, dependiendo de las condiciones de cada uno. Por ejemplo, usted puede tener un cultivo diferente al de su vecino haciéndolo más o menos vulnerable al exceso de lluvia. Por otro lado, ustedes pueden sembrar el mismo tipo de cultivo y tener diferentes niveles de riesgo por su ubicación, diferencias en pendientes o cercanía a un río.

[ENSEÑAR LOS EJEMPLOS CON FOTOS EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT]

Investigador: El día de hoy, se les va a pagar de acuerdo a sus decisiones. Usted puede aumentar su ganancia al elegir entre invertir o no invertir en adaptación de la siguiente forma [ENSEÑAR EL EJEMPLO EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT].

Agricultor B	Agricultor A	Agricultor C
		
 Riesgo de B es 10 de cada 100	 Su riesgo de perder es 10 de cada 100	 Riesgo de C es 10 de cada 100
Su decisión es...		
Si invertir		No invertir
 El costo de adaptación es C\$6.000 entonces su ganancia neta sería (C\$20.000- C\$6.000): <b>C\$14.000</b>		Su ganancia depende el riesgo En 10 de cada 100 casos hay un efecto negativo y su ganancia es: <b>C\$2.000</b> En 90 de cada 100 casos nada va a pasar y su ganancia es: <b>C\$20.000</b>
<input type="checkbox"/> Si invertir		<input type="checkbox"/> No invertir
Marque su opción por favor		

Investigador: *Cada uno de ustedes es un tipo de agricultor diferente A, B o C. Por favor verifique en la primera página del folleto el tipo de agricultor que es usted. En este caso, el agricultor A tiene un riesgo de 10 de cada 100 de perder su producción. Si usted decide no adaptarse hay dos posibles resultados:*

- *En 10 de cada 100 casos puede haber un efecto negativo en su producción y su ganancia sería [C\$2.000].*
- *En 90 de cada 100 casos nada va a suceder y su ganancia será [C\$20.000].*

*Si usted decide adaptarse, debe aceptar pagar el costo de adaptación de C\$6.000. Con la adaptación usted se asegura un pago de C\$14.000, que equivale a la rentabilidad por manzana [C\$20.000] menos el costo de adaptación.*

Investigador: *Si usted ha elegido no adaptarse al cambio climático, entonces nosotros utilizaremos la tómbola para determinar su resultado. Vamos a utilizar la tómbola de la siguiente manera. [MOSTRAR LA TOMBOLA CON LAS BOLAS ROJAS Y BLANCAS]*

*La bola roja significa que ocurre un evento negativo. La bola blanca significa que nada malo va a ocurrir con su producción. Si el riesgo de un impacto negativo es 10 de cada 100 casos, entonces ponemos 10 bolas rojas y 90 bolas blancas en la tómbola. Cada uno de ustedes va a pasar al frente y sacará una bola y si la bola es roja, entonces tendrá un efecto negativo sobre su producción. Si la bola es blanca, no tendrá este efecto negativo. [GIRAR LA TÓMBOLA COMO PARTE DE EJEMPLO]*

*¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]*

Investigador: *Se les va a pedir que efectúen algunas elecciones, donde varios aspectos del juego van a ir cambiando. En total ustedes realizarán 8 elecciones. Cada uno de los casos es independiente de los anteriores, es decir, cada caso es una situación nueva e independiente de las demás. Usted no sabrá el resultado final del juego hasta que haya realizado todas las elecciones.*

*Al terminar, se sacará una bola con un número del 1 al 8 para determinar cuál de las elecciones anteriores se va a considerar como una situación real. Con una situación real queremos decir que se le va a pagar dinero de acuerdo a sus decisiones y su suerte. El caso seleccionado será el mismo para todos.*

*Desafortunadamente nosotros no podemos pagarles la totalidad de los montos mencionados, pues no tenemos tanto dinero. Los montos del ejemplo y de los casos que ustedes van a enfrentar equivalen a la rentabilidad promedio por manzana de café y se escogieron de tal forma para que los casos fueran realistas. El siguiente cuadro muestra los montos que ustedes pueden ganar en este juego:*

*[ENSEÑAR el cuadro EN LA PRESENTACIÓN POWER POINT]*

Si el resultado del juego es ...	Nosotros le pagaremos ...
[C\$ 20000]	[C\$ 200]
[C\$ 18000]	[C\$ 180]
[C\$ 14000]	[C\$ 140]
[C\$ 2000]	[C\$ 20]

*¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]*

[FIN DE LA PRESENTACIÓN DE POWER POINT]

*¡Empecemos con el juego! Recuerden que deben considerar a los otros dos miembros del grupo como sus vecinos*

PEDIRLES ABRIR LOS FOLLETOS EN LA PÁGINA CON EL CASO 1.

**CASO 1:** *En este caso la pregunta es si usted se adapta o no con el nivel de riesgo mostrado en su hoja. Para ayudarse pueden ver esta diapositiva con los posibles riesgos que se le pueden presentar. [PONER LA PARTE DE LA PRESENTACIÓN CON LOS 3 NIVELES DE RIESGO]*

- *Si usted se adapta su ganancia es [C\$14.000] independientemente del riesgo.*
- *Si usted no se adapta, su ganancia dependerá del riesgo de tener un efecto negativo en su producción como se describe en la hoja.*

*Este riesgo puede ser mayor o menor al suyo. Los otros agricultores tampoco conocen su riesgo. Además, considere que lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar.*

*Note que usted no sabe el riesgo de los otros. Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes. ¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 2

**CASO 2:** *Igual que en el caso anterior, usted no sabe el riesgo de los demás agricultores. Este riesgo puede ser mayor o puede ser menor al suyo. Note que el riesgo ha cambiado y que los otros agricultores tampoco saben su riesgo o el riesgo de los demás. De nuevo, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar. La pregunta es si usted se adapta o no con el nivel de riesgo mostrado en su hoja.*

*Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes. ¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 3.

**CASO 3:** *En este caso usted no conoce su propio riesgo ni el de los demás. Lo único que sabe es que el riesgo puede ser 5, 10 o 15 de cada 100. Nuevamente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar. Pero esta vez ustedes no saben el número de bolas rojas en la tómbola, pueden haber 5, 10 o 15. ¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 4.

**CASO 4:** *En este caso usted sabe su propio riesgo y el riesgo de los otros agricultores. Todos tienen riesgos diferentes como puede observar en la hoja de respuesta. Igualmente lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar. El número de bolas rojas en la tómbola depende de su propio riesgo, como se mencionó anteriormente. Recuerde que no pueden hablar entre ustedes.*

*¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 5.

**CASO 5:** *En este caso usted sabe su propio riesgo y el riesgo de los otros agricultores. Todos tienen riesgos diferentes como puede observar en la hoja de respuesta. Igualmente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$2.000. Si menos de tres de ustedes se adapta, entonces el costo es el mismo que antes es decir C\$6.000. Como se mencionó anteriormente, el número de bolas rojas en la tómbola depende de su propio riesgo. Recuerde que no pueden hablar entre ustedes.*

*¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 6.

Investigador: *Ahora les vamos a pedir que volteen sus sillas de forma que queden de frente a sus compañeros de grupo.*

**EL CASO 6:** *En este caso usted sabe su propio riesgo y el riesgo de los otros agricultores. Todos tienen riesgos diferentes como puede observar en la hoja de respuesta. Igualmente, lo que*

*le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar. Como se mencionó anteriormente, el número de bolas rojas en la tómbola depende de su propio riesgo. Antes de tomar su decisión se le está permitido hablar con sus compañeros de grupo sobre su punto de vista.*

*¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

**DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 7**

**CASO 7:** *En este caso usted sabe su propio riesgo y el riesgo de los otros agricultores. Todos tienen riesgos diferentes como puede observar en la hoja de respuesta. Igualmente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar. Antes de tomar su decisión se le está permitido hablar con sus compañeros de grupo sobre su punto de vista. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$2.000. Si menos de tres de ustedes se adapta, entonces el costo es el mismo que antes es decir C\$6.000. Como se mencionó anteriormente, el número de bolas rojas en la tómbola depende de su propio riesgo.*

*¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

**DAR TIEMPO PARA RESPONDER Y PEDIRLES VOLTEAR A LA SIGUIENTE PÁGINA CON EL CASO 8.**

**CASO 8:** *En este caso usted sabe su propio riesgo y el riesgo de los otros agricultores. Todos tienen riesgos diferentes y este riesgo ha cambiado como puede observar en la hoja de respuesta. Igualmente, lo que le pase a usted no necesariamente le va a pasar a los demás. En la práctica esto significa que cada uno de ustedes por separado va a sacar una bola de la tómbola para determinar lo que le puede llegar a pasar. Antes de tomar su decisión se le está permitido hablar con sus compañeros de grupo sobre su punto de vista. Si todos deciden adaptarse, el costo de adaptación es de C\$2.000. Si menos de tres de ustedes se adapta, entonces el costo es el mismo que antes es decir C\$6.000. Como se mencionó anteriormente, el número de bolas rojas en la tómbola depende de su propio riesgo.*

*¿Tienen alguna pregunta? [ESPERAR RESPUESTA]. Anoten por favor su decisión en el lugar indicado.*

**DAR TIEMPO PARA RESPONDER**

Investigador: *Antes de finalizar, les rogamos completar la encuesta adjunta.*

**DAR TIEMPO PARA COMPLETAR LA ENCUESTA**

Investigador: *Por favor mantengan los folletos en sus manos. A continuación vamos a seleccionar el caso que será tomado como real. Para tal propósito uno de ustedes pasará adelante para sacar una de 8 bolas numeradas. ¿Quién pasa al frente?*

Instrucciones para investigador:

- Dividir el equipo en 2 o 3. El primero revisa el nivel de riesgo y maneja la tómbola. El segundo recibe y verifica los resultados y realiza los pagos. El tercero llena y firma el recibo y verifica que la encuesta este completa.

Investigador: *Perfecto, salió el caso [...]. ORDENARLOS POR NIVEL DE RIESGO. Ahora cada uno de ustedes vendrá a sacar una bola de la tómbola de acuerdo a su riesgo, empezando por los que tienen el riesgo menor.*

OJO: Si el caso seleccionado es el caso [3], entonces el procedimiento es en dos etapas:

- Pedirle a alguno de los participantes que seleccione una de las 3 bolas marcadas con 5, 10 o 15.
- Con base en esto, pedirle a esa persona que introduzca las bolas rojas correspondientes
- Luego cada participante define su suerte al sacar una bola de la tómbola.

\_\_\_\_ - \_\_\_\_ - \_\_\_\_  
ID# - taller - mesa

# Hoja de respuestas Agricultor A

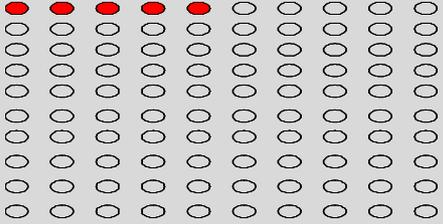
(Riesgo Heterogéneo)

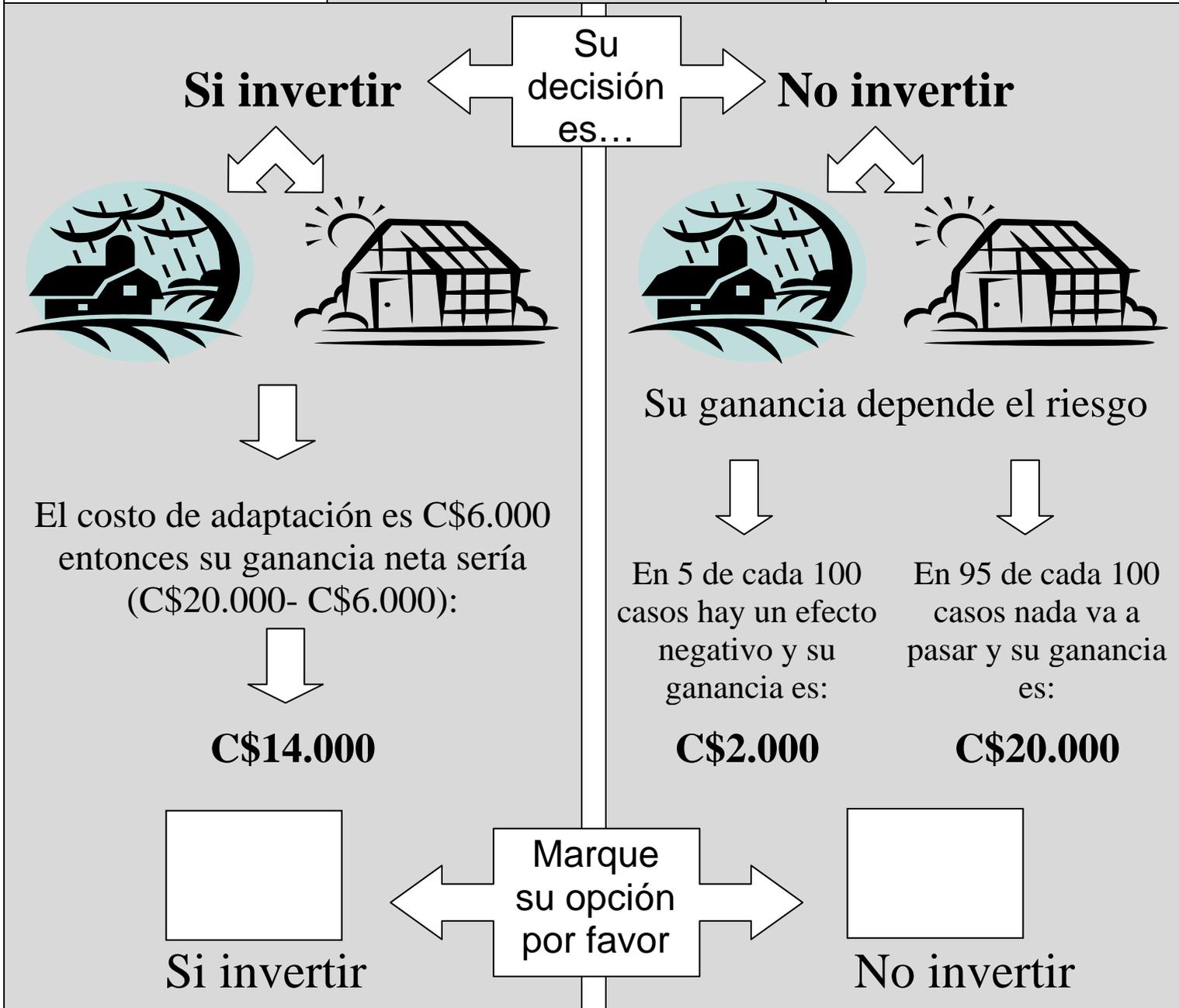
## Instrucciones generales

- Por favor, no hable con los otros miembros de su mesa hasta que se le indique.
- Por favor, no abra el folleto aún, permítanos explicarle antes.
- Este juego es confidencial. Por favor, no escriba su nombre en ninguna de las secciones.

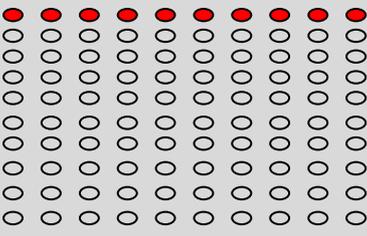
CASO 1

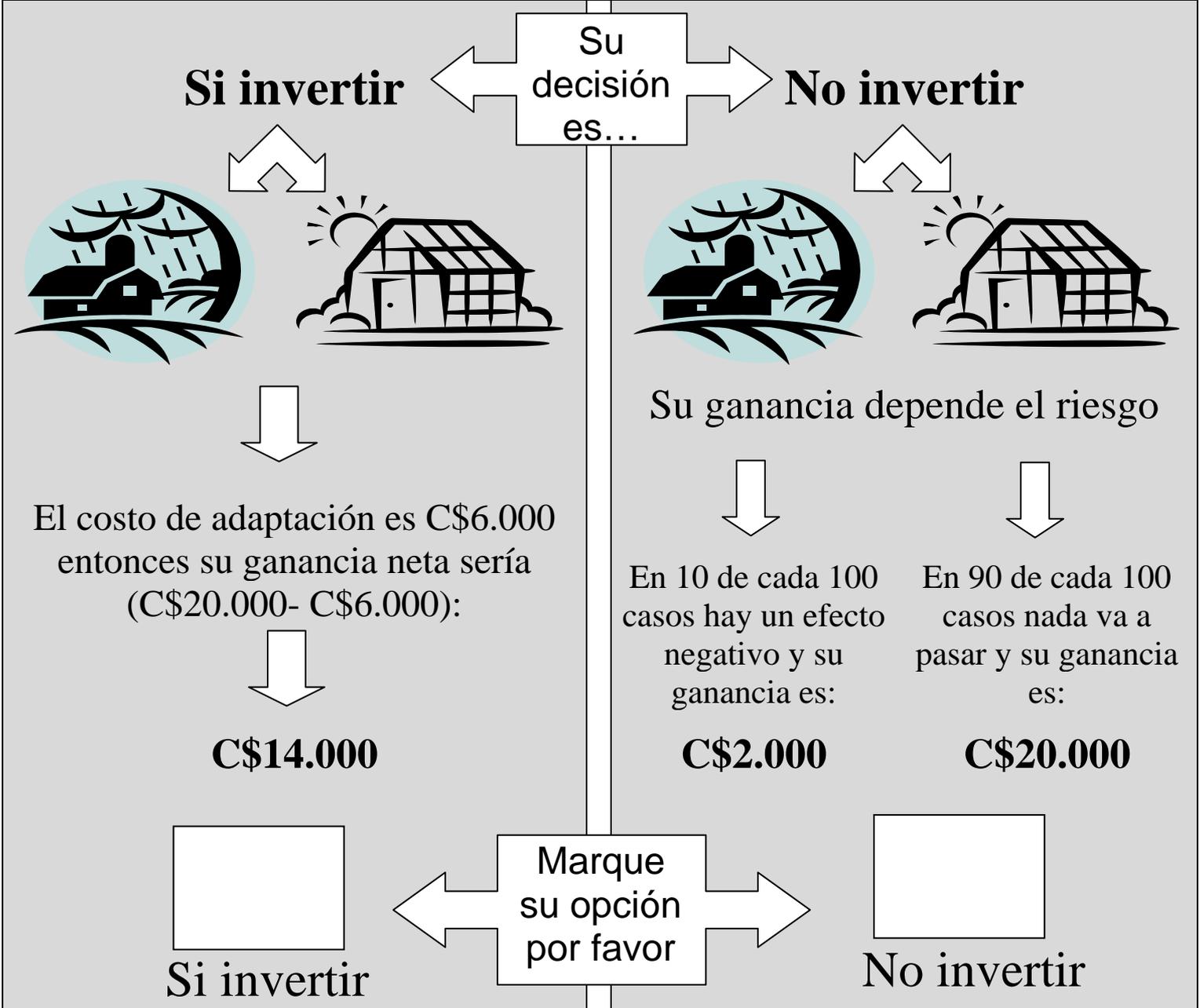
Usted es el Agricultor A

<p>Agricultor B</p> 	<p><b>Agricultor A</b></p> 	<p>Agricultor C</p> 
 <p>Usted no conoce el riesgo del agricultor B</p>	 <p>Su riesgo de perder es 5 de cada 100</p>	 <p>Usted no conoce el riesgo del agricultor C</p>



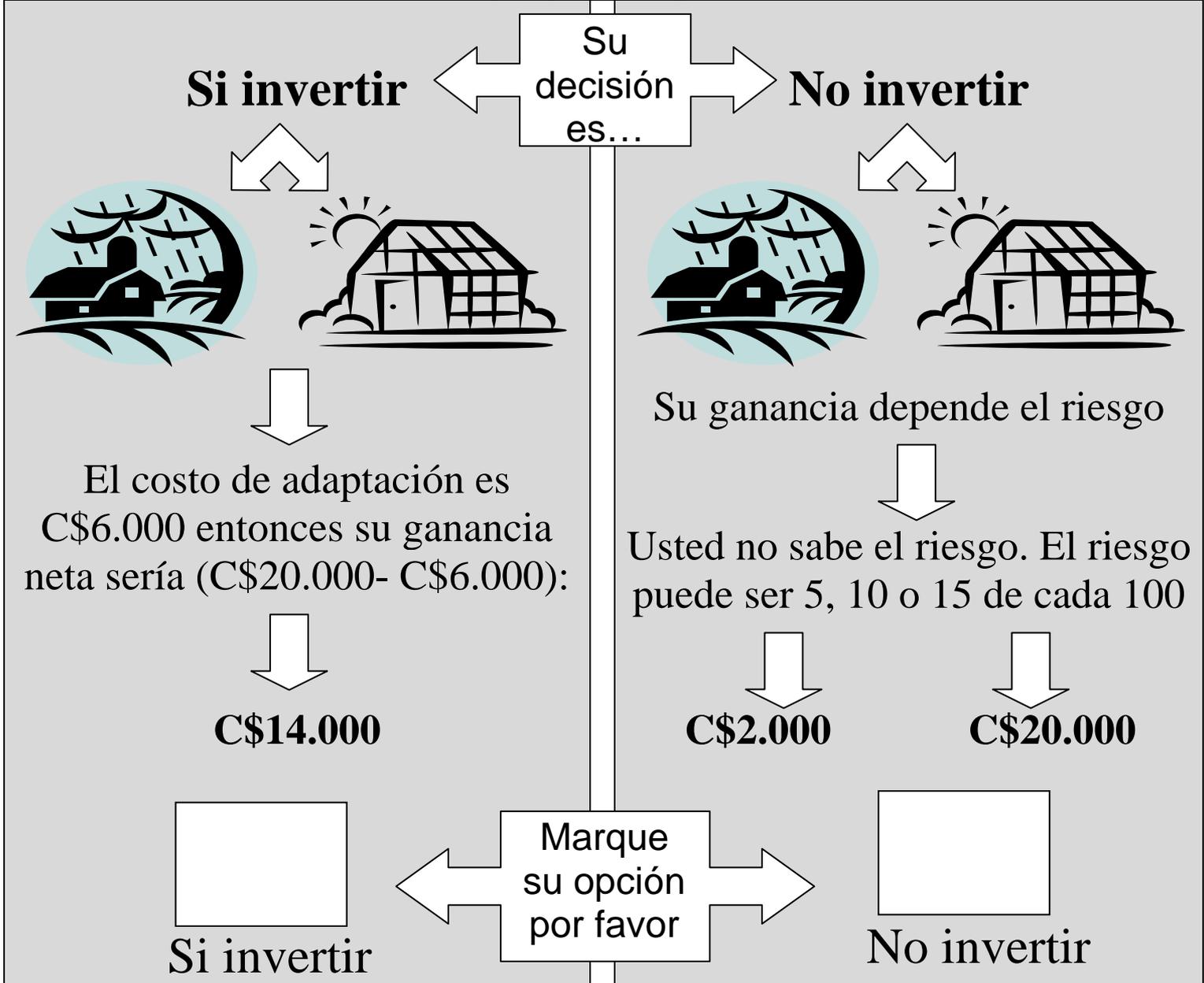
Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes.

<p>Agricultor B</p> 	<p><b>Agricultor A</b></p> 	<p>Agricultor C</p> 
 <p>Usted no conoce el riesgo del agricultor B</p>	 <p>Su riesgo de perder es 10 de cada 100</p>	 <p>Usted no conoce el riesgo del agricultor C</p>

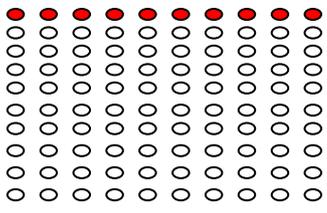
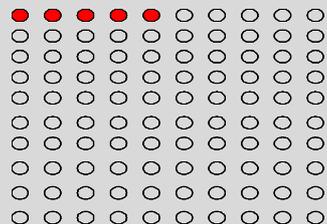
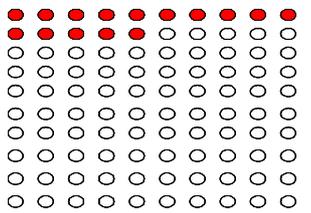


Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes.

<p>Agricultor B</p> 	<p><b>Agricultor A</b></p> 	<p>Agricultor C</p> 
 <p>Usted no conoce el riesgo del agricultor B</p>	 <p>Usted no conoce su propio riesgo</p>	 <p>Usted no conoce el riesgo del agricultor C</p>



Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes.

<p>Agricultor B</p> 	<p><b>Agricultor A</b></p> 	<p>Agricultor C</p> 
 <p>Riesgo de B es 10 de cada 100</p>	 <p>Su riesgo de perder es 5 de cada 100</p>	 <p>Riesgo de C es 15 de cada 100</p>

**Su decisión es...**

←
→

**Si invertir**




El costo de adaptación es C\$6.000 entonces su ganancia neta sería (C\$20.000- C\$6.000):

**C\$14.000**

**Si invertir**

**No invertir**




Su ganancia depende el riesgo

En 5 de cada 100 casos hay un efecto negativo y su ganancia es:

**C\$2.000**

En 95 de cada 100 casos nada va a pasar y su ganancia es:

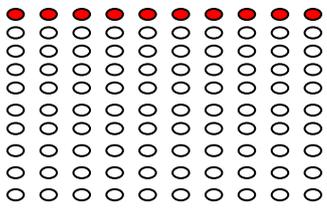
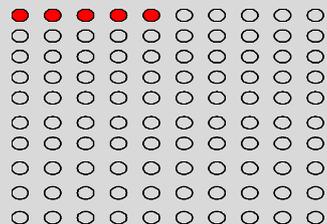
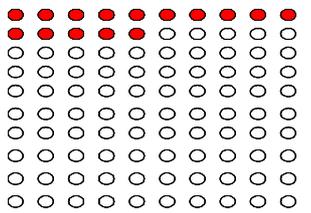
**C\$20.000**

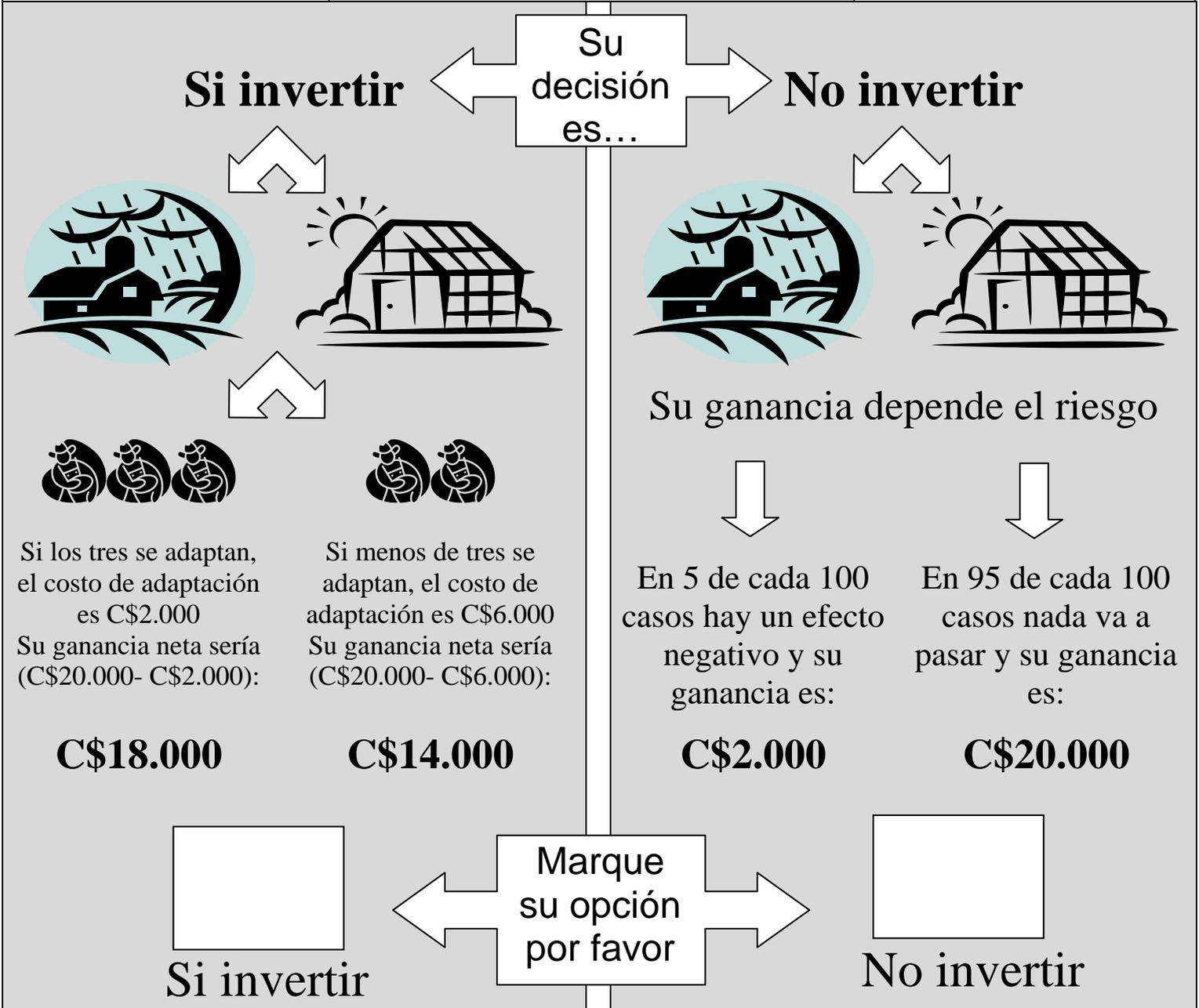
**No invertir**

**Marque su opción por favor**

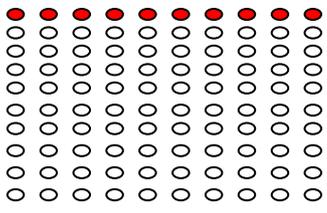
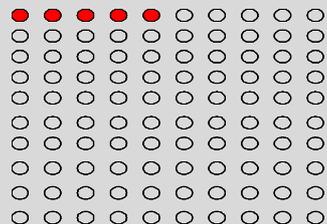
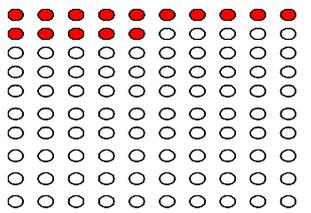
←
→

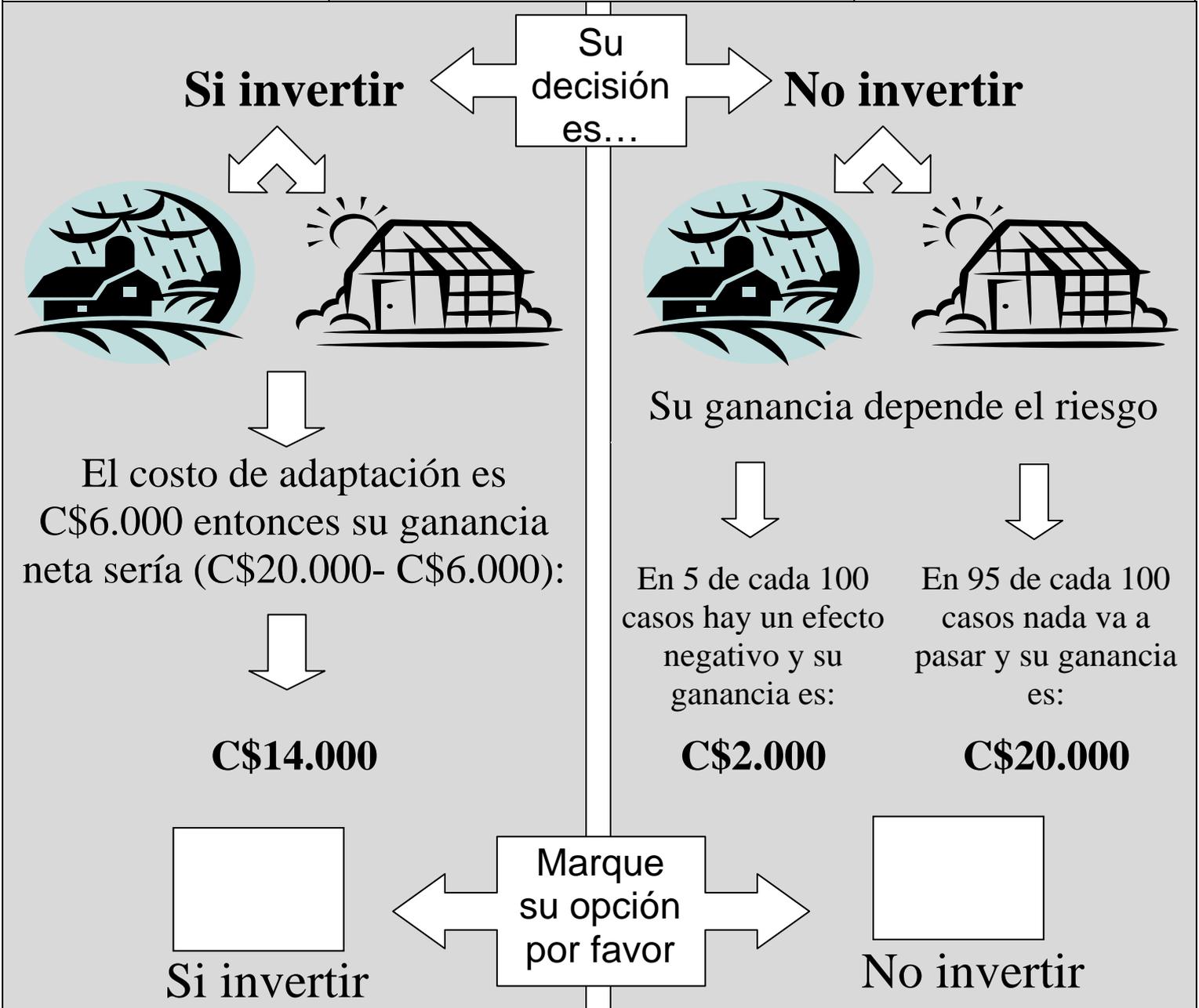
Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes.

<p>Agricultor B</p> 	<p><b>Agricultor A</b></p> 	<p>Agricultor C</p> 
 <p>Riesgo de B es 10 de cada 100</p>	 <p>Su riesgo de perder es 5 de cada 100</p>	 <p>Riesgo de C es 15 de cada 100</p>

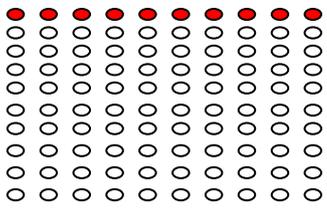
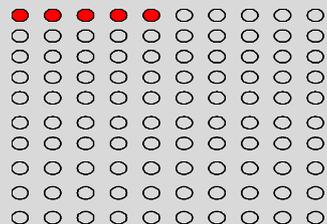
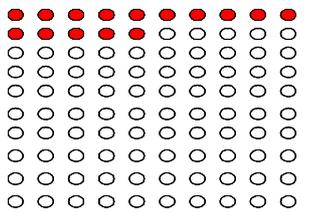


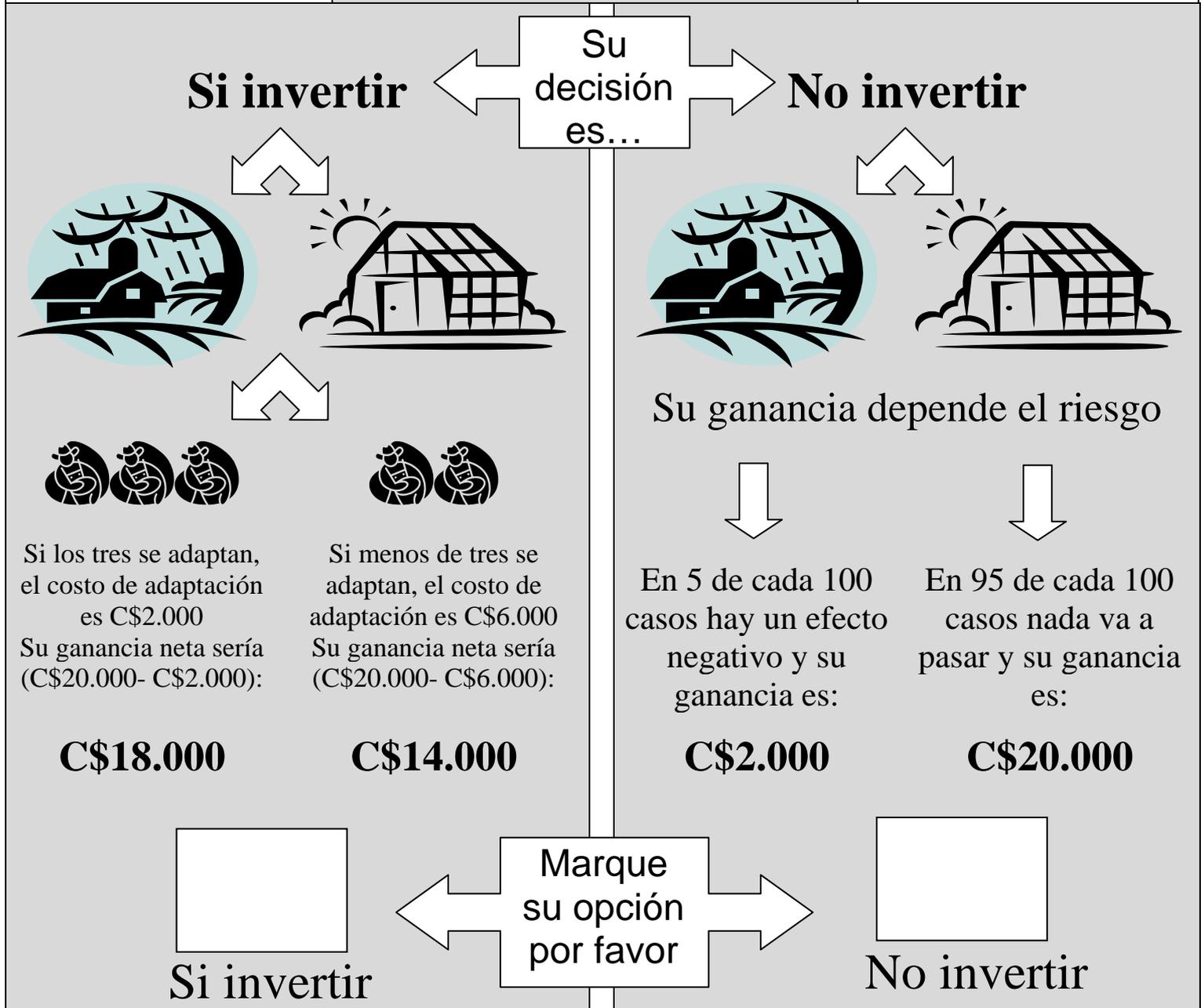
Recuerde que no está permitido hablar entre ustedes.

<p>Agricultor B</p> 	<p><b>Agricultor A</b></p> 	<p>Agricultor C</p> 
 <p>Riesgo de B es 10 de cada 100</p>	 <p>Su riesgo de perder es 5 de cada 100</p>	 <p>Riesgo de C es 15 de cada 100</p>

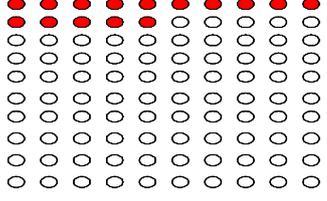
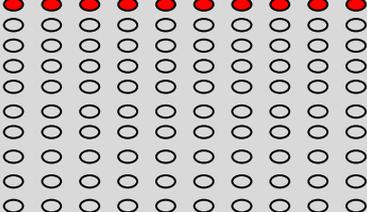
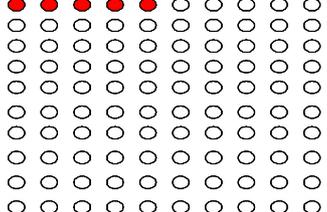


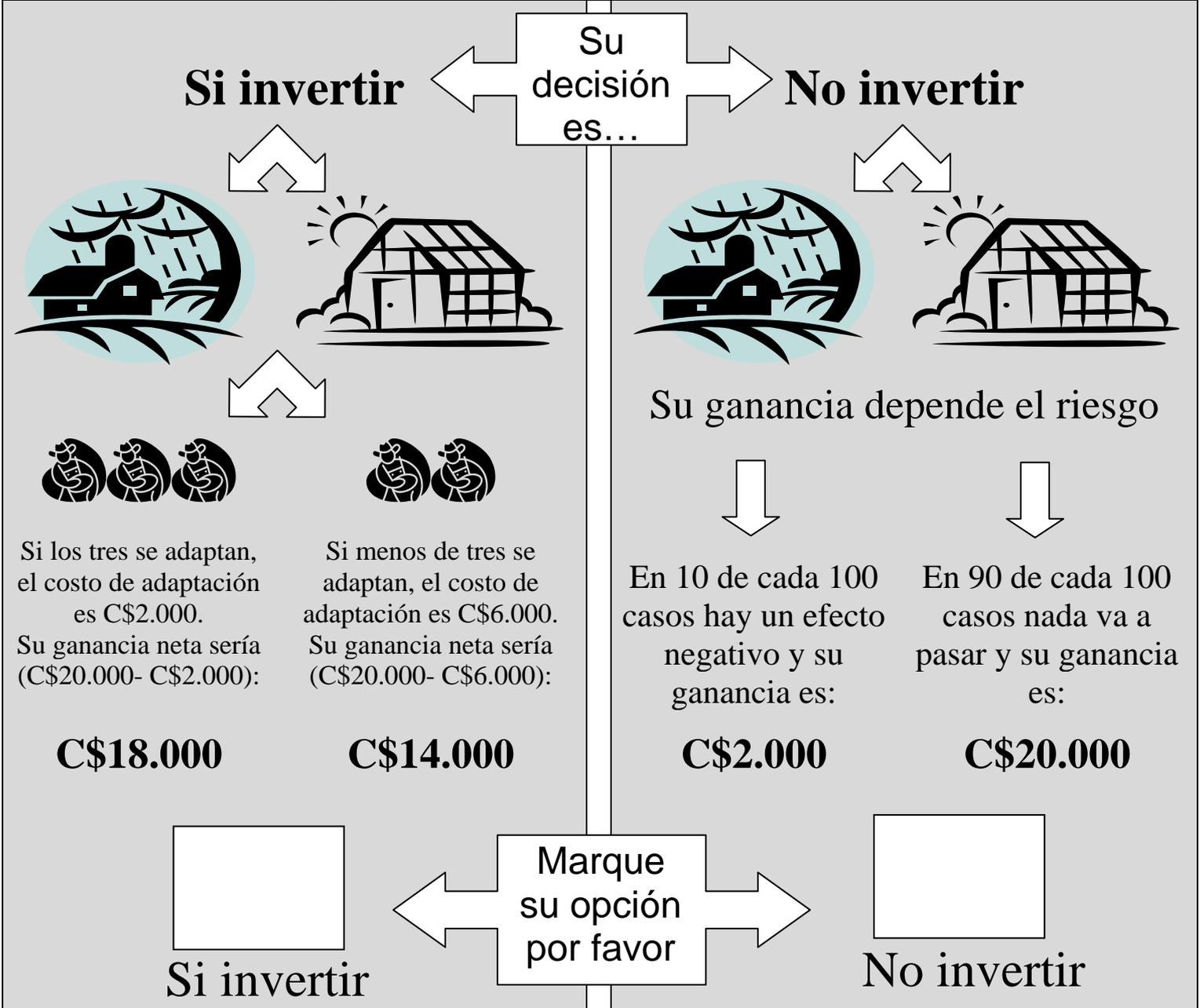
Recuerde que usted es libre de tomar su decisión independientemente de lo que se discuta en el grupo.

<p>Agricultor B</p> 	<p><b>Agricultor A</b></p> 	<p>Agricultor C</p> 
 <p>Riesgo de B es 10 de cada 100</p>	 <p>Su riesgo de perder es 5 de cada 100</p>	 <p>Riesgo de C es 15 de cada 100</p>



Recuerde que usted es libre de tomar su decisión independientemente de lo que se discuta en el grupo.

<p><b>Agricultor B</b></p> 	<p><b>Agricultor A</b></p> 	<p><b>Agricultor C</b></p> 
 <p>Riesgo de B es 15 de cada 100</p>	 <p>Su riesgo de perder es 10 de cada 100</p>	 <p>Riesgo de C es 5 de cada 100</p>



Recuerde que usted es libre de tomar su decisión independientemente de lo que se discuta en el grupo.

Por favor, llenar los siguientes datos:

1. Género:            \_\_\_ Hombre    \_\_\_ Mujer
2. Edad: \_\_\_\_\_
3. Nivel educativo:

Ninguno  
Primaria incompleta  
Primaria completa  
Secundaria incompleta  
Secundaria completa  
Universidad incompleta  
Universidad completa

4. ¿De qué tamaño es su finca? \_\_\_\_\_(Mz)
5. ¿Qué actividad productiva tiene su finca? \_\_\_\_\_
6. De 1 a 5, ¿qué tan difícil le pareció este juego?

1	2	3	4	5
Muy fácil	Fácil	Más o menos	Difícil	Muy difícil

*¡Muchas gracias por su colaboración!*