

**CENTRO AGRÓNOMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA  
CONSERVACIÓN ESCUELA DE POSGRADO**

**ANÁLISIS DE LA INTERVENCIÓN DEL PLAN DE MEJORAMIENTO  
AMBIENTAL DE LA PARTE ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO  
VIRILLA, COSTA RICA**

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

***Magister Scientiae***

**Por**

***NELLY LUQUE LUQUE***

**Turrialba, Costa Rica**



## **DEDICATORIA**

A Dios, a quien le estoy muy agradecida por darme siempre lo mejor en esta vida, por su luz y su amor.

A mis padres por su comprensión y apoyo, especialmente a mi Madre por ser ejemplo de fortaleza y bondad en momentos difíciles.

A mis hermanas por su apoyo, amistad y solidaridad.

A Luis Alberto Monge por su cariño, comprensión y apoyo durante la realización de la tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

A los productores de las fincas visitadas en la cuenca del Río Virilla, porque sin su apoyo y amabilidad no hubiese sido posible la realización de éste trabajo.

A la Organización de Estados Americanos (OEA), por haberme aceptado dentro del programa de becarios OEA-LASPAU y apoyar mis estudios de posgrado.

Al Dr. Jorge Faustino, por su asesoramiento en el desarrollo del estudio y a los profesores miembros del comité, por el apoyo brindado en la investigación y sus valiosos comentarios.

AL personal de la Biblioteca Conmerativa Orton por su permanente colaboración.

A la Compañía Nacional de Fuerza y luz, por su apoyo logístico en la realización de esta tesis, especialmente al Sr. Israel, por su ayuda y comentarios.

## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Justificación e importancia .....	2
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. General .....	3
1.2.2. Específicos .....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Aspectos conceptuales de cuencas hidrográficas .....	4
2.1.1. Concepto de cuenca hidrográfica .....	4
2.1.2. La cuenca como unidad de análisis .....	4
2.2. Lecciones aprendidas en el manejo de cuencas en América Latina. ....	6
2.3. Evaluación Ambiental .....	7
2.3.1. Impacto ambiental .....	7
2.3.2. ¿Qué es un indicador? .....	7
2.3.3. Estudios sobre identificación de indicadores .....	9
2.4. Plan de Mejoramiento Ambiental de la Parte Alta de la Cuenca del Río Virilla .....	13
2.4.1. Objetivo general del PLAMA Virilla .....	14
2.4.1.1. Objetivos específicos:.....	14
2.4.2 Política Ambiental de la CNFL .....	15
2.4.3. La CNFL y el Pago por Servicios Ambientales .....	16
2.4.4. La CNFL y la Educación Ambiental. ....	18
2.4.5. Evaluación del PLAMA Virilla 1993-1996 .....	19
III. METODOLOGÍA .....	23
3.1. Descripción del área de estudio .....	23
3.1.1. Ubicación .....	23
3.1.2. Características biofísicas .....	24
3.1.2.1. Clima .....	24
3.1.2.2. Suelos .....	24
3.1.2.3. Zonas de vida .....	24

3.1.2.4. Vegetación .....	25
3.1.2.5. Contaminación.....	26
3.1.3. Características Socio económicas .....	26
3.1.3.1. Tenencia de la tierra.....	26
3.1.3.2. Uso de la tierra .....	26
3.1.3.3. Migración .....	26
3.1.3.4. Organización.....	27
3.2. Metodología aplicada .....	27
3.2.1. Relación entre las actividades implementadas por el PLAMA Virilla y los indicadores generados en la parte alta de la cuenca. ....	27
3.2.2. Participación de las instituciones, organizaciones y productores del Plan de Mejoramiento Ambiental de la cuenca alta del Río Virilla.....	29
3.2.3. Percepción de los productores involucrados y no involucrados en el Plan de Manejo Ambiental del río Virilla. ....	29
3.2.4. Metodología para la calidad de aguas .....	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	37
4.1. Avance de las actividades implementadas por el PLAMA Virilla en relación con los indicadores generados en la parte alta de la cuenca. ....	37
4.1.1. Indicador: cambios en la calidad de agua en los cauces de la parte alta de la +cuenca del Río Virilla .....	37
4.1.2. Indicador: número de hectáreas manejadas con el programa de PSA, en la modalidad de reforestación y conservación en la cuenca del Río Virilla. ....	39
4.1.3. Indicador: producción de lombricompost producto de las prácticas de lombricultura y compost .....	41
4.1.4. Indicador: total de desechos sólidos extraídos por la planta hidroeléctrica Brasil. ....	41
4.1.5. Indicador: número de escuelas involucradas en educación ambiental.....	42
4.1.6. Indicador: número de alumnos recibiendo clases de educación ambiental en las escuelas .....	43
4.1.7. Indicador: número de docentes capacitados por el PLAM y talleres realizados en el programa de Promoción Ambiental. ....	43
4.1.8. Indicador: percepción de los estudiantes sobre el programa de clubes ecológicos .....	43

4.2. Participación de las instituciones, organizaciones y productores del Plan de Mejoramiento Ambiental de la cuenca alta del Río Virilla.....	44
4.2.1. Principal problema ambiental observado por las instituciones.....	44
4.2.2. Cambios en los últimos 5 años observados por las instituciones .....	46
4.2.3. Proyectos o convenios con las que trabajan actualmente .....	46
4.2.4. Percepción sobre el Plan de Manejo Ambiental de la cuenca del Río Virilla....	46
4.3. Percepción de los productores involucrados y no involucrados sobre las prácticas implementadas por el PLAMA-Virilla en la parte alta de la cuenca del Río Virilla. ....	47
4.3.1. Tenencia de la Tierra y principales actividades productivas que realizan los productores en sus fincas.....	47
4.3.2. Principal fuente de ingresos económicos del productor .....	47
4.3.3. Asociaciones o entidades que integran los productores .....	48
4.3.4. Percepción de los problemas de erosión en la cuenca del Virilla. ....	49
4.3.5. Percepción sobre la contaminación de ríos de la cuenca del Río Virilla .....	50
4.3.6. Percepción sobre la contaminación de la cuenca del Río Virilla.....	51
4.3.7. Desechos producidos en las fincas y destino que dan a los mismos .....	51
4.3.8. Cambios observados en la cantidad de agua.....	53
4.3.9. Destino de los envases vacíos de los envases vacíos de agroquímicos usados en las fincas .....	53
4.3.10. Razones por las que implementan las técnicas y prácticas de conservación de los recursos naturales en sus fincas. ....	54
4.3.11. Influencia del PLAMA Virilla en las actividades de la finca .....	55
4.3.12. Conocimiento del PLAMA Virilla por parte de los productores.....	56
4.3.13. Efectividad del PLAMA Virilla en la parte alta de la cuenca del Río Virilla .....	57
4.3.14. Asistencia técnica en las fincas de la parte alta de la cuenca del Río Virilla..	58
V. CONCLUSIONES.....	60
VI. RECOMENDACIONES .....	62
VII. ANEXO .....	69

**Luque, N.** 2005. Análisis de la intervención del plan de manejo ambiental de la cuenca del Río Virilla, Costa Rica.

**Palabras claves:** Cuenca Río Virilla, PLAMA Virilla, Compañía Nacional Fuerza y Luz (CNFL), calidad de aguas, reforestación, educación ambiental, fincas, indicadores de impacto ambiental.

## RESUMEN

El propósito del presente estudio fue analizar la intervención del plan de mejoramiento ambiental de la parte alta de la cuenca del Río Virilla. Para ello sistematizó los resultados obtenidos de las actividades de la Dirección Ambiental de la CNFL, así como otros estudios de divulgación, se entrevistaron a los responsables de las instituciones que se encuentran trabajando en el área de la cuenca y se realizó una encuesta semiestructurada a 26 productores involucrados y 25 no involucrados.

Los indicadores recomendados por Ramos en 1996 no fueron totalmente monitoreados por la CNFL, entre los indicadores biofísicos más importantes se encuentra la calidad de aguas, para ellos se utilizó el índice de calidad de la Fundación Nacional de Sanidad (ICAFNS) el cual califica a las aguas superficiales de los puntos monitoreados en un estado de buena, es decir no presenta amenaza para la vida humana. El Programa de educación ambiental se ha fortalecido, destacando que su ámbito de acción no solo se limita a la cuenca del Río Virilla sino a otras provincias de Costa Rica. El 71% de los dueños no viven en la finca lo cual trae como consecuencia la poca participación en el manejo de la misma. Hubo una disminución en la capacidad de asociación de los productores puesto que sólo el 48% manifiesta pertenecer a alguna. Un 68% de los entrevistados manifiestan no observar problemas de erosión en sus finca, un 84% no observa contaminación en los ríos y un 80% no observa contaminación en la cuenca, según ésta percepción los problemas ambientales no son tan notorios por lo que al parecer ésta parte de la cuenca está respondiendo positivamente a las acciones de la CNFL, con respecto a la implementación de técnicas y prácticas de conservación de recursos un 42% está involucrado en el programa de pago de servicios ambientales que se otorga con los recursos obtenidos por la venta de carbono al gobierno de Noruega; un 72% manifiesta estar bajo esta modalidad por motivos ambientales más que económicos demostrando conciencia ambiental por parte de los productores.



**Luque, N. 2005.** Intervention analysis of the environmental management plan in the Rio Virilla Basin, Costa Rica

**Key Words:** Rio Virilla Basin, PLAMA Virilla, National Force and Light Company (NFLC), water quality, reforestation, environmental education, farms, environmental impact indicators

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to analyze the intervention of the environmental improvement plan for the highest part in the Rio Virilla basin. The study systemized the results obtained from the Environmental Directorate (NFLC) activities, as well as other extension studies. The people in charge of the institutions which are working within the basin area were interviewed; furthermore, a semi-structured survey was conducted with 26 involved and 25 non-involved farmers.

Indicators recommended by Ramos in 1996 were not totally monitored by the NFLC. Water quality was one of the most important biophysical indicators, and for these indicators the National Sanity Foundation Quality Index (NSFQI), which classifies good surface water conditions in the monitored points, was used; in other words, the water does not threaten humans. The environmental education program has been strengthened, and highlights its scope not only for the Rio Virilla basin but also to other Costa Rican provinces. Seventy one percent of the owners do not live on the farm and as a consequence there is low participation in farm management. A decrease in the capacity of the farmers' association was found since only 48% of the farmers belonged to an association. Of the interviewed, 68% did not observe erosion problems within their farms; 84% did not observe river pollution; and 80% did not observe basin pollution. According to this perception, the environmental problems are not so evident and I can conclude that this area of the basin is responding positively to the NFLC actions. With respect to the implementation of resource conservation techniques and practices, 42% are involved in the payments for environmental services (PES) program which is provided with the resources obtained by carbon sales to the Norwegian government; 72% have PES because of environmental reasons, not economic, showing the environmental consciousness of farmers.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Ejemplo de marco de presión/estado/respuesta (PER).....	11
Cuadro 2. Indicadores seleccionados e impactos respectivos.....	28
Cuadro 3. Parámetros del índice de calidad del agua, peso asignado e importancia.....	31
Cuadro 4. Descripción de los puntos de muestreo.....	33
Cuadro 5 Índices de Calidad de Aguas de la Fundación de Sanidad (ICAFNS) para la parte alta de la cuenca del Río Virilla en el año 2003. Costa Rica.....	38
Cuadro 6: Número de hectáreas de conservación y reforestación bajo el Pago de Servicios Ambientales en la parte alta de la cuenca del Río Virilla. (2003).....	39
Cuadro 7. Centros educativos, clubes y comités ecológicos involucrados en el programa de educación ambiental, departamento de Promoción Ambiental de la CNFL.....	45
Cuadro 8. La finca como principal fuente de ingresos económicos del productor.....	48
Cuadro 9: Número de productores que integran alguna asociación.....	49
Cuadro 10. Problemas de erosión en la parte alta de la Cuenca del Río Virilla.....	50
.Cuadro 11. Contaminación de ríos o nacientes en la parte alta de la cuenca del Río Virilla.....	50
Cuadro 12. Percepción sobre la contaminación de la cuenca del Río Virilla.....	51
Cuadro 13. Tipo de desecho que produce la finca.....	52
Cuadro 14 Cambios observados en la cantidad de agua.....	53
Cuadro 15. Destino de los envases vacíos de los productos vacíos de agroquímicos usados en las fincas de la parte alta de la cuenca del Río Virilla.....	54
Cuadro 16 Conocimiento del PLAMA Virilla.....	57
Cuadro 17. Impresión con respecto a las actividades del PLAMA Virilla.....	58
Cuadro 18. Mejoría en la asistencia técnica de algunas instituciones.....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la parte alta de la cuenca del Río Virilla.....	23
Figura 2. Parte alta de la cuenca del Río Virilla y la ubicación de las microcuencas.....	36
Figura 3. Áreas de proyecto de PSA convenio CNFL – FUNDECOR.....	40
Figura 4. Cantidad de desechos sólidos extraídos en la Planta Hidroeléctrica Brasil (t/año) Costa Rica. ....	42
Figura 5. Destino que le dan los productores a los desechos de las finca de la parte alta de la cuenca del Río Virilla.....	52
Figura 6. Motivo de las implementaciones de las actividades de conservación y manejo de los recursos naturales en la parte alta de la cuenca del Río Virilla.....	55
Figura 7. Mejora en las actividades de la finca en la parte alta de la cuenca del Río Virilla.....	56

## I. INTRODUCCIÓN

El problema ambiental es una crisis no solo de la civilización humana, sino del mismo proceso evolutivo (Maya 1999). El crecimiento poblacional y la presión del hombre en el uso de los recursos naturales es un ejemplo claro de lo aseverado anteriormente. En 1987, la Comisión Brundtland de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, definió el desarrollo sostenible como el proceso destinado a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer a su vez las propias necesidades. Luego en la Cumbre de la Tierra de 1992, en Río de Janeiro, se enfatizó el vínculo entre ambiente y desarrollo y la necesidad de usar racionalmente los recursos naturales para que el desarrollo sea sostenible, otorgando gran importancia al tema de la energía. La Agenda 21, acordada allí, exhorta a los países a utilizar formas más eficientes de producir, distribuir y consumir energía, y pide un mayor apoyo a los sistemas energéticos ambientalmente sostenibles poniendo el acento en el uso de fuentes renovables. Éste es precisamente el vínculo que existe entre energía, ambiente y desarrollo.

La fuente renovable en este caso el recurso hídrico, es un eje integrador dentro del sistema cuencas y sus componentes. El hombre es el componente vital de la cuenca, el manejo de las mismas debe permitir que tanto el hombre como recursos naturales y medio ambiente convivan armoniosamente, por lo que las acciones de alteración del medio natural deben ser evaluadas para determinar en que grado esa interacción hombre-naturaleza, puede sostenerse sin perjudicar dicha relación (Ramos 1996).

En años anteriores en Costa Rica, se había realizado un diagnóstico nacional, en el que se estudiaron los problemas económicos y biofísicos de todas las cuencas de Costa Rica y el resto de Centro América. Se realizó una priorización de cuencas en cada país con el objetivo de seleccionar una cuenca piloto y elaborar un proyecto factible de ejecutar para el manejo de esa cuenca. La Cuenca del Río Virilla fue escogida como cuenca piloto, debido que cumplía con varios criterios de selección, sin embargo no se pudo ejecutar el proyecto por falta de donantes. En 1991, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), decide retomar el tema de manejo de cuencas y trabajar la parte alta de la cuenca del Río Virilla, debido a que está catalogada como una de las principales fuentes hidrográficas de

Costa Rica, abasteciendo de electricidad a la ciudad de San José; para ello se implementó acciones de mejoramiento ambiental en la parte alta de dicha cuenca, desarrollando un programa con el propósito de garantizar la cantidad y calidad de agua que es utilizada en sus sistemas de generación de electricidad (Herrera 2001).

La parte alta de la cuenca del Río Virilla, en el pasado representaba características naturales, que dieron origen al aprovechamiento forestal, extracción de rollos de madera, explotaciones cafetaleras y ganaderas, que hoy están afectando negativamente a la explotación del agua, tanto para consumo humano como para la producción hidroeléctrica (Ramos 1996). Sin embargo presenta una elevada concentración demográfica, industrial y de servicios; siendo este crecimiento urbano desordenado y acelerado (Herrera 1998).

### **1.1. Justificación e importancia**

La parte alta de la cuenca del Río Virilla presenta cierto grado de contaminación, siendo las principales causas, según INGEOSA (1988):

- Descarga de aguas residuales y jabonosas de urbanizaciones, vertido directo de viviendas aisladas, vertido de industrias y actividades agropecuarias.
- Descarga y descomposición de basura en los cauces.
- El arrastre de sedimentos de suspensión, resultado de la erosión hídrica de los suelos de fuertes pendientes bajo actividades agropecuarias.
- La deforestación de los últimos años.

Ante esta situación surgió el Plan de Mejoramiento Ambiental de la parte alta de la cuenca del Río Virilla (PLAMA Virilla), cuyo objetivo principal es “contribuir a la recuperación ambiental de la parte alta de la cuenca del Río Virilla, con la participación de la población residente en la zona, de las instituciones públicas y privadas que aprovechan sus recursos, y con la cooperación internacional” (Herrera 1998)

Ramos (1996) sostiene que el desarrollo y la ejecución de proyectos de cuencas tiene muchas debilidades, que van desde la planificación hasta la finalización dentro de todo el ciclo del proyecto, debido a que se carece de estudios que permitan evaluar e identificar los posibles riesgos que traen consigo los proyectos de desarrollo y a la vez prever de medidas adecuadas que ayuden a contrarrestar o disminuir estos riesgos que afectarían a la sociedad y medio ambiente.

En 1996 Herrera realizó una evaluación de los programas que componen el PLAMA Virilla, para conocer el impacto social, y la efectividad de las acciones de cada uno de ellos, y determinó acciones futuras para un mejor manejo; ese mismo año Ramos recomendó indicadores para una mejor evaluación en el Plan de Mejoramiento Ambiental de la cuenca del Río Virilla.

Es importante que luego de la ejecución de proyectos o programas se conozca la eficacia, eficiencia e impactos en las actividades realizadas, y en este proceso poder fortalecer o cambiar los valores, tecnologías, actividades y poder mejorar la gestión del proyecto. La Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), considera fundamental conocer los avances dentro del Plan de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca del Río Virilla (PLAMA VIRILLA) analizando las actividades comprendidas en cada programa que han desarrollado.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. General**

Analizar la intervención producida por el plan de mejoramiento ambiental en la cuenca del Río Virilla, con base en la propuesta de indicadores recomendados en 1996.

### **1.2.2. Específicos**

1. Analizar el avance de las actividades implementadas por el PLAMA-VIRILLA en relación con los indicadores básicos de impacto ambiental que forman parte del sistema de seguimiento del proyecto.
2. Caracterizar la participación de las instituciones, organizaciones locales y productores, en los impactos logrados por el PLAMA-VIRILLA.
3. Analizar la percepción de los productores involucrados y no involucrados sobre las prácticas implementadas por el PLAMA-VIRILLA en la parte alta de la cuenca del Río Virilla y fuera de ellas.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### **2.1. Aspectos conceptuales de cuencas hidrográficas**

#### **2.1.1. Concepto de cuenca hidrográfica**

La cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación y forma un curso principal de agua. La conforman componentes biofísico (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antrópicos (socioeconómicos, culturales e institucionales) que están relacionados y en equilibrio entre si, de tal manera que al afectarse uno de ellos, se produce un desbalance que pone en peligro todo el sistema (Ramakrishna 1997).

#### **2.1.2. La cuenca como unidad de análisis**

La unidad de análisis (UA) es el espacio geográfico en el cual, con el fin de mejorar su proceso de desarrollo, se van implementar estrategias y políticas diseñadas para superar los factores responsables de los desequilibrios espaciales. Esta unidad puede ser un país, una región, una cuenca, un sector, un municipio, una finca, etc. (Sepúlveda 2002).

La identificación de las unidades geográficas naturales es importante para el manejo de los recursos naturales. Las cuencas por ejemplo, han sido identificadas como las unidades preferidas para el manejo integral de los recursos hídricos (Banco Mundial 1993). Por otra parte, las unidades biofísicas naturales raramente coinciden con las unidades administrativas, las cuales no deben ser ignoradas porque contienen información social y económica que determina como se utilizan y manejan los recursos naturales. El desafío consiste en tomar los datos sobre la producción y manejo de los recursos naturales que usualmente están clasificados con base en unidades administrativas y trasladarlas a referencias geográficas, por medio de los sistemas de información geográfica, a una zona agroecológica, a una cuenca, o a otra unidad geográfica (Bie *et al.* 2001)

Urbina (2002) señala que en términos formales, la cuenca, la subcuenca y la microcuenca son las unidades de planificación y análisis, mientras que las fincas o conjunto de fincas son las unidades de intervención y manejo.

La cuenca hidrográfica se define como el territorio que está limitado por cerros, partes elevadas y montaña, de los cuales se configura una red de drenaje superficial, que en presencia de precipitación de lluvias, forma el escurrimiento de un río para conducir sus aguas a un río más grande o a otro río principal, lago o mar (Faustino *et a.* 2001). El mismo autor también señala que es en la cuenca es donde se ubican todos los recursos naturales y actividades que realiza el hombre, en donde interactúa el sistema biofísico con el socioeconómico y están en una dinámica integral constituyendo una unidad de análisis para valorar el nivel de intervención del hombre, los problemas generados en forma natural y antrópica.

Las actividades antrópicas realizadas en la cuenca muchas veces ocasionan problemas en la calidad del agua; los ríos se contaminan con sedimentos y/o elementos tóxicos y su aprovechamiento es cada vez más limitado. Las tierras agrícolas se erosionan, pierden su fertilidad natural y la producción de cultivos es cada vez menor. Estas situaciones reflejan la necesidad de comprender las causas de los problemas, analizar sus consecuencias y planear soluciones que puedan implementarse en el contexto social, económico y ambiental que se dan (Ramakrishna 1997).

Las cuencas hidrográficas facilitan la percepción del efecto negativo de las acciones que el hombre realiza sobre su entorno sobre todo porque se refleja en la contaminación del agua. La intervención no pensada del hombre sobre uno sólo de estos elementos rompe ese equilibrio precario y determina un empobrecimiento general del medio natural (Comisión Económica para América Latina y el Caribe 1994).

Michaelson (2003) señala que en las cuencas de abastecimiento de agua municipal o para otros usos de alto valor económico existen una serie de buenos ejemplos de como, los usuarios y las comunidades que viven en la cuenca, han llegado a negociar arreglos institucionales y financieras para garantizar la calidad del agua. Estos arreglos van desde la protección forestal completa, asegurada por el patrullaje de guardabosques, a pagos por servicios ambientales a los usuarios de la tierra en la cuenca. El alto valor del agua y la extensión limitada de la cuenca hace que estos arreglos sean factibles tanto física como económicamente.



## **2.2. Lecciones aprendidas en el manejo de cuencas en América Latina.**

Según Sosa (2003) las principales lecciones aprendidas del periodo 1990 – 2003 en manejo de cuencas en América Latina son:

- La evolución del marco conceptual y metodológico del manejo de cuencas ha sido positiva, desde lo conservacionista sectorial a la gestión integrada y participativa.
- Queda pendiente consolidar procedimientos para la ejecución interinstitucional y multisectorial de los proyectos “a campo”.
- La existencia de organizaciones específicas para el manejo de cuencas facilita la convocatoria amplia de todos los actores y la visión integral.
- La falta de un marco político-legal limita la continuidad en el tiempo de los programas y proyectos y dificulta la obtención de resultados de mediano y largo plazo.
- Disponer de un Plan Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas facilita la concertación y coordinación entre las instituciones competentes.
- La estrategia de manejo de cuencas por aproximaciones sucesivas ha sido efectiva y facilita la flexibilidad durante la ejecución. Los futuros programas y proyectos de manejo de cuencas deben revertir el efecto generalista del abordaje por grandes regiones y el enfoque puntual del abordaje por pequeñas regiones.

Señaló como aspectos claves para el éxito de los programas y proyectos de manejo de cuencas:

- La activa participación de los actores locales: previo, durante y una vez finalizada la ejecución con representantes de la comunidad y de los sectores productivos.
- La obtención de resultados con impacto social, económico y ambiental: se debe contemplar conjuntamente a la conservación de recursos naturales, el aumento de producción y productividad y las necesidades de mejora en la calidad de vida y seguridad alimentaria de sus habitantes.
- La capacitación formal y no formal de los recursos humanos: tanto de técnicos como de productores.
- El sistema de evaluación y monitoreo de los resultados debe ser parte del diseño del proyecto y facilita la justificación de futuras inversiones en manejo de cuencas.
- La utilización de fuentes de financiamiento directamente relacionadas al uso de los recursos de una cuenca facilita la ejecución de futuras inversiones en manejo de cuencas.

### **2.3. Evaluación Ambiental**

La evaluación busca asegurar un desarrollo sostenible en lo que respecta al ambiente, mediante la incorporación oportuna de consideraciones ambientales en el diseño de proyectos (IICA-CATIE 1990).

#### **2.3.1. Impacto ambiental**

Impacto ambiental es cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adverso o benéfico, causadas o inducidas por la acción o conjunto de acciones considerados (BCIE 1986). López (1998) define el impacto ambiental como un resultado de la interacción entre una actividad humana y un elemento del medio natural o social, también señala que ésta interacción se manifiesta en uno o varios efectos que pueden ser positivos o negativos y cuya aparición pueden presentar características muy variables en su distribución espacial y temporal

#### **2.3.2. ¿Qué es un indicador?**

Un indicador es un parámetro cuantitativo y cualitativo que puede determinarse en una forma verificable y no ambigua, para hacer un juicio sobre el nivel de cumplimiento de un criterio. Describe características del ecosistema o del sistema social, elementos de la gestión, condiciones de manejo u otros procesos inducidos por actividades humanas que son indicativos del estado del ecosistema o del sistema social (Pedroni *et al.* 2001).

A diferencia de una información exclusivamente numérica, un indicador describe un proceso de control. Los indicadores, por lo tanto son particulares a los procesos de los que forman parte. Algunos indicadores apropiados para ciertos sistemas pueden ser inapropiados para otros (Masera *et al.* 1999).

La importancia que ha cobrado el enfoque de indicadores se refleja en los numerosos esfuerzos por instituciones a diversos niveles para definir conjuntos de indicadores de acuerdo con sus respectivos propósitos (Muller, 1996). El mismo autor señala que los indicadores deben constituirse en instrumentos para hacer la sostenibilidad más

operacional. Sin embargo, es importante tener en mente que no existen indicadores universales, sino más bien que estos deben ser ajustados a las necesidades de la información que presuponen las decisiones que estos indicadores deben apoyar.

Reiche *et al.* (1996) señalan que para apoyar la toma de decisiones se requiere desarrollar un sistema un sistema de evaluación de situación inicial y dar seguimiento a los avances en sostenibilidad a diferentes niveles: sistema de producción, finca, cuenca, país. Esta identificación y elaboración de indicadores plantea problemas prácticos y técnicos. La selección y elaboración de indicadores ambientales hacen necesario definir un modelo que permita estructurar e integrar informaciones muy diversas y dispersas provenientes de varias fuentes. La integración de los datos contribuirá a revelar las conexiones y efectos sinérgicos entre los problemas (Winograd 1995).

Una estructura o formato ampliamente utilizado para organizar la información ambiental parte de las siguientes preguntas: ¿Qué está pasando con el estado del ambiente y los recursos naturales?, ¿Por qué está pasando eso? Y ¿Qué se está haciendo al respecto? Los indicadores de los cambios en las tendencias en el estado físico o biológico del mundo natural (indicadores de estado) responden a la primera pregunta, los indicadores de presión a las actividades humana que causan dichos cambios ambientales (indicadores de presión) responden a la segunda, y las mediciones de las políticas y acciones adoptadas en respuesta a los problemas ambientales (indicadores de respuesta) contestan la tercera (Díaz 2000).

Muller (1996) señala que los indicadores tienen que pasar por un proceso de selección en el cual deben ser evaluados a la luz de una serie de criterios de calidad, especialmente eficacia/costo, su poder explicativo y significación en relación con el problema específico:

- Los indicadores deben ser fáciles de medir y su definición debe ser eficiente desde un punto de vista de costos.
- Los indicadores deben tener correspondencia con el nivel de agregación del sistema bajo consideración.
- Debe ser posible repetir las mediciones a lo largo del tiempo.
- Los indicadores deben dar una explicación significativa con respecto a las sostenibilidad del sistema observado.

- Deben adaptarse al problema específico que se quiere analizar y a las necesidades de los usuarios de la información
- Deben ser sensibles a los cambios del sistema.
- Los indicadores individuales siempre deben ser analizados en relación con otros indicadores.
- Deben dar información básica, con el fin de permitir la evaluación de los trade-offs entre las diferentes dimensiones de la sostenibilidad.

Los pasos en la identificación de indicadores son los siguientes:

- Definir para qué va servir la evaluación.
- Definir los sistemas de evaluación.
- Identificar los conflictos.
- Definir los indicadores.
- Medir los indicadores.

Sepúlveda (2002) señala que los indicadores e índices altamente agregados se encuentran, en la punta de una pirámide de información cuya base la constituyen datos primarios derivados del monitoreo y análisis de datos. El mismo autor afirma que los indicadores representan un modelo empírico de la realidad, no la realidad misma, pero deben sin embargo, tener la factibilidad de ser analizados y una metodología de medición fija.

### **2.3.3. Estudios sobre identificación de indicadores**

Muller *et al.* (1998) realizaron un estudio sobre el uso de la tierra, para la Cuenca del Río Reventado, Costa Rica; para ello definieron indicadores que consistían en la identificación de las características del suelo importantes para su continua calidad como recurso para la producción sostenible de productos agropecuarios y forestales, que pueden estar afectadas por el uso actual de la tierra. Luego de la identificación de los indicadores se realizó un análisis más exhaustivo de los efectos esperados.

Dentro del marco metodológico para medir la sostenibilidad en el área de los recursos naturales, Muller (1996) utiliza el enfoque de sistemas, que es un método analítico, donde disgrega el sistema y sus componentes, el análisis de su estructura y su función, identifica

interacciones relevantes y determina una jerarquía para entender los ligámenes e interacciones con otros niveles de sistemas.

Reiche (1996) en las investigaciones que realizó con la estrategia de Ventana de Sostenibilidad de Costa Rica y Jamaica, se basó en la hipótesis “El desarrollo sostenible en la dimensión social, económica y ecológica es factible bajo diferentes circunstancias agroecológicas”. Díaz (2000) aplicó el modelo de Ventana de Sostenibilidad (VdS) en el cantón de Puriscal, utilizando indicadores de sostenibilidad, para esto, utilizó dentro del procedimiento metodológico, el enfoque de sistemas. La investigación se delimitó a los sistemas de comunidades que forman parte de dos sistemas mayores: microcuenca alta del río Candelaria, subsistema del río Parrita y la microcuenca del río San José, el cual es subsistema de la cuenca del río Grande de Tárcoles. Para ello realizó talleres comunales para la recolección de información, revisión de fuentes secundarias, para la medición e interpretación de los indicadores. Para organizar la información utilizó una matriz que organizó los indicadores en tres tipos: de presión, estado y respuesta, para cada tema prioritario a analizar, los cuales fueron definidos por el proyecto CIAT-Banco Mundial-PNUMA en 1998.

Tschirley (2001) describe este marco Presión-Estado-Respuesta, que señala que es un marco de referencia muy adoptado (cuadro 1), esto fue desarrollado en el año 1970, y es adecuado para la cadena de eventos que llevan al impacto ambiental. La presión se refiere a las fuerzas que causan y crean impactos ambientales. Pueden incluir el cultivo en las laderas, los procesos agroindustriales, el pastoreo del ganado, la cosecha de bosques, etc. El estado se refiere a las condiciones que prevalecen cuando existe una presión. Esto podría ser, por ejemplo, los rendimientos de declinación, la muerte de peces o la erosión de suelo y otros. La respuesta se refiere a las acciones que se toman para mitigar los daños y las herramientas que se podrían utilizar para reducir o eliminar los impactos.

**Cuadro 1: Ejemplo de marco de presión/estado/respuesta (PER)**

TEMA	PRESIÓN (fuerza causante)	ESTADO (condición resultante)	RESPUESTA (acción mitigante)
EROSION DE SUELO	Cultivos en laderas	Rendimientos decadentes	Terrazas, cultivos perennes
CALIDAD DE AGUA	Procesamiento agroindustrial	Muerte de los peces	Tratamiento del agua, ajuste de tecnologías
CONDICIÓN DE PASTURAS	Pastoreo del ganado	Erosión de suelo	Rotación del ganado, revegetación sin ganado

Fajardo (2002) propone un estándar final para evaluar la efectividad del manejo de cuencas, integrado por cuatro principios, 17 criterios y 41 indicadores, los cuales los agrupa en cuatro dimensiones: ambiental, social, económica e institucional. La dimensión ambiental se relaciona con la importancia del mantenimiento y mejoramiento ambiental de las cuencas. La dimensión social se refiere a la necesidad e importancia de la integración entre la población local y acciones que ejecutan en la cuenca hidrográfica. La dimensión económica se refiere a condiciones económicas que tiene relevancia para lograr un manejo integral y la dimensión institucional está relacionada con los factores de carácter institucional que influyen, ya sea de manera positiva o negativa, en el manejo de recursos forestales en la cuenca.

Por otra parte Ramos (1996) en un estudio de investigación realizado en la cuenca del Río Virilla, recomienda indicadores de impacto ambiental, con el objetivo de efectuar un análisis integral de las acciones socioeconómicas y ambientales del PLAMA Virilla, en la microcuenca 1. El análisis de la información generada se basó en la comparación de los resultados esperados con los resultados alcanzados por la unidad ejecutora y los programas de reforestación, educación ambiental y manejo de desechos, siendo el marco de referencia principal lo establecidos en los planes de trabajos anuales en los periodos de 1993-1996.

Imbach *et al.* (1997) señala que el método de mapeo analítico, reflexivo y participación de la sostenibilidad (MARPS) que permite desarrollar y fortalecer la capacidad de reflexión de quienes la usan (individuos, grupos, instituciones, ONG u otros) para mejorar la toma de decisiones.

Según el mismo autor, de acuerdo con la experiencia, las instituciones reflexivas se caracterizan básicamente por:

- a) Una estructura de funcionamiento horizontal que favorece el trabajo grupal, el intercambio de experiencias entre los distintos grupos de la institución y la participación en la toma de decisiones El marco conceptual de la evaluación 18 UICN: Evaluación del progreso hacia la sostenibilidad.
- b) Una estructura y un funcionamiento que asegura la retroalimentación de todas las instancias con la experiencia y los aprendizajes generados por las actividades de la misma institución.
- c) Un funcionamiento que asegura la creación y mantenimiento de espacios de reflexión, y que no deja al azar el desarrollo y fortalecimiento de la capacidad reflexiva de la institución.
- d) Un sistema de planificación guiado por hipótesis explícitas, en el que las actividades no son visualizadas como conducentes a resultados seguros, sino como hipótesis que deben ser validadas en la práctica. De esta manera, las tareas son monitoreadas y analizadas continuamente para verificar que están conduciendo a los resultados esperados.
- e) Una visión explícita y compartida del pasado, del presente y del futuro, con el fin de que todos los integrantes de la organización hayan interiorizado los aprendizajes de la experiencia, conozcan qué se hace actualmente y por qué, y compartan una visión del futuro al que quieren llegar.
- f) Una visión holística del contexto global combinada con acciones concretas, en un campo claramente definido y relevante.
- g) Un mecanismo para la identificación constructiva del error, con el fin de aprovechar una de las fuentes más ricas de aprendizaje (los propios errores); y la liberación de la capacidad crítica/autocrítica y de la creatividad, así como a la institución y a sus integrantes de la pesada obligación de ser siempre exitosos.
- h) Una tendencia a generar instituciones reflexivas, de manera que el carácter reflexivo no se limite a una organización aislada sino que se difunda y se adopte en todas aquellas que trabajan en conjunto con la institución reflexiva.

Bie *et al.* (2001) indican que la empresa más ambiciosa con respecto a los indicadores de desarrollo sostenible está siendo coordinada por el departamento de Coordinación de Políticas y Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas (DCPDS). Se ha organizado una serie de reuniones técnicas entre organizaciones tales como la FAO, el Banco Mundial, el

PNUMA, el comité científico sobre los Problemas del Ambiente (SCOPE), EL Instituto Mundial sobre los Recursos (WRI) y Eurostat para identificar indicadores para cada capítulo perteneciente a la agenda 21. Hasta el momento se han identificado 140 indicadores y las agencias han estado preparando resúmenes de las metodologías con instrucciones para indicar la forma de calcularlos. A fines de 1996 esos indicadores se comenzaron a probar en países seleccionados.

Las organizaciones no gubernamentales también están interesadas en el desarrollo y en el uso de los indicadores, sin embargo, con excepción de las mayores organizaciones no gubernamentales (ejemplo WRI, SCOPE, Unión Mundial para la Naturaleza), su participación ha sido limitada (Bie. *et al.* 2001).

#### **2.4. Plan de Mejoramiento Ambiental de la Parte Alta de la Cuenca del Río Virilla**

El Plan de Mejoramiento Ambiental de la Parte Alta de la Cuenca del Río Virilla (PLAMA Virilla), tiene como origen los años de 1985-1986, al surgir en Centroamérica una inquietud en el manejo de cuencas tanto de instituciones estatales como de diferentes organizaciones no gubernamentales que de una u otra forma mantienen relación con el recurso agua. Es entonces que inicia el Proyecto Regional de Manejo de Cuencas coordinado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); éste se inicia con una priorización de cuencas a nivel centroamericano, de la cual se desprende la selección de la cuenca del Río Virilla como estudio piloto del trabajo en el manejo de cuencas y que da como resultado la realización de un diagnóstico situacional de la cuenca, de carácter meramente investigativo no participativo y como parte final de esta etapa se elabora un perfil de proyecto que toma en cuenta las principales características de la zona y las áreas prioritarias de trabajo.

Según el Comité Asesor Nacional de Cuencas (C.A.N.) los criterios principales para la escogencia de la “Cuenca Prioritaria Piloto” fueron los siguientes:

- a) Interés multi-institucional en la cuenca por ser ésta:
  - Zona de recarga a los principales acueductos hidroeléctricos de la Gran Área Metropolitana.
  - Cuenca tributaria a los proyectos hidroeléctricos de Electronia, Belén y Ventanas-



Garita.

- Zona de producción agrosilvopastoril.
- Zona de gran diversidad biológica.
- Zona de gran desarrollo urbano.
- Zona que participa en el plan piloto para la optimización de redes climatológicas.

b) Presiones sobre la cuenca (cambios de uso):

- La necesidad habitacional del Área Metropolitana está ejerciendo presiones de urbanismo mal planificado que tiene impactos ambientales y socio –económicos importantes en la cuenca y aguas debajo de ella.
- La construcción de la carretera San José-Guápiles favorece a la apertura de otras vías y cambios de uso acelerado de la tierra, no siempre acordes a la capacidad de uso.
- Las necesidades de mayor productividad agrícola y las políticas de diversificación agrícolas incidirán en demanda y distribución de tierras y aguas.

En 1991, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz retomó la idea de trabajar en la parte alta de la cuenca del Río Virilla como zona prioritaria de trabajo; se revisaron los diagnósticos biofísicos y socioeconómicos existente, que estaban a mano de Acueductos y Alcantarillados (AyA); se determinaron áreas críticas, tomando como criterio los conflictos existentes en el uso de la tierra, en función de su capacidad de uso comparada con el uso de la tierra, el manejo de la actividad ganadera, las fuentes de abastecimiento de agua, y otros aspectos biofísicos (Ramos 1996).

#### **2.4.1. Objetivo general del PLAMA Virilla**

“Contribuir a la recuperación ambiental de la parte alta de la cuenca del río Virilla, con la participación de la población residente en la zona, de las instituciones públicas y privadas que aprovechan sus recursos, y con la cooperación internacional” (Herrera 1998)

##### **2.4.1.1. Objetivos específicos:**

1. Educar a la población sobre la problemática existente, con el fin de que participe

- en la solución de los problemas causados por el deterioro ambiental de la cuenca.
2. Contribuir a la recuperación de zonas de protección, de áreas críticas de recarga acuífera de la cuenca, con el fin de mejorar la calidad de agua de los ríos, de las aguas de infiltración, disminuir los riesgos de escorrentía y asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento de los recursos naturales.
  3. Mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona, como consecuencia del mejoramiento de los recursos: aire, agua, suelo y paisaje.

#### **2.4.2 Política Ambiental de la CNFL**

La compañía Nacional de Fuerza y Luz considera que:

1. La CNFL ha contribuido, por más de una década a la recuperación y mejoramiento ambiental, implementando valores educativos, sociales y naturales en el marco de un desarrollo sostenible.
2. La CNFL procura el desarrollo de una gestión ambiental, propiciando la sostenibilidad de los recursos naturales necesarios para los procesos de la empresa.
3. El Consejo Directivo del ICE ha establecido una Política Ambiental, cuyos lineamientos pueden ser aplicados a nivel corporativo.

La CNFL planifica y ejecuta sus actividades con fundamento en el principio de desarrollo sostenible; su gestión se realiza con una actitud de conservación, protección, recuperación y uso responsable del medio ambiente.

El Plan de Manejo Ambiental de la cuenca del Río Virilla se inicio con tres programas de manejo:

- ✓ Programa de educación ambiental
- ✓ Programa de agroconservación y desechos sólidos.
- ✓ Programa de reforestación.

En mayo del 2002 la Compañía Nacional de Fuerza y Luz creó la Dirección Ambiental, una instancia de alta administración responsable de la rectoría y ejecución de procesos y proyectos relacionados directa e indirectamente con el ambiente; dentro de su propia organización, la nueva dirección cuenta con dos instancias; el departamento de Promoción Ambiental y el departamento de Recursos Naturales.

#### Departamento de Recursos Naturales

El objetivo principal de este departamento es desarrollar el manejo integral, sustentable y progresivo de los recursos naturales en las áreas de interés para la CNFL, con apoyo y participación de entidades públicas y sociedad civil.

Dentro de sus actividades se encuentra:

- Planes de manejo de cuenca.
- Recuperación del régimen hídrico (PSA).
- Mejora de la calidad de aguas (erosión, desechos orgánicos)
- Manejo de desechos en las plantas hidroeléctricas.

#### Departamento de Promoción Ambiental

El objetivo principal de este departamento es promover procesos de comunicación y educación para propiciar conocimientos y cambios de actitud en la interacción del ser humano con su entorno.

Dentro de sus principales actividades se encuentran:

- Programa de clubes ecológicos.
- Gestión ambiental comunal.
- Sistemas de gestión ambiental internos.

### **2.4.3. La CNFL y el Pago por Servicios Ambientales**

Costa Rica es pionera en la iniciativa de lograr metas ambientales creando mercado para beneficios derivados de los bosques. Esta iniciativa se sustenta en la idea de que los bosques serán preservados si sus propietarios se ven compensados por todos los servicios que éstos proveen (Cruz, 1998; Bermúdez *et al.* 2000).

Jiménez *et al.* (2003) Señalan que Costa Rica ha acumulado bastante experiencia en el pago por servicios ambientales (PSA) que brindan los ecosistemas forestales en las cuencas hidrográficas; se han firmado varios acuerdos voluntarios con empresas privadas y públicas que aportan recursos económicos que van desde US\$ 10 hasta US\$ 67 ha/año para la protección, reforestación o para el manejo de las cuencas donde se encuentran sus actividades comerciales o proyectos. Además los propietarios pueden someter sus

fincas al esquema estatal de PSA.

El pago por servicios ambientales es el reconocimiento económico que hace el Estado costarricense a los propietarios de bosques y plantaciones forestales por los servicios que brindan las áreas boscosas. Este pago creado por la ley 7575 en 1996 se brinda como retribución por la mitigación de gases de efecto invernadero; protección de agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico; protección de la biodiversidad para su conservación y uso sostenible, científico y farmacéuticos; investigación y mejoramiento genético; protección de ecosistemas, formas de vida y belleza escénica natural para fines turísticos y científicos. Está dirigido a todos aquellos productores que realicen actividades de reforestación, manejo bosques primarios y conservación o preservación de cobertura forestales (Rodríguez 2002).

- La Convención de Río en la declaratoria del cambio climático, que despierta a nivel mundial, la necesidad de crear fundamentos con respecto a la ordenación, conservación y desarrollo sostenible de los bosques naturales y plantaciones forestales en todas las regiones geográficas y zonas climáticas, así como analizar el bosque de manera integral, tanto en sus funciones vitales, como por los productos y servicios que ofrece, y
- Con la ratificación de esta convención por parte del Estado, se asumió el compromiso de crear y desarrollar un mercado basado en la demanda de los servicios y beneficios que brinda el bosque, para atraer recursos económicos a Costa Rica.

Rodríguez (2002) señala que Costa Rica cuenta con un programa de PSA administrativo, legal y técnicamente consolidado; siendo un mecanismo innovador, producto de la inversión que se ha hecho por la conservación y la recuperación de la cobertura forestal y su biodiversidad. Afirma también que es necesario realizar una serie de ajustes al mecanismo para garantizar la mayor participación de los propietarios, así como su sostenibilidad financiera.

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz dentro del Departamento de Recursos Naturales mediante las actividades de reforestación y conservación de bosques interviene bajo la modalidad del pago por servicios ambientales con el fin de proteger zonas de recarga

acuífera y mejorar el régimen hídrico de las cuencas donde interviene generando recursos económicos para las personas con extensiones factibles de reforestar, o de no deforestar especialmente aquellos bosques próximos a cauces quebradas y nacientes (CNFL 2003).

La cuenca del Río Virilla se encuentra dentro del área involucrada en la implementación y desarrollo del programa de PSA, invirtiéndose esta área como protección y mejoramiento ambiental los recursos obtenidos por la primera venta de Certificados y Carbonos (CTO) al gobierno de Noruega en 1997 (Miranda *et al.* 2003). Los mismos autores señalan que en un trabajo de campo encontraron que en esta cuenca los propietarios de la tierra tenían un buen nivel socioeconómico, lo cual limitó sus conclusiones en el estudio referente a la disminución de la pobreza. señalan además que los propietarios manifestaron que los beneficios mas importantes que se obtienen del programa de Pago de Servicios Ambientales son beneficios ambientales como protección de fuentes de agua, mejoramiento de la calidad de agua, protección de bosques, recuperación de suelos; los beneficios económicos tales como deducción de impuestos fueron reportados solo por un tercio de los entrevistados. Otros beneficios reportados incluyen la oportunidad de realizar nuevas actividades económicas como ecoturismo, educación, así como el soporte técnico dado por FUNDECOR.

#### **2.4.4. La CNFL y la Educación Ambiental**

La magnitud de la crisis ambiental de este final de siglo ha servido, en cierta forma, para que los países del mundo busquen formas para adoptar nuevas estrategias, incorporándolas al desarrollo, que permiten frenar las tendencias actuales que conllevan al deterioro de las condiciones de vida del planeta. La educación ambiental se convierte en el mejor curso para gestar un cambio en las formas de uso del medio ambiente, que conlleve al mejor manejo de los recursos naturales y aun desarrollo sostenible que tome en cuenta las realidades sociales, locales, regionales, nacionales y mundiales (Allen. *et al* 1996; Quirós 2004).

La educación ambiental, como estilo de vida, es un proceso de transmisión de conocimientos, que tiene como propósito: tratar las complejas interacciones sociedad-entorno natural; generar conciencia al ciudadano de su papel como parte integrante del medio ambiente, para que tome nuevas actitudes y conductas ante las crisis ambientales,

dentro de su entorno; plantea el principio de respeto, tolerancia hacia toda forma de vida y cultura ,enfrenta problemas ambientales y busca la solución en forma interdisciplinaria y participativa; replantea un nuevo estilo de vida, no contra la naturaleza; sino, con la naturaleza, desde un ángulo ecocéntrico (Martinez 1999)

Quirós (2004) señala que existen varias modalidades de educación ambiental:

Educación comunitaria.- permite ejercer la participación interdisciplinaria; promueve un desarrollo comunitario integral.

Educación formal.- educación organizada en establecimientos escolares y orientados a objetivos específicos.

Educación informal.- se establece fuera de la educación formal, basada en la información de los medios de comunicación colectiva.

Educación no formal.- se realiza fuera de la educación formal, instruye grupos particulares de la población.

En el Plan de Mejoramiento Ambiental de la parte alta de la cuenca del Río Virilla el programa de educación ambiental, plantea como objetivos, el que la población tome conciencia de su acción contaminante y degradadora de los recursos naturales y de cómo puede participar en la reversión de ese proceso, junto con la empresa privada y el gobierno. Involucra como actores principales a los centros educativos de primaria ubicados en la zona, con el propósito que los niños, padres de familia, docentes y comunidad se involucren en la búsqueda de soluciones a la problemática ambiental del entorno. Así mismo se mencionan alas asociaciones de desarrollo, municipalidades y otras organizaciones de base, así como a la comunidad en general (Herrera 1998)

#### **2.4.5. Evaluación del PLAMA Virilla 1993-1996**

Herrera (1998) evaluó el Plan de Mejoramiento Ambiental de la parte de la cuenca del Río Virilla en la microcuencas I y II utilizando un análisis integral de la calidad y cantidad de acciones concretas ejecutadas por el PLAMA Virilla a través de los planes anuales de trabajo de los programas de educación ambiental, reforestación y descontaminación, para conocer el grado de incidencia en el impacto social logrado con respecto a la recuperación y preservación ambiental de la zona. Entre los limitantes encontrados en

dicho estudio encontró problemas de tipo programáticos, así como objetivos exagerados en el programa de reforestación, por lo que se observó que para ese año el cumplimiento del objetivo principal estuvo muy por debajo de lo programado; en el programa de educación ambiental encontró que sus objetivos estaban fuera de la realidad debido a que no se consideró el horario regido por el Ministerio de Educación Pública (MEP) para el tipo de actividades programadas; así mismo las capacitaciones para convocadas por el programa de manejo de desechos a productores y líderes de la zona tuvo una escasa asistencia.

En el programa de Educación Ambiental, el PLAMA ejecutó año tras año planes de trabajo en ocho centros educativos de primaria, con la participación de unos tres mil estudiantes, se realizó trabajos de investigación sobre diferentes temas ambientales y se ejecutaron actividades prácticas que respondían a objetivos educativos; a nivel de educación informal, se logró la inserción activa de los grupos metas en diferentes actividades relacionadas con la conservación del ambiente. Los limitantes que presentó este programa fueron entre otros una carencia de diagnósticos inicial en la zona, a nivel de centros educativos, así como el desconocimiento de las condiciones socioeconómicas de la población estudiantil, la participación no clara del MEP en el accionar del programa educativo.

Sobre el programa de reforestación, Herrera (1998) concluye que se atendió a los finqueros de la zona, recalcando que la finca es la unidad básica en la rehabilitación de una cuenca. Se sembraron 210.637 árboles en 53 hectáreas aplicados en sistemas de protección y agroforestales en 25 fincas; se establecieron nueve parcelas de Morera ubicadas en 9 fincas abarcando una superficie de 11 has; se proporcionó mantenimiento a todas las reforestaciones realizadas con el propósito de que el proceso de crecimiento cuente con los cuidados requeridos y se pierda la menor cantidad posible de árboles. Entre los aspectos negativos, Herrera (1998) señala que no existió planificación de fincas antes de ingresar a éstas; la participación del dueño de la finca no alcanza un nivel óptimo para que haya una participación más unificada entre el dueño y el PLAMA; no existía una integración plena del finquero en el proceso. Señala también que los objetivos y metas demasiadas elevadas no se cumplieron por las exageradas expectativas numéricas; la carencia de personal para cubrir áreas importantes como la planificación de fincas, recolección y manejo de semillas, manejo de vivero y extensión agrícola, contando en ese

entonces con solo dos funcionarios.

Dentro del programa de manejo de desechos, los logros que encontró fue la integración de grupos comunales claves en el quehacer del programa, tanto como asociaciones de desarrollo, municipalidad y otros grupos organizados existentes; otro logro fue el estudio sobre desechos sólidos realizados en San Isidro de Coronado, con la participación de 75 familias, que permitió conocer uno de los problemas más graves que afecta la zona. Otro aspecto positivo fue la elaboración de una base de datos cartográficos de la zona y la realización de un plan de monitoreo de aguas en las Microcuencas I y II, desde 1995. Entre los aspectos que se puede mejorar, Herrera (1998) señala que el proyecto de lombricultura, este pasa a ser una actividad más, ya que no existe un proyecto escrito en todas sus fases no tiene objetivos y metas claras.

Ramos (1996) señala que el PLAMA Virilla es ampliamente conocido por los habitantes e instituciones de la Microcuenca I, lo cual contribuyó a resolver la problemática ambiental de la zona mediante acciones dirigidas a diferentes sectores de desarrollo social, económico, político y ambiental; siendo la educación ambiental en términos de conocimientos, el avance más significativo logrado. Sostiene también que aproximadamente el 55% de los productores involucrados califican de efectivas las acciones del PLAMA Virilla. En cuanto a los resultados de los análisis de calidad y cantidad de agua escurrida en los puntos de muestreo en ese período de tiempo no representaba evidencias de cambios por efecto de las acciones del PLAMA Virilla, la contaminación de las aguas lo constituyen los desechos orgánicos de origen animal; en la parte de trabajos con asociaciones permitió una amplia difusión de los objetivos en las comunidades, no habiendo una respuesta positivas de ellas en involucrarse regularmente en las actividades planteadas. Una de las más importantes recomendaciones es que se debe plantear una estrategia de acercamientos con otras instituciones u organizaciones que tienen presencia en la microcuenca en trabajos comunitarios.

En 1998 la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Heredia realizó trabajos de diagnósticos en diferentes comunidades y escuelas ubicadas en diferentes puntos de la Cuenca del Virilla en el área de educación ambiental. En Santo Domingo de Heredia los problemas principales ambientales identificados por los niños fueron el del agua y falta de vigilancia, mientras que la comunidad identificó problemas de escasez de



agua, calidad de agua, basura en calles y río y mal servicio de transporte de los buses (Muñoz 1998). En San Isidro de Heredia se identificó que la motivación para la participación de los niños a las actividades ambientales en las escuelas sea de un 90%, así mismo una gran participación de personas adultas para velar por el cuidado de los recursos naturales, realizando actividades de limpieza de ríos, calles, reforestación y otros; sin embargo, la participación de los habitantes de la comunidad en reuniones para tratar temas de ambiente es baja, ya que no existió asistencia en dichas reuniones (González 1998). En la comunidad de San Antonio de Coronado se encontró que los problemas ambientales identificados por los niños fueron en otros suciedad de caños de agua, ausencia de aceras, ausencia de una red de cloacas, contaminación de ríos, mientras que las comunidades identificaron problemas de contaminación de ríos, calles y caños, presencia de alcantarillados congestionados, calles en mal estado y presencia de delincuencia en la población.

Villanueva (2001) realizó un estudio sobre la ganadería y beneficios de los sistemas silvopastoriles en la cuenca alta del Río Virilla, en donde el solo el 6% de las fincas encuestadas de la zona de estudio reciclan el estiércol de los bovinos mediante el proceso del lombricompostaje, usando el biabono final como fertilizante en la propia finca y la venta del excedente, evitando así en convertirse en fuentes puntuales de contaminación de corrientes de agua; señala también que las corrientes aledañas a pasturas con modalidad silvopastoril árboles en potreros presentaron menores concentraciones de coliformes fecales en comparación a las corrientes aledañas a pasturas sin árboles, sin embargo con respecto a los parámetros de nitratos y demanda bioquímica de oxígeno, está última condición mostró menores concentraciones. En un análisis de beneficios financieros a la finca con enfoque ecológico, con respecto a los indicadores Beneficio/Costo e Ingreso Neto.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Descripción del área de estudio

##### 3.1.1. Ubicación

La zona del proyecto se ubica dentro de las coordenadas geográficas: 9° 57' a 10° 05', de latitud Norte y 83° 54' a 84° 05' de Longitud Oeste. La elevación máxima es de 2950 m.s.n.m. y la mínima 1100 m.s.n.m. Más del 40% del área se halla comprendida entre los 1300 y 1500 m.s.n.m. (Herrera 2001). Esta ubicada en el extremo NE de la cuenca del Río Grande de Tárcoles, en la depresión intermontaña Central de Costa Rica, abarca desde la zona de nacimiento del Río Virilla hasta su confluencia con el Río Tibás, y tiene una extensión de 141,8 km<sup>2</sup> (Castro et al.1995).

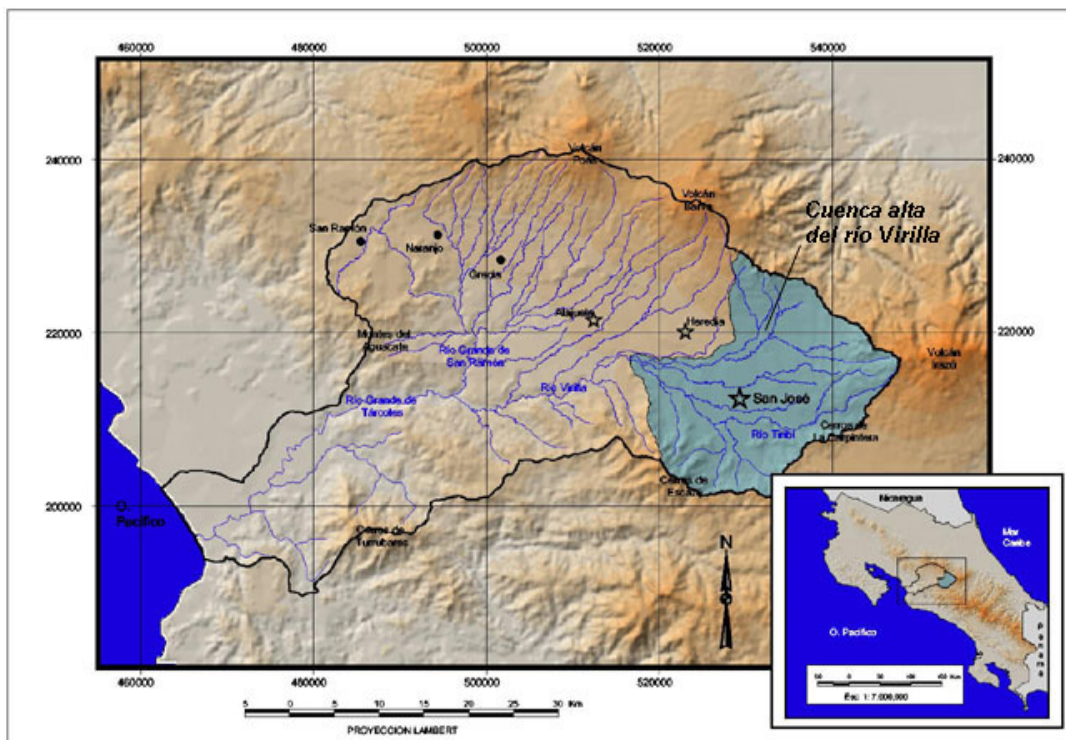


Figura 1. Mapa de ubicación de la parte alta de la cuenca del Río Virilla. Costa Rica

### **3.1.2. Características biofísicas**

#### **3.1.2.1. Clima**

La Cuenca Alta del Río Virilla se localiza en la Vertiente del Pacífico y se caracteriza por tener una época seca bien definida, de diciembre a abril, y una lluviosa de mayo a noviembre. La precipitación promedio anual en el área es de 2638 mm, con mínimas de 1800 mm y máximas de 3400 mm. La humedad relativa varía entre 88 y 83% (Herrera 2001). De acuerdo a la clasificación de Wihem Koëppen, el clima de la cuenca del Río Virilla, corresponde al clima tropical lluvioso seco (Ramos 1996).

#### **3.1.2.2. Suelos**

Los suelos según la clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos se clasifican como andosoles, suelos azonales. Pérez *et al.* (1979), hace una descripción de estos suelos como un Typic Dystrandept que son suelos oscuros, profundos con buen contenido de materia orgánica, derivados de cenizas volcánicas, de textura gruesa y baja saturación de bases, se encuentra en zonas montañosas; en este tipo de suelos se pueden presentar factores limitantes por pendientes, fertilidad y drenaje. El uso del suelo varía poco, predominando dos actividades: la ganadería lechera semi-intensiva y el cultivo del café, que fueron actividades introducidas desde principios de siglo. Las tierras del área están sometidas a una fuerte presión urbana, debido al avance hacia ella, desde el sur y el oeste de un frente urbano e industrial importante (Herrera 2003). Las condiciones de cobertura del suelo de la cuenca han sido altamente influenciadas por el desarrollo de actividades humanas. Los terrenos dedicados a la agricultura (principalmente café y legumbres), los pastos para la ganadería y las áreas urbanas son los aspectos predominantes en la cuenca, aunque también se identifica un remanente de cobertura forestal en las partes más altas. (Velásquez 2003)

#### **3.1.2.3. Zonas de vida**

- Bosque muy húmedo premontano (bmh-P)

Este tipo de bosque posee una estatura mediana a alta, es semiperennifolio, con 2-3 estratos. Algunas pocas especies del dosel son caducifolias durante la época seca. Los árboles del dosel superior generalmente se encuentran entre los 30 a 40 m de altura; los

árboles del sotobosque van de los 10 a 20 m de altura, tienen coronas densas; los estratos de arbustos están entre los 2 a 3 m de altura, a menudo es denso y el suelo esta completamente desnudo con excepción de la presencia de helechos.

- Bosque muy húmedo montano bajo (bh-MB)

Esta zona de vida se puede describir como un bosque perennifolio de altura intermedia, con dos estratos de árboles. Los árboles del dosel superior, en su mayoría tienen 20-25 m de altura; el sotobosque es relativamente abierto, con árboles de 5 a 10 m de altura de copas anchas; el estrato de arbustos es relativamente denso, entre los 2-3 m de altura y las palmeras son poco comunes.

- Bosque pluvial premontano (bp-P)

Es un bosque perennifolio de altura intermedia, con dos o tres estratos. Los árboles del dosel van generalmente de 30 a 40 m de altura: el subdosel es muy denso, con árboles que tienen una altura entre los 15-25 m, tienen troncos delgados y a menudo sin ramas el sotobosque también es muy denso y puede ser difícil distinguirlo del estrato del subdosel, los árboles tienen tamaño, los árboles tienen un tamaño que va de los 8 a los 15 m de altura; el estrato de arbustos está entre los 2 a 3 m de alturas y es muy denso.

- Bosque pluvial montano bajo (bp-MB)

Es un bosque perennifolio, con una altura que va de baja a mediana, con dos estratos de árboles, la mayor parte de los árboles del dosel superior miden entre 25-30 m de altura; el estrato del sotobosque es a menudo denso, con árboles que pueden medir entre 10-20 m de altura; el estrato de arbustos es muy denso, de 1.5 a 3 m de alto.

- Bosque pluvial montano (bp-M)

Esta zona se caracteriza por tener un bosque perennifolio, con una altura de baja a intermedia y con dos estratos de árboles, los árboles del dosel superior se encuentran entre los 25-30 m de altura; el sotobosque es relativamente abierto, con árboles en su mayoría en un rango entre los 5-15 m de altura; el estrato de arbustos es denso, con bambúes enanos hasta de 5 m de altura

#### **3.1.2.4. Vegetación**

La vegetación arbórea es característica de bosque de altura, predominando el jaúl (*Alnus acuminata*); otras especies importantes en áreas son: robles (*Quercus sp.*), ira rosa (*Ocotea pitteri*) y quizarrá (*Nectadra cufondissi*), cedro dulce (*Cedrela Tonduzii*), plomillo (*Cariocar costarricense*), yas (*Persea Schiedeana*), poró (*Eritrina spp*) y sauce (*Salis*

*humboldtiana*) (Villanueva 2001).

### **3.1.2.5. Contaminación**

Entre las principales fuentes de contaminación las aguas superficiales de la cuenca están: aguas servidas crudas de la población industrial, desechos de los beneficiarios del café, basura depositada en los cauces y sedimentos en suspensión (CNFL 1996)

### **3.1.3. Características Socio económicas**

#### **3.1.3.1. Tenencia de la tierra**

En la microcuenca I (Ríos Durazno y Virilla), las fincas presentan áreas de 50 – 600 ha. Muchos propietarios de estas fincas no residen en ellas, constituyéndose la producción en una actividad adicional. En estas fincas tradicionalmente se ha desarrollado la ganadería de leche, altamente tecnificada. Entre los principales problemas para el desarrollo de esta actividad se encuentran: la dependencia de insumos exógenos de la zona (concentrado comercial, banano verde, melaza y otros) y los bajos precios en relación con los socios de producción (Villanueva 2002).

#### **3.1.3.2. Uso de la tierra**

Los usos predominantes a nivel de la cuenca alta son la ganadería lechera, bosques, áreas urbanas y el cultivo de café. Las tierras del área se hallan sometidas a una fuerte presión urbana, debido al avance hacia ellas, desde el sur y el oeste de un frente urbano e industrial importante (CNFL 1998).

#### **3.1.3.3. Migración**

En los últimos 20 años el territorio de la cuenca alta del Río Virilla y sus alrededores ha experimentado un fuerte movimiento de pobladores. El origen de este movimiento migratorio es muy diverso, sobresaliendo principalmente aquellas personas que provienen de centros urbanos, principalmente del Gran Área Metropolitana y otras regiones del país, especialmente rurales (Ramos 1996).

### **3.1.3.4. Organización**

Según Villanueva (2001) las formas de organización existentes en la subcuenca del río Virilla se dividen en:

- a) Comunales: asociaciones de desarrollo comunal, uniones cantonales de desarrollo, comités de salud, juntas educativas, organizaciones religiosas, grupos de alcohólicos anónimos, comités cantonales de deportes, guías y scout, hospicios de ancianos, hospicios de huérfanos y otros.
- b) Productivas: Centros Agrícolas Cantonales (CAC), Cámara de Productores de Leche, Asociación de criadores de Ganado Holstein, Grupo de Productores Hortícola, Cooperativa de Productores de Leche Coronado (COOPECORONADO), Cooperativa de Productores de Leche R.L. Dos Pinos y otras.

## **3.2. Metodología aplicada**

### **3.2.1. Relación entre las actividades implementadas por el PLAMA Virilla y los indicadores generados en la parte alta de la cuenca**

La metodología aplicada para el primer objetivo consistió en sistematizar los resultados ejecutados, mediante revisión de informes anuales y semestrales, tomando como referencia los indicadores recomendados por Ramos (1996) que la Compañía Nacional de Fuerza y Luz había seguido monitoreando hasta la fecha.

#### *Selección de indicadores*

Ramos (1996) recomendó para el programa de reforestación 10 indicadores de impacto a nivel de fincas y 7 a nivel de cuencas; 10 y 7 indicadores a nivel de fincas y cuencas respectivamente en el programa de manejo de desechos y 9 indicadores de impacto en general para el programa de educación ambiental.

Según Muller (1996) Entre las principales características de los indicadores se encuentran, que estos deben ser fáciles de medir y ser eficiente desde el punto de vista de costos, debe ser posible la repetición de las mediciones, deben adaptarse al problema

específico que se quiere analizar, deben dar información básica, entre otros.

Con este criterio se seleccionó los indicadores de impacto para el presente estudio, además se consideró los índices de medición de avance de las metas que la CNFL se propuso en el año 2003 dentro de la dirección ambiental de dicha compañía (cuadro 2)

**Cuadro 2. Indicadores seleccionados e impactos respectivos**

<b>Indicadores</b>	<b>Impactos</b>
Calidad de aguas, según el índice de ICAFNS	Reducción de los niveles de contaminación de aguas en ríos y nacientes en la cuenca
Número de has sembradas con el programa de PSA en la modalidad de reforestación y conservación.	Aumento de la protección de nacientes y márgenes de ríos en la cuenca.  Aumento en la protección de suelos.  Mejor belleza escénica.  Mayor presencia de biodiversidad en la cuenca.
Producción de lombricompost producto de las prácticas de lombricultura y compost	Empleo de los desechos orgánicos dentro de la fincas.  Auto producción de insumos en las fincas.  Mejoramiento de las características químicas, físicas y biológicas del suelo.
Total de desechos sólidos extraídos por las plantas hidroeléctricas.	Reducción del costo de mantenimiento de máquinas de las plantas hidroeléctricas.
Número de escuelas involucradas en el Plan de Mejoramiento Ambiental.	Reorientación y fortalecimiento del aspecto en la educación ambiental en las escuelas.
Número de alumnos recibiendo clases de educación ambiental en las escuelas.	Involucramiento de los alumnos en actividades de mejoramiento ambiental en la comunidad.  Involucramiento de los alumnos en el mejoramiento ambiental en la cuenca.
Número de docentes capacitados por el PLAMA, talleres realizados en el programa de Promoción Ambiental.	Involucramiento de los docentes en las actividades de mejoramiento ambiental en la comunidad, escuela, otros.  Efecto multiplicativo del conocimiento del tema ambiental en las escuelas de la cuenca.
Percepción de los estudiantes sobre el programa de clubes ecológicos	

### **3.2.2. Participación de las instituciones, organizaciones y productores del Plan de Mejoramiento Ambiental de la cuenca alta del Río Virilla.**

La información se generó mediante entrevistas a los regidores de las municipalidades de Coronado y Guadalupe de Goicochea, al administrador del Centro Agrícola Cantonal de San Isidro de Coronado, y al agente del Ministerio de Agricultura de Coronado. Asimismo se hizo una revisión de bibliografía sobre los convenios con otras instituciones como FUNDECOR Y FONAFIFO.

### **3.2. 3. Percepción de los productores involucrados y no involucrados en el Plan de Mejoramiento Ambiental del la cuenca del río Virilla.**

Para este objetivo se realizó las siguientes fases:

#### **1. Revisión de información secundaria**

Se realizó revisión de la información de tesis y trabajos de estudio de la zona, asimismo revisión de la información proporcionada por la CNFL, tanto por los informes de labores anuales, semestrales y publicaciones de las revistas “Rescatemos el Virilla”.

#### **2. Reconocimiento del área de estudio**

Las primeras visitas a la zona de estudio tuvo como objetivo conocer mejor el ámbito de acción de las actividades del PLAMA y reconocer la delimitación de la parte de la cuenca, se visitó de manera general toda la zona y algunos principales ríos y quebradas que se encuentran dentro de la cuenca.

#### **3. Entrevistas no formales**

Para familiarizarse con los finqueros se realizó entrevistas no formales a los productores que se encontraban en sus fincas, ya sean los dueños o los administradores, estas entrevistas fueron al azar, obteniéndose información preliminar de la zona.

#### **4. Realización de encuestas a productores, administradores, finqueros y otros**

Se hicieron entrevistas semi-estructuradas, dirigida a los productores involucrados y no involucrados en el PLAMA, así mismo fue dirigido a personas que se encuentren en la finca que por lo general era el administrador, a El se le preguntaba por el manejo de la finca y la percepción de los cambios que estaban observando en la finca en estos



últimos años; las preguntas sobre la percepción por los ingresos económicos que obtenían de las actividades de la finca se realizó a los dueños de las fincas que por lo general no se encontraban en sus fincas, se les entrevistó vía telefónica para dos o tres preguntas que solo ellos podían responder, y si estaban más dispuestos a dialogar se ratificaba todas las preguntas hechas al administrador previa cita para poder entrevistarse con los dueños de las fincas. Se realizó 26 encuestas a productores involucrados y 25 a productores no involucrados haciendo un total de 51 encuestas.

#### 5. Procesamiento de la información primaria y análisis de los resultados.

La encuesta contaba con tres secciones principales, la primera donde se identifica al productor, edad, ubicación de la finca, tamaño de la finca y otros. La segunda fueron preguntas cuya respuesta eran Si o No, sobre temas de tenencia de la tierra, asociación de productores, observaciones y problemas ambientales entre otras. La tercera sección eran preguntas cuyas respuestas son múltiples sobre la percepción que tienen del PLAMA Virilla, actividades que realizan en la finca, entre otros. Se realizó un análisis estadístico con la prueba de Chi-cuadrado, efectuadas por tablas de contingencia, con el propósito de conocer si las respuestas que manifestaban los productores son independientes a si el productor está o no involucrado en las actividades que realiza actualmente la CNFL

### **3.2.4. Metodología para la calidad de aguas**

Para los datos de calidad de aguas se consideró los datos obtenidos por el departamento de Recursos Hídricos de la Universidad Nacional de Heredia quienes realizan el monitoreo en convenio con la Compañía Nacional de Fuerza y Luz. Con las variables físico, químicas y bacteriológicas determinadas en los ríos, constituyen la base para elaborar el índice de calidad de aguas de la Fundación Nacional de Sanidad (ICAFNS), con el fin de contar con un instrumento sencillo, de fácil manejo y cartografiable, que represente la calidad del agua en cada punto de análisis (Coto. *et al.* 2003; García 2003).

Mitchell *et al.* (1991) manifiesta que en los últimos años se viene utilizando un índice estándar llamado el índice de calidad del agua (ICA), siendo el más usado de todos los índices de calidad del agua existentes. El índice de calidad facilita la interpretación y entendimiento de los parámetros de calidad convencionalmente usados, y del proceso de contaminación (Meneses 2003). El índice desarrollado por la Fundación Nacional de

Sanidad de los Estados Unidos utiliza los parámetros convencionales de calidad de agua: oxígeno disuelto, nitratos, fosfatos, temperatura, turbidez, sólidos totales. A cada una de estas variables se le asigna un peso o importancia según el criterio de uso, comúnmente para consumo humano (Lobo 2000, mencionado por Meneses 2003).

**Cuadro 3: Parámetros del índice de calidad del agua, peso asignado e importancia**

Parámetro o variable (i)	Wi	Importancia o parámetro
Oxígeno disuelto	0.17	Condiciones críticas para la vida acuática
Coliformes fecales	0.15	Contaminación fecal, limitante para consumo humano
Potencial de hidrógeno (pH)	0.12	Condiciones para la vida acuática y agua potable
Demanda Bioquímica de oxígeno	0.10	Materia orgánica biodegradable, limitante para aguas de consumo humano.
Nitratos	0.10	Determina niveles de eutrofización riesgo por consumo
Fosfatos	0.10	Determina niveles de eutrofización
Temperatura	0.10	Crítico para la vida acuática y consumo humano
Turbidez	0.08	Limitante para aguas de consumo humano
Sólidos totales	0.08	Limitante para aguas de consumo humano

**Fuente: Canter 1998, Lobo 2000**

García (2003) indica que el ICA recoge parámetros convencionales relacionados con la calidad del agua para el abastecimiento público, pero puede ser utilizado para considerar condiciones generales del estado de las aguas naturales.

Los índices se categorizan de la siguiente manera:

<u>Valor</u>	<u>categoría</u>
91- 100	Excelente
71 – 90	Buena
51 – 70	Regular
26 – 50	Pobre
0 – 25	Muy Pobre

En el año 2003 se realizó los muestreos entre los meses de febrero y noviembre,

siguiendo el patrón de lluvias: época seca y transición seca-lluviosa, época lluviosa y transición lluviosa-seca, de acuerdo con el siguiente plan de muestreo:

- 10, 17 y 21 de marzo del 2003
- 21 y 28 de abril y 9 de mayo del 2003.
- 4 y 18 de julio y 1 y 8 de agosto del 2003
- 13,20,27 de noviembre y 4 de diciembre del 2003

#### Cuadro 4. Descripción de los puntos de muestreo

##### Microcuenca I

Río	Lugar	Punto	Descripción del punto
Naciente Durazno	Hacienda Guayabillos	1	Bóveda con árboles, cascada, poza. A la entrada de la bóveda hay derrumbes de y árboles caídos formando un apresa. Camino interno de finca. Lecho con piedras grandes. 2340 msnm.
Durazno	Hacienda San Miguel	2	Potrero, camino, puentes, lecho de piedra. 2250 msnm.
Quebrada Monte lindo	Matinilla Santa Teresita	3	Lecho con piedras grandes, árboles raleados, signos de perturbación, puente con carretera lastreada. Antiguo quebrador. Tiene más caudal que el punto anterior.
Durazno	Vista del Mar	4	Cauce más ancho y lento, con lecho de piedras grandes y pequeñas. Potrero con escasos árboles. 1610 msnm
Virilla	San Isidro de Coronado	5	Totalmente urbano. Escasos árboles, charrales en ribera, puente. Se observan desechos y florecimiento de algas. El punto se ubica unos 5 m. río debajo de una presa y toma de agua pertenecientes a A y A. 1490 msnm.
Virilla	Las Nubes	8	Lecho rocoso, agua de color gris y turbia, ribera con árboles escasos. Potreros de pendiente fuerte. Dos lecherías río arriba. Tanques de almacenamiento de agua en las cercanías, 2100 msnm.

##### Microcuenca II

Quebrada Arias	Cascajal	6	Bosque natural cubre 10 m. en ambas riberas, rodeado de potrero con fuertes pendientes de suelo compactado. Ganado vacuno, casas dispersas. Lecho rocoso, aguas claras. 1800 msnm.
Quebrada Cascajal	Cascajal	7	Lecho rocoso, con piedras grandes. Escasa cubierta boscosa, potrero sin árboles, de fuertes pendientes y suelo compacto. Caso al lado del punto con letrina. 1800 msnm.
Quebrada Vuelco-Quebrada Varela	Patio de agua	9	Escasa cubierta boscosa, potreros descubiertos. Agua clara, lecho rocoso. Viviendas dispersas. La quebrada pasa sobre la carretera. 1740 msnm.
Quebrada honda-Quebrada Vuelco	San Pedro	9 <sup>a</sup>	El punto de muestreo esta a 5 m. río abajo de la unión de la Quebrada Honda y de la Quebrada Vuelco.
Macho	Dulce Nombre	10	El punto se ubica a 50m después de la confluencia del Río Macho.

### Microcuenca III

Pará	Las Juntas	11	1450 msnm. Escasos árboles, potreros. Pozas recreativas, lecho rocoso. Punto ubicado a 50 m. después de la unión de ambos ríos.
Quebrada Agrá	Las juntas	12	Punto ubicado a 50 m. antes de la unión con el río Paracito. En el verano abastece de agua a casas vecinas.
Paracito II	San Luis	13	Charrales y árboles. Lecho rocoso, escasa basura, casas dispersas. 1500 msnm.
Quebrada Agrá	San Jerónimo de Moravia	14	Semi-urbano, casas, potreros de pendientes suaves, escasos árboles, ganado; lecho de piedras finas con presencia de mayor cantidad de sedimentos. Tierras y escombros depositados en la cercanía del punto de muestreo.
Virilla	San Miguel	15	Presa para toma de agua. Punto ubicado a 20 m. río debajo de la presa. Lecho rocoso. Escasa basura en márgenes cafetales. 1370 msnm.

### Microcuenca IV

Lajas	San Josécito	18	Punto ubicado a 1350 msnm
Tibás	San Isidro de Heredia	19	Punto ubicado a 1400 msnm
Tibás	Concepción de San Isidro	20	Con mucha vegetación en los alrededores. El camino de acceso es de tierra y pasa cerca del río. 1350 msnm.
Tranqueras	San Josécito	21	Punto ubicado a 1310 msnm. Área rural-urbana
Tibás	San Miguel de Santo Domingo	22	Punto ubicado a 1400 msnm
Tures	San Miguel de Santo Domingo	23	Rodeado de cafetales. con laderas empinadas y la carretera con mucho tránsito. Tierras de cultivos y casas en las cercanías. 1300 msnm.
Tibás	Barrio Socorro	24	Cercano a la confluencia con el río Virilla, lecho de rocas grandes y secciones de arena gruesa, Un puente muy transitado lo cruza en las cercanías. Basura en los alrededores. Casas cercanas. La vegetación es escasa y predominan los pastos altos. 1300 msnm.

### Microcuenca V

Punto	Lugar	Punto	Descripción del punto
Ipís	Vista del Mar	16	Poza con mucha materia orgánica gruesa y fina. Vegetación abundante en los alrededores inmediatos. Un trillo comunica al río con una cancha de fútbol.
Quebrada San Francisco	San Isidro de Coronado	17	Quebrada de poca corriente y rodeada de vegetación, aunque de fácil acceso y muy cercana a campos de cultivos. Casas cercanas
Virilla	Entre Tibás y Moravia	25	Cauce ancho y corriente fuerte todo el año. Lecho rocoso y cubierto de un material de un material viscoso.

# Parte Alta de la Cuenca del Río Virilla

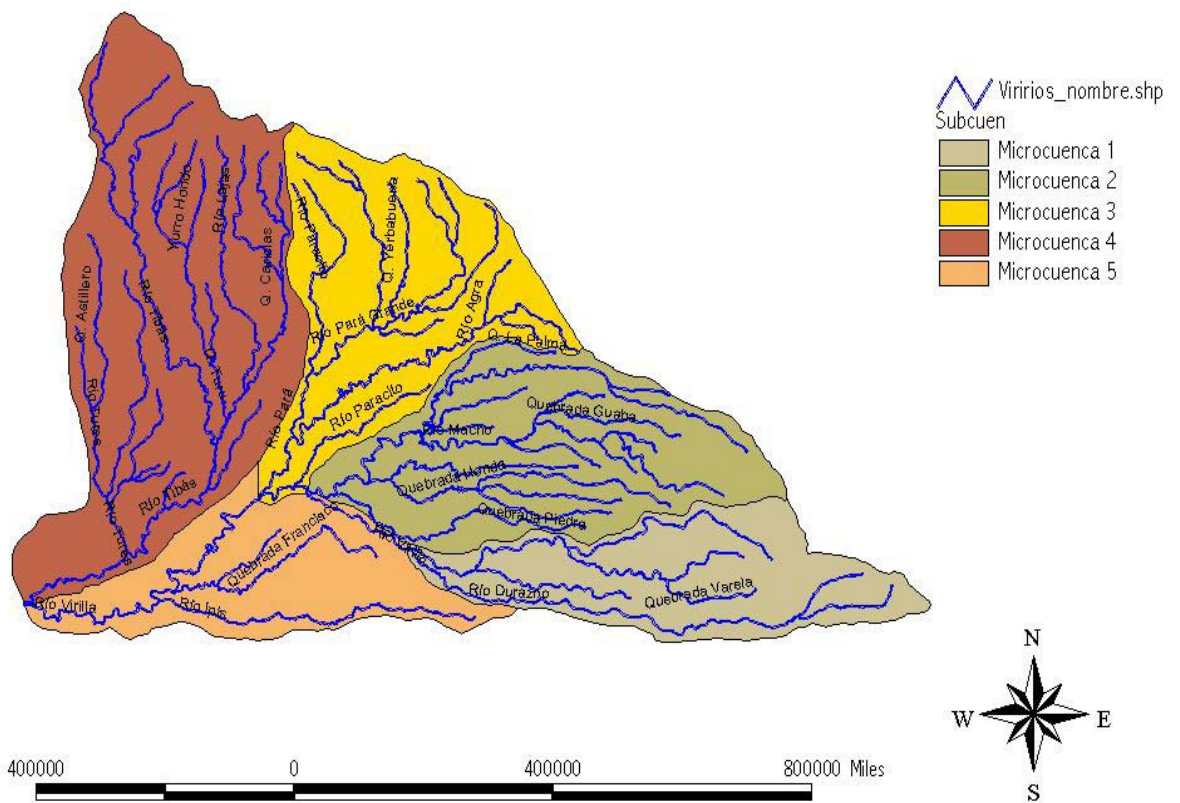


Figura 2. Parte alta de la cuenca del Río Virilla y la ubicación de las microcuencas

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### **4.1. Avance de las actividades implementadas por el PLAMA Virilla en relación con los indicadores generados en la parte alta de la cuenca.**

#### **4.1.1. Indicador: cambios en la calidad de agua en los cauces de la parte alta de la cuenca del Río Virilla**

El cuadro 5 presenta los valores categorizados de los Índices de Calidad de la Fundación Nacional de Sanidad (ICAFNS) en cada punto de muestreo de la parte alta de la cuenca del Río Virilla, en las épocas seca, lluviosa y lluviosa-seca. En el anexo 1, se puede observar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos evaluados para el cálculo de dicho índice. En el año 2003 la categoría de la calidad del agua según ICAFNS es de buena, es decir no presenta amenaza para la vida humana, esta categoría es un impacto positivo ya que por la ubicación de la cuenca y los problemas ambientales podría encontrarse en una categoría inferior de calificación, cabe mencionar que el valor que se obtiene es un índice de carácter general, orientado hacia aguas con potencial para abastecimiento humano.

En la microcuenca I, el resultado del índice de calidad es buena, a excepción del punto 8, en la transición de la época lluviosa seca del año 2003; en él se observa que la DBO aumentó de 2,86 a 7,73 (anexo 3), la cual no se encuentra dentro del límite permitido  $4\text{mg}^{-1}$  para aguas de consumo humano previo tratamiento (Schulz *et al.* 1990) sobrepasando además en cuatro veces la lectura; se observa también que el valor de los coliformes fecales es de 9300 UFC/100 ml, el cual sobrepasa el límite para aguas crudas para el abastecimiento público, que es de 5000 UFC, esto se debe porque este punto ha tenido un mayor impacto de las fuentes no puntuales, como los potreros de fuertes pendientes de las lecherías río arriba (cuadro 4).

En la Microcuenca II donde se encuentran las quebradas de Cascajal, quebrada Vuelco-Varela, Quebrada Honda y el Río Macho, por lo general ha presentado unas características de buena en todos los puntos de muestreo, lo cual es rescatable porque indica que las aguas se encuentran en un estado de buenas, según el índice del ICAFNS,



las mismas características presenta la microcuenca III.

En la microcuenca V, donde se encuentran los Ríos Ipis, Virilla y la Quebrada de San Francisco el punto 17 es el que siempre ha presentado una categorización regular (anexos 1, 2,3,) debido a que se encuentra cercana a campos de cultivos y viviendas. En el anexo se puede observar los valores de los coliformes fecales en todos los puntos tiene valores altos, los cuales sobrepasan el límite aceptable.

**Cuadro 5: Índices de Calidad de Aguas de la Fundación de Sanidad (ICAFNS) para la parte alta de la cuenca del Río Virilla en el año 2003. Costa Rica**

PUNTO	2003		
	Seca	Lluviosa	Lluviosa-Seca
1	72 Buena	S/D	S/D
2	73 Buena	S/D	S/D
3	74 Buena	S/D	S/D
4	76 Buena	S/D	S/D
5	S/D	S/D	S/D
6	78 Buena	81 Buena	80 Buena
7	S/D	S/D	S/D
8	81 Buena	71 Buena	66 Regular
9	82 Buena	S/D	S/D
9ª	70 Buena	S/D	S/D
10	S/D	S/D	S/D
11	S/D	S/D	S/D
12	77 Buena	82 Buena	77 Buena
13	S/D	S/D	S/D
14	77 Buena	S/D	S/D
15	80 Buena	S/D	S/D
16	S/D	S/D	S/D
17	55 Regular	57 Buena	67 Regular
18	75 Buena	S/D	S/D
19	S/D	S/D	S/D
20	86 Buena	80 Buena	81 Buena
21	S/D	S/D	S/D
22	83 Buena	S/D	S/D
23	S/D	S/D	S/D
24	79 Buena	S/D	S/D
25	S/D	S/D	S/D

S/D: Sin determinar

#### 4.1.2. Indicador: número de hectáreas manejadas con el programa de PSA, en la modalidad de reforestación y conservación en la cuenca del Río Virilla

En abril 1996 se promulgó la Ley Forestal No.7575, en el cual se reconoce los servicios ambientales que prestan los bosques y las plantaciones forestales, la parte alta de la cuenca del Río Virilla se encuentra dentro del área involucrada en la implementación y desarrollo del programa de PSA, invirtiéndose esta área como protección y mejoramiento ambiental los recursos obtenidos por la primera venta de Certificados y Carbonos (CTO) al gobierno de Noruega en 1997 (Miranda *et al.*, 2003). En el cuadro 6 se observa el total histórico de hectáreas en las modalidades de conservación y reforestación que se encuentran bajo la modalidad de pago por servicios ambientales, haciendo un total de 2868 hectáreas, asimismo la mayor cantidad de hectáreas se concentra en la conservación de bosques en fincas y áreas de protección de los ríos que permitan garantizar la calidad y cantidad del recurso hídrico de la cuenca, por ser una zona de recarga acuífera, contribuyendo además a la protección de la biodiversidad de la zona, a la belleza escénica natural y a la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero.

**Cuadro 6: Número de hectáreas de conservación y reforestación bajo el Pago de Servicios Ambientales en la parte alta de la cuenca del Río Virilla. (2003)**

Año	Conservación (ha)	Reforestación (ha)	TOTAL (ha)
1998	-		
1999	1391	79	1471
2000	190	12	202
2001	334	32	366
2002	242	0	242
2003	542	43.4	585
<b>TOTAL</b>	<b>2700</b>	<b>167</b>	<b>2868</b>

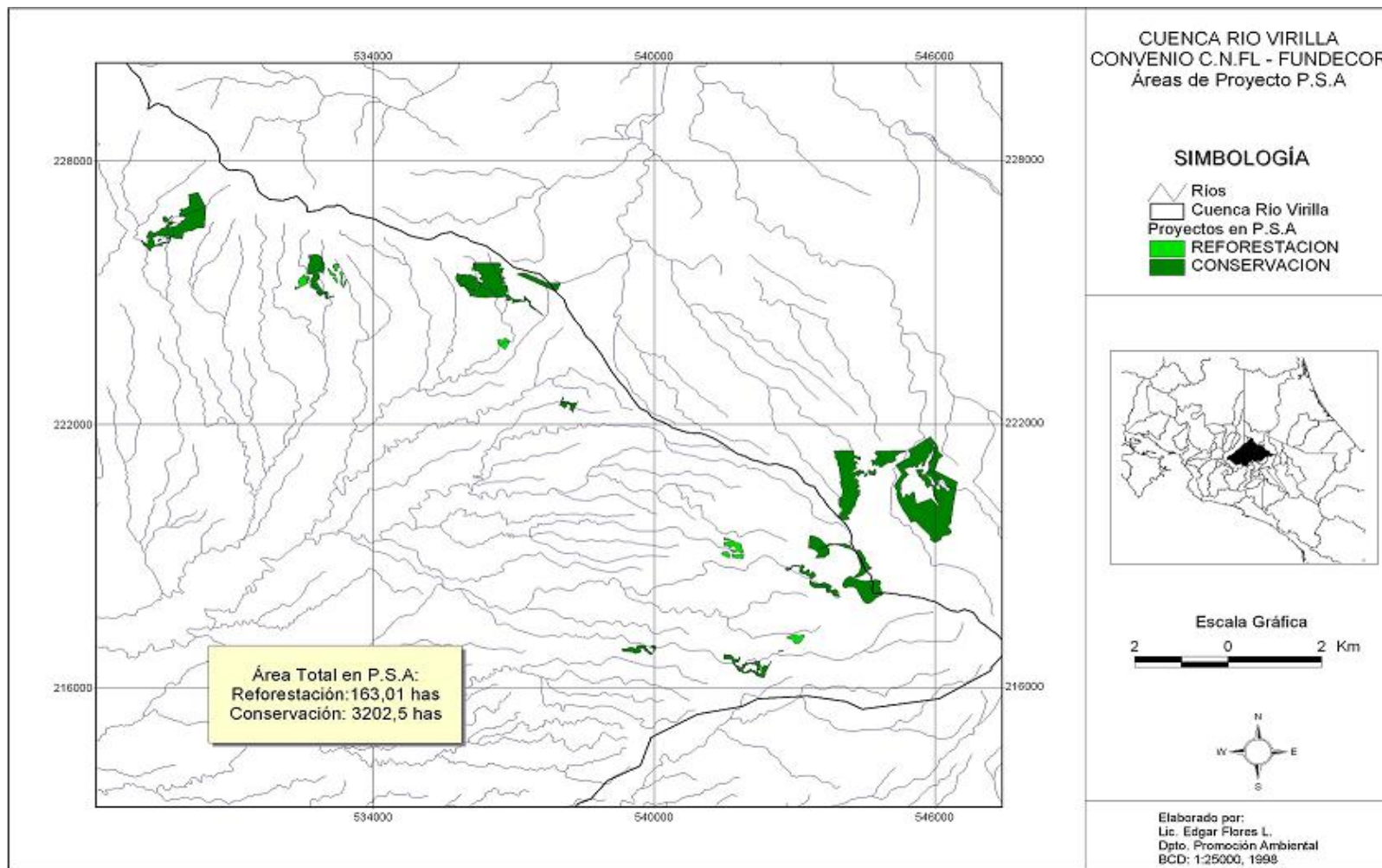


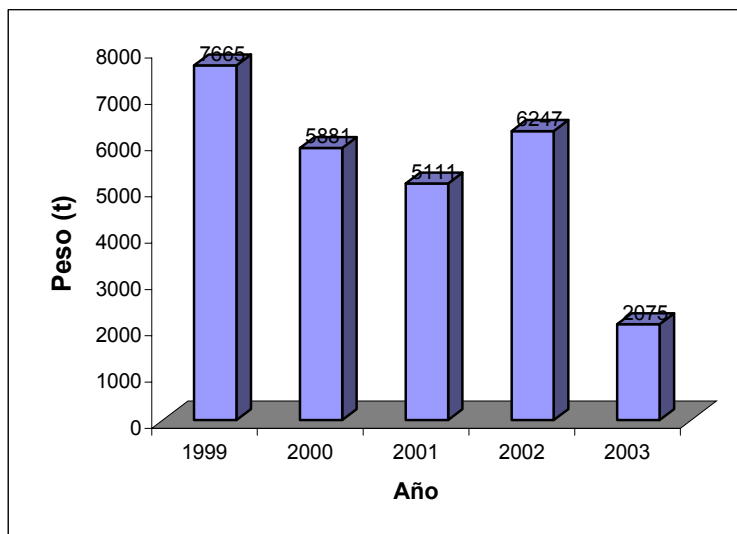
Figura 3. Áreas de proyecto de PSA convenio CNFL - FUNDECOR

#### **4.1.3. Indicador: producción de lombricompost producto de las prácticas de lombricultura y compost**

La Compañía Nacional de Fuerza y Luz, logró establecer lombricarios en cuatro fincas de la cuenca del Río Virilla. En el lombricario del vivero de Vista del Mar se han producido aproximadamente 1100 kg de lombricompost, que se han utilizado para la producción de árboles forestales y para uso en la siembra de los mismos. En el vivero ubicado en la Universidad para la Paz, se han producido 2186 kg de lombricompost. Asimismo se ha transformado 50 toneladas de desechos orgánicos en varias fincas. Esta actividad consigue un impacto positivo a nivel de finca, ya que permite al productor utilizar el lombricompost dentro de la finca y el excedente para la venta.

#### **4.1.4. Indicador: total de desechos sólidos extraídos por la planta hidroeléctrica Brasil**

El total de desechos extraídos por la planta hidroeléctrica Brasil entre los años 1999 y 2003 (Figura 4) ha disminuido, si bien se debe a externalidades como, el periodo de lluvias, disponibilidad de equipo de la CNFL, entre otros, también se puede registrar los esfuerzos realizados por el manejo de desechos sólidos en la cuenca del Río Virilla, como se observa en el año 1999 fue extraído un total de 7665 t. disminuyendo luego a 2075 t. en el año 2003.



**Figura 4. Cantidad de desechos sólidos extraídos en la Planta Hidroeléctrica Brasil. (t/año) Costa Rica. Fuente CNFL 2003**

#### **4.1.5. Indicador: número de escuelas involucradas en educación ambiental**

Actualmente existe el Programa de Clubes Ecológicos en los centros educativos, con un total de 34 escuelas en todo el ámbito de acción del Departamento de Promoción Ambiental, este departamento no trabajan a nivel de microcuencas sino a través de provincias y no solo se limitan a la Provincia de San José y Heredia, que es el área donde hay influencia del Río Virilla, sino a otras provincias como Alajuela, y Puntarenas (cuadro 7) ampliando de esta manera el área de acción, este indicador recomendado por Ramos (1996) es positivo ya que de empezar con ocho centros educativos de primaria (Herrera 1998) cuadruplicó a 34 escuelas, esto refleja lo aseverado por Herrera que sostiene que uno de los mayores logros logrados por la CNFL es en la temática de educación ambiental

#### **4.1.6 Indicador: número de alumnos recibiendo clases de educación ambiental en las escuelas**

En el Programa de Clubes Ecológicos en centros educativos, 1207 estudiantes han sido beneficiados con las actividades que realiza dicho programa, de los cuales 889 pertenecen a las escuelas de la cuenca del Río Virilla. (Cuadro 7) promoviendo que los estudiantes asuman una responsabilidad que integre la protección y uso sostenible de los recursos naturales (CNFL 2003)

#### **4.1.7 Indicador: número de docentes capacitados por el PLAM y talleres realizados en el programa de Promoción Ambiental**

Durante el segundo semestre del año 2003, el departamento de Promoción Ambiental realizó 32 cursos, con la asistencia de un total de 960 personas en capacitaciones en los diferentes meses del semestre. Entre las actividades planificadas y desarrolladas en los centros educativos y en los programas de clubes ecológicos destacan: prevención de la contaminación en el centro educativo, campañas de arborización, capacitaciones según temáticas solicitadas por los centros educativos, construcción de centros de acopio para materiales reciclables, campañas de limpieza internos y externos, expresión artística de temática ambiental, programas educativos “Energía, Naturaleza y Yo”, huertas orgánicas, murales o pizarras ecológicas, recolección de material reciclable vinculadas con empresas privadas o particulares, arreglos de zonas verdes en el centro educativo, visitas a lugares aledaños, para analizar impactos ambientales positivos y negativos.

#### **4.1.8. Indicador: percepción de los estudiantes sobre el programa de clubes ecológicos**

A fines del 2003, el Departamento de Promoción Ambiental de CNFL, procedió a recolectar información sobre la percepción de los alumnos, entre ellas tenemos las siguientes.

- Ayuda a concienciar al estudiando sobre la importancia de mantener la comunidad y ambiente limpio, por medio de las actividades diversas.
- Son un punto de apoyo y de organización de actividades para crear conciencia ambiental.
- Es un buen proceso para enseñar valores, cuidar y proteger cada uno de los

recursos naturales.

- Motivación a los niños de las escuelas, ya que sienten que aprenden cosas importantes que pueden poner en práctica en la escuela y la comunidad.

#### ***4.2. Participación de las instituciones, organizaciones y productores del Plan de Mejoramiento Ambiental de la cuenca alta del Río Virilla***

Para el año 2003, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz promovió el acercamiento con las agencias del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), involucradas en la cuenca del Río Virilla; firmaron un nuevo convenio con la Universidad para la Paz, pasando a administrar el vivero forestal del campus de dicha institución. Asimismo tiene convenios con el MINAE, con Fonafifo y Fundecor, en los cuales desarrollan el programa de servicios ambientales, especialmente en la protección del recurso hídrico que brindan los bosques en las diferentes cuencas de interés para la CNFL.

##### **4.2.1. Principal problema ambiental observado por las instituciones**

Los entrevistados consideran como principales problemas ambientales del cantón: contaminaciones de los ríos quebradas y nacientes, el urbanismo en zonas de protección, pocas prácticas de conservación de suelos, problemas de basura en los márgenes de los ríos, entre otros.

**Cuadro 7. Centros educativos, clubes y comités ecológicos involucrados en el programa de educación ambiental, departamento de Promoción ambiental de la CNFL.**

Provincia	Cantón	Escuela	Estudiantes del Club ecológico	Integrantes de los comités ecológicos
Alajuela	Alajuela	Gabriela Mistral	37	4
		Alfaro Ruiz	30	2
San José	Vásquez de Coronado	Dulce Nombre	33	3
		Estado de Israel	35	2
		José Ana Marín	45	8
		Pío XII	24	4
		Manuel María Gutiérrez	62	7
		San Rafael	28	2
	Goicochea	José Cubero Muñoz	20	5
		Filomena Blanco	20	4
		Roberto Cantillano	27	2
		Los Ángeles	30	4
	Tibás	Anselmo Llorente	35	7
	Moravia	La Isla	46	6
		Los Sitios	57	3
		La Trinidad	72	3
	Mora	Rogelio Fernández	35	4
	Santa Ana	Pabellón	10	1
Andrés Bello		60	6	
Heredia	San Isidro	Colonial Isidreña	27	3
		José Martí	35	6
		Concepción	18	4
		San José	45	2
		Santa Cecilia	15	2
	San Rafael	Concepción	23	2
	Santo Domingo	Apolinar Lobo Umaña	35	2
		San Luis Gónzaga	42	4
		Castilla	25	5
		Ricardo Salas	28	3
		Rubén Darío	35	6
		Santo Tomás	27	5
Puntarenas	Puntarenas	Bajo Caliente	32	2
	Montes de Oro	Cedral (I y II ciclo)	54	3
		Cedral (Telesecundaria)	60	3



#### **4.2.2. Cambios en los últimos 5 años observados por las instituciones**

En el período que han venido trabajando en sus respectivos puestos han observado los siguientes cambios:

- la deforestación ha disminuido, pero en términos generales se mantiene.
- La reforestación ha aumentado.
- Las actividades de ganadería y la agricultura sigue igual.
- La venta y compra de propiedades esta regulando por el plan regulador de la municipalidad de Coronado en su ámbito, quien regula la compra del espacio a vender.
- La migración ha aumentado, esta migración ha aumento en el sector urbano.

#### **4.2.3. Proyectos o convenios con las que trabajan actualmente**

Actualmente trabajan conjuntamente en coordinación la CNFL (Programa Ambiental) y la Comisión del Ambiente de la Municipalidad de Coronado, sin embargo no hay un convenio firmado hasta el momento, lo cual limita los compromisos a largo plazo que se pueda generar en el presente. La principal coordinación es la capacitación de funcionarios municipales para obtener la mención de Bandera Azul Ecológica para fortalecer el trabajo de la municipalidad sobretodo lo que es reciclaje. La cual es por excelencia el máximo objetivo para la municipalidad.

#### **4.2.4. Percepción sobre el Plan de Manejo Ambiental de la cuenca del Río Virilla**

Los logros que se ha obtenido con ayuda del PLAMA son: redacción de normas ambientales, programas de desechos ambientales, estructurar la reducción de gastos por transporte de desechos, apoyo con actividades en áreas que la municipalidad no cubre, actualmente la comisión ambiental.

Actualmente las siguientes instituciones están en constante coordinación para el buen manejo de la cuenca liderada por la municipalidad de Coronado: Ministerio de Salud, Iglesia, Natuquisa (Fundación ecológica), Acueductos y Alcantarillados, Cámara de Turismo, Asociaciones de Desarrollo.

#### **4.3. Percepción de los productores involucrados y no involucrados sobre las prácticas implementadas por el PLAMA-Virilla en la parte alta de la cuenca del Río Virilla.**

##### *Entrevistas a Productores del PLAMA.*

El objetivo de las entrevistas fue conocer aspectos claves del manejo de la finca, luego de las actividades de la CNFL en la parte alta de la cuenca del Río Virilla, y algunas percepciones sobre los impactos de las prácticas implementadas por el PLAMA y luego por la CNFL; la entrevista se aplicó a 51 productores, de los cuales 26 estaban involucrados y 25 no involucrados, ubicadas en la parte alta de la cuenca del Río Virilla.

##### **4.3.1. Tenencia de la Tierra y principales actividades productivas que realizan los productores en sus fincas**

Un aspecto clave para poder analizar la percepción de los actores involucrados y no involucrados en el PLAMA es conocer si los dueños viven en las fincas, ante dicha pregunta el 71% respondió que los dueños legales no viven en la finca y un 36% afirman vivir en la finca, observándose que el dueño no está involucrado a tiempo completo en el manejo de la finca, ya que algunos de ellos viven en San José, trabajando en otra actividad económica manteniendo la finca en producción, conservándola por herencia o como lugar de descanso los fines de semana. Estos datos indican que los propietarios no están involucrados en su totalidad en las actividades que realiza la CNFL y por lo tanto, la participación conjunta es baja. En el año 1996 los productores que no residían en las fincas era de un 51% (Ramos1996), notándose un aumento del 20% en estos últimos años, esto se interpreta como parte del problema de emigración de la parte rural hacia la zona urbana. Si bien (Mora 2003) señala que la falta de empleos dentro del cantón ha provocado que las zonas residenciales sean el objetivo de los que llegan a establecer una residencia, mas estas zonas residenciales están en la parte urbana del cantón.

##### **4.3.2. Principal fuente de ingresos económicos del productor**

El 65% del total de productores consideran que la actividad económica de la finca es la

que constituye su principal fuente de ingreso (cuadro 8) mientras que el 35% no lo considera como tal; del grupo de no involucrados el 17% afirma que la actividad de la finca no es su principal fuente de ingresos, y un 18% afirma que sí, mientras que del grupo de involucrados el 32% afirma que las actividades de la finca no constituyen la principal fuente de ingresos y un 33% afirma que sí es su principal fuente de ingreso. En general de los que no consideran a la finca como principal ingreso económico señalan que la utilizan para recreación en los fines de semana o por conservar la naturaleza. Siendo la principal actividad la ganadería lechera: Según Mora (2003) Coronado fue una región próspera en producción de ganado lechero hasta 1963, pero debido al fenómeno del volcán Irazú.; los inversionistas, productores y el Estado mismo intensificaron el crecimiento de las regiones ubicadas al norte del país, tales como San Carlos. Actualmente la economía de Coronado es de subsistencia (en el caso de las actividades agrícolas), artesanal (lechería) y comercial (venta de bienes producidos fuera de la comunidad), esto puede explicar porque hay un 35% de productores que afirman que no constituye su principal fuente de ingreso y la ausencia de los propietarios en las fincas por lo que tuvieron que buscar otras alternativas económicas fuera del cantón.

**Cuadro 8. La finca como principal fuente de ingresos económicos**

Productores	No		Si	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No involucrados	9	17	16	32
Involucrados	9	18	17	33
<b>Total</b>	18	35	33	65

#### **4.3.3. Asociaciones o entidades que integran los productores**

De los productores entrevistados, el 45% manifiesta no integrar alguna asociación de productores y el 58% si integra alguna asociación (cuadro 9) y un 7% no sabe o no responde. El 23% del total pertenecen al grupo de los no involucrados que afirman no pertenecer a ninguna asociación, y un 22% manifiesta que no pertenece a alguna asociación y están involucrados en la actividades de la CNFL; mientras que el 20% no está involucrado y si pertenece a alguna asociación y un 28% pertenecen al grupo de

involucrados y a alguna asociación. Entre las asociaciones mencionadas se encuentran el Centro Agrícola Cantonal, Dos Pinos y Coop coronado. De la cifra global que no pertenecen a ninguna asociación sean o no involucrados se observa un aumento si consideramos el indicador de (Ramos 1996) donde sólo un 28% de los encuestados dicen no pertenecer a alguna asociación, donde consideraba además la ausencia total de otras instituciones en acciones del tema ambiental, observándose una debilidad en la capacidad de los productores para asociarse a alguna institución.

**Cuadro 9: Número de productores que integran alguna asociación.**

Productores	No		Si		No sabe / no responde	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No involucrados	12	23	10	20	1	2
Involucrados	11	22	14	28	3	5
<b>Total</b>	23	45	24	48	4	7

#### 4.3.4. Percepción de los problemas de erosión en la cuenca del Virilla

El cuadro 10 indica que el 68% del total de los entrevistados no observan problemas de erosión, mientras que el 24% si observan erosión de los suelos; un 8% no sabe o no responde. El grupo de productores no involucrados que no observan problemas de erosión es 35% y de los involucrados son 33%; mientras que los que sí observan problemas de erosión 10% pertenecen al grupo de los no involucrados y un 14% al grupo de involucrados; según la prueba de Chi cuadrado, el observar o no problemas de erosión es independiente a si son o no productores involucrados en el PLAMA. Del grupo de productores que si observan problemas de erosión manifiestan que entre las causas de se encuentran las estaciones de lluvia, la pendiente del terreno, y otros.

**Cuadro 10. Problemas de erosión en la parte alta de la cuenca del Río Virilla.**

Productores	No		Si		No sabe / no responde	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No involucrados	18	35	5	10	2	4
Involucrados	17	33	7	14	2	4
<b>Total</b>	<b>35</b>	<b>68</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>4</b>	<b>8</b>

**4.3.5. Percepción sobre la contaminación de ríos de la cuenca del Río Virilla**

El 84% del total de productores manifiestan que no observan algún tipo de contaminación en las nacientes o ríos que se encuentran en su propiedad, mientras que un 14% afirma que si existe contaminación, un 2% no sabe o no opina; de los productores que no están involucrados manifiesta no observar problemas de contaminación de los ríos, el 39% están involucrados y no observan contaminación en los ríos; mientras que un 4% de los no están involucrados observan contaminación en los ríos y un 10% está involucrado y sí observa contaminación en los ríos de la cuenca del Río Virilla (Cuadro 11). Los productores que manifestaron observar contaminación en los ríos atribuyen que las causas es por parte de los productores que viven en la parte superior de sus fincas, mientras que los de la parte alta de la cuenca afirman que las fuentes de agua de sus fincas están libres de contaminación alguna, esto debido a la ubicación.

**Cuadro 11. Contaminación de ríos o nacientes en la parte alta de la cuenca del Río Virilla**

Productores	No		Si		No sabe/No responde	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No involucrados	23	45	2	4	0	0
Involucrados	20	39	5	10	1	2
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>84</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

#### 4.3.6. Percepción sobre la contaminación de la cuenca del Río Virilla

Ante la pregunta sobre la contaminación en la cuenca en los últimos años, el 80% del total manifiesta que no han observado alguna contaminación en la cuenca, el 10% han observado algún tipo de contaminación y un 10% no sabe o no responde (cuadro 12) del total de los productores que no observan contaminación en los ríos, un 43% no están involucrados y un 37% pertenece al grupo de los involucrados; del grupo de productores que manifiestan observar algún tipo de contaminación mientras el 4% no están involucrados y un 6% están involucrados; se puede observar que el porcentaje de productores que no observan contaminación es alto, por lo que al parecer ésta parte de la cuenca está respondiendo positivamente a las acciones del PLAMA Virilla.

**Cuadro 12. Percepción sobre la contaminación de la cuenca del Río Virilla.**

Productores	No		Sí		No sabe / no responde	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No involucrados	22	43	2	4	1	2
Involucrados	19	37	3	6	4	8
Total	41	80	5	10	5	10

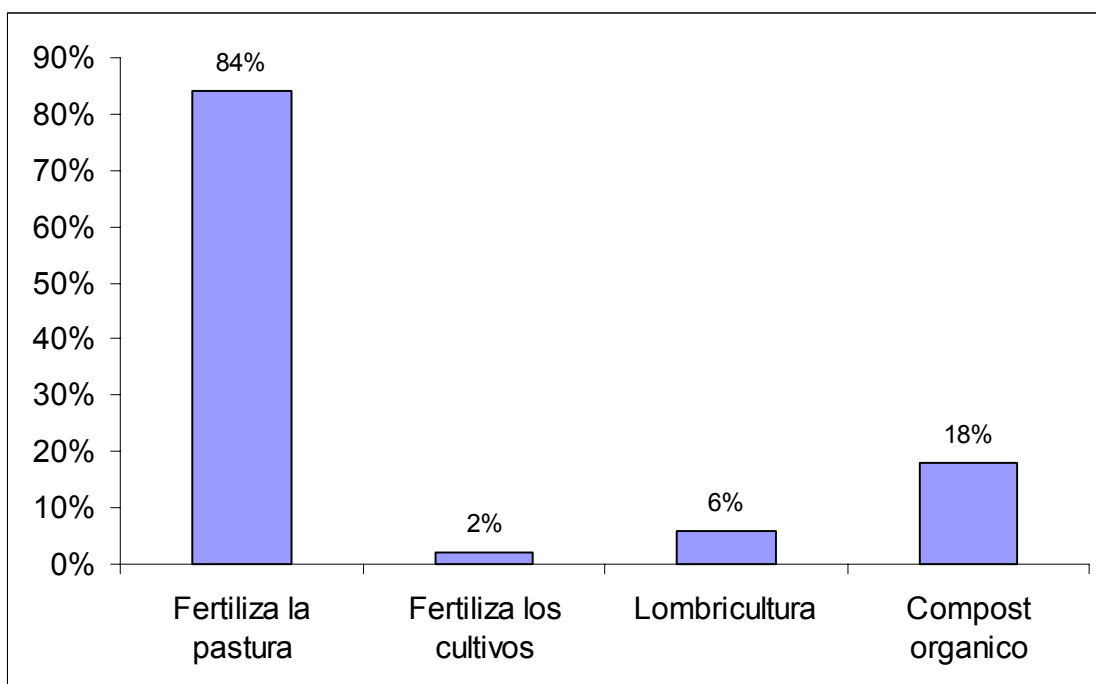
#### 4.3.7. Desechos producidos en las fincas y destino que dan a los mismos

El 90% de las fincas produce boñiga producto del ganado lechero, el 28% manifiestan que la finca produce lavado de la lechería, 2% residuos de café, 2% residuos de casa (cuadro 13). El 84% afirma que con la boñiga fertiliza las pasturas (figura 5), el aplicar la boñiga a los pastizales es una práctica común en la cuenca, y consiste en distribuir directamente el estiércol y la orina a los pastizales y quebradas; se puede observar que del total de los entrevistados un debido a las fuertes pendientes de la zona y a las precipitaciones mucho de esta boñiga se lava y llega a las fuentes de agua o riachuelos, siendo una de las principales causas de contaminación de las fuentes de agua, repercutiendo en la calidad de las corrientes de agua, considerando la ventaja que otorga la topografía escarpada de la zona (Villanueva 2001) por otra parte un 2% manifiesta que fertiliza los cultivos, el 6% lo utiliza en lombricultura y un 2% en compost orgánico, estas

dos últimas actividades es positivo para la finca porque recicla los desechos producidas por las mismas.

**Cuadro 13. Tipo de desecho que produce la finca**

Tipo	Frecuencia	Porcentaje
Boñiga	47	90
Lavado de lechería	14	28
Residuos de café	1	2
Residuos de casa	1	2
Otros	1	2



**Figura 5 Destino que le dan los productores a los desechos de las finca de la parte alta de la cuenca del Río Virilla.**

#### 4.3.8. Cambios observados en la cantidad de agua

El cuadro 14, indica que el 50% de los productores no observan cambios en la cantidad de agua en los ríos o quebradas, el 40% señala si ha observado cambios y un 10% no sabe o no responde; del total de productores 22% no están involucrados y no observan cambios en la cantidad de agua, un 28% están involucrados y no observan cambios en la cantidad de agua; mientras que un 22% no están involucrados y si observan cambios, un 18% están involucrados y si observan cambios en la cantidad de agua de las nacientes o ríos de la cuenca del Río Virilla, manifestando que se debe a causas naturales como las estaciones lluviosas y a la deforestación que se produjo en los últimos años, siendo algo preocupante para dos productores que indican que fuentes de agua que tenían antes ya no existen actualmente, estando conscientes de la problemática que puede surgir a futuro en sus fincas.

**Cuadro 14 Cambios observados en la cantidad de agua en la parte alta de la cuenca del Río Virilla.**

Productores	No		Si		No sabe / no responde	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No involucrados	11	22	11	22	3	6
Involucrados	14	28	9	18	2	4
Total	25	50	20	40	5	10

#### 4.3.9. Destino de los envases vacíos de los envases vacíos de agroquímicos usados en las fincas

Del total de productores el 12% manifiestan quemar los envases de productos vacíos de agroquímicos, el 2% lo entierran y el 70% de productores manifiestan darle otro uso (Cuadro 15), este último grupo manifestó que los envases vacíos son entregados al Centro Agrícola Cantonal de Coronado (C.A.C.) señalándose esto como positivo ya que el C.A.C recicla dichos envases, y de ésta manera se está contribuyendo a reciclar envases en el área de la cuenca.

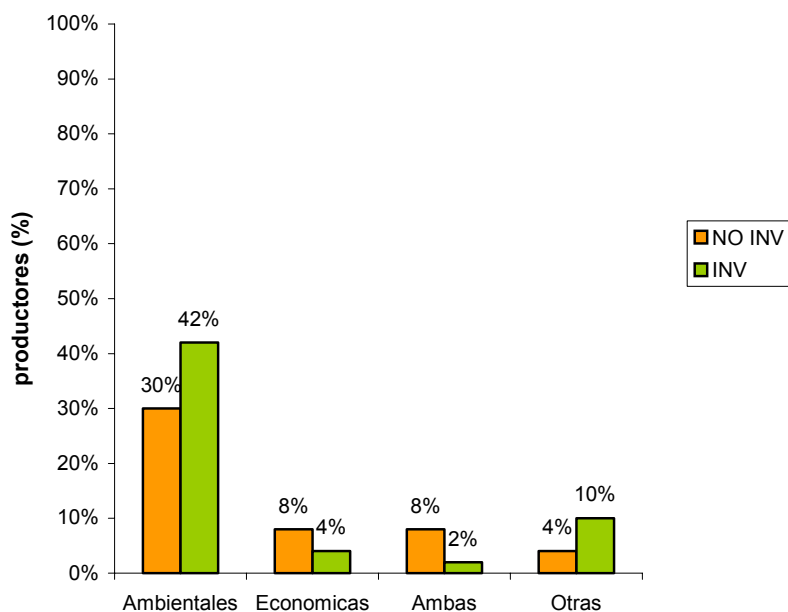


**Cuadro 15. Destino de los envases vacíos de los productos vacíos de agroquímicos usados en las fincas de la parte alta de la cuenca del Río Virilla**

Productores	Los quema		Los entierra		Los tira		otro uso	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<b>No involucrados</b>	<b>6</b>	12	0	0	0	0	17	34
<b>Involucrados</b>	<b>0</b>	0	1	2	1	2	18	36
<b>Total</b>	<b>6</b>	12	1	2	1	2	35	70

#### **4.3.10. Razones por las que implementan las técnicas y prácticas de conservación de los recursos naturales en sus fincas**

De los productores no involucrados manifiestan que realizan prácticas conservacionistas, un 30% lo hace por razones ambientales, un 8% por razones económicas, un 8% por ambas razones y un 4% por otros motivos (figura 6), de los productores involucrados, un 42% lo hace por razones ambientales, un 4% por razones económicas, un 2% por ambas razones y un 10% por otras cuestiones diferentes a las mencionadas. Según la prueba de Chi-cuadrado ( $X^2 = 0,0471$ ,  $p = 0,047$ ) hay una relación significativa entre las respuestas y el hecho de que los productores estén o no involucrados en el PLAMA. De este último grupo manifiestan que los ingresos percibidos por el PSA lo destinan al mantenimiento de áreas reforestadas o conservadas, los que dicen si obtener un beneficio económico, manifiestan que sin éste ingreso no podrían mantener las áreas de reforestación o conservación. Esto es un impacto positivo puesto que el estar involucrado en un proyecto por motivos ambientales hace estas actividades puedan continuar a largo plazo, sin que este en función de algún ingreso económico, demostrando además la gran conciencia ambiental dentro de sus fincas.



**Figura 6 Motivo de las implementaciones de las actividades de conservación y manejo de los recursos naturales en la parte alta de la cuenca del Río Virilla.**

#### **4.3.11. Influencia del PLAMA Virilla en las actividades de la finca**

En la figura 7 se puede observar que el 54% de los productores involucrados manifiestan que con la participación del PLAMA Virilla existió una mejora en las actividades de reforestación, mientras que el 50% del total, observan mejora en lo que es conservación del bosque nativo, gracias a los pagos de servicios ambientales que ofrece la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, un 3% observaron mejoras en el sector agricultura con las actividades de preparación de compost y actividades de conservación de la finca; es importante observar que ellos no observan mejora alguna en el sector ganadero o la ha observado igual sin algún cambio significativo, pese de ser ésta la principal actividad económica de la finca.

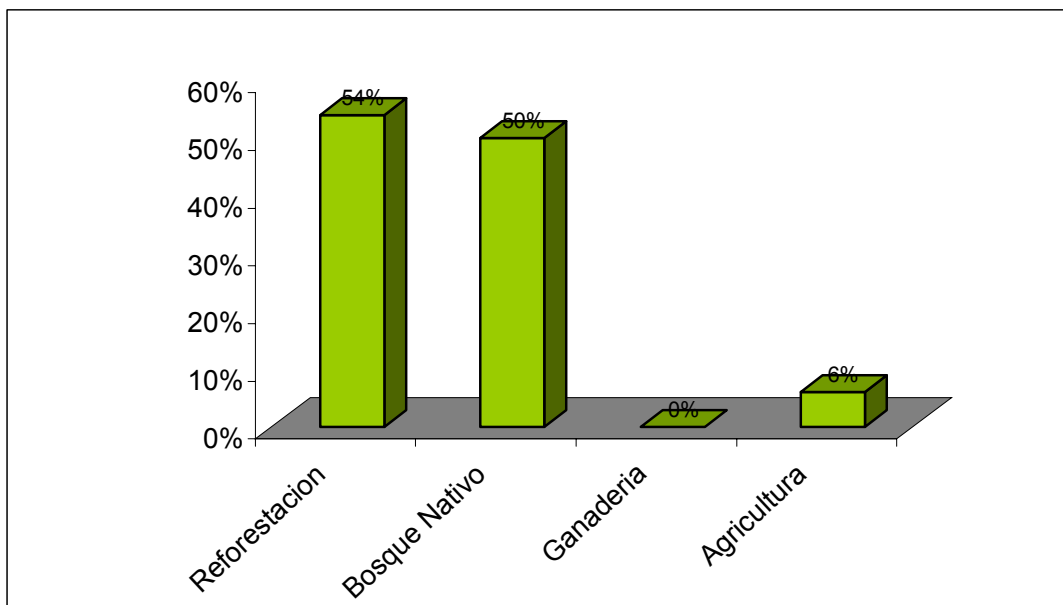


Figura 7. Mejora en las actividades de la finca en la parte alta de la cuenca del Río Virilla

#### 4.3.12. Conocimiento del PLAMA Virilla por parte de los productores

Ante la pregunta si conocen las actividades del PLAMA Virilla o las actividades que realiza la CNFL, no reconocen a esta última como tal, sino siguen reconociendo al PLAMA a pesar de ya no existir dicho proyecto. En el cuadro 16 se puede observar que el 64% manifiesta conocer el trabajo realizado por el PLAMA, el 33% manifiesta que no tiene conocimiento sobre el PLAMA y el 2% no saben o no responde. Del grupo de no involucrados un 30% dice no conocer las actividades del PLAMA y un 17% dice que si está enterado de la existencia de dicho proyecto; del grupo de involucrados el 4% dice no conocer bien el proyecto, y un 47% afirma conocer a fondo todas las actividades del PLAMA. Según las pruebas de Chi cuadrado ( $X^2= 17,8$ ;  $p= 0,005$ ) las respuestas si están en función de los grupos de involucrados y no involucrados. Esto asevera lo dicho por Ramos (1996) que señala que el PLAMA Virilla es ampliamente conocido por los habitantes e instituciones lo cual contribuye a resolver la problemática ambiental de la zona.

**Cuadro 16 Conocimiento del PLAMA Virilla**

Productores	No		Si		No sabe / no responde	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
No involucrados	15	30	9	17	1	2
Involucrados	2	4	24	47	0	0
<b>Total</b>	17	34	33	64	1	2

**4.3.13. Efectividad del PLAMA Virilla en la parte alta de la cuenca del Río Virilla**

EL cuadro 17 indica la impresión de los productores frente a las actividades del PLAMA, el 50% del total considera efectiva dichas actividades, el 32% dice que no observa alguna mejoría por lo que lo consideran que no notan la efectividad de dichas actividades, y el 15% no respondió a la pregunta, algunos señalaron que no podían dar una calificación al proyecto por sentirse comprometidos o porque los resultados se observan a largo plazo. Se puede observar que de los no involucrados el 16% considera efectivas las actividades del PLAMA y un 34% de los involucrados también lo consideran efectivo; ni un productor considero no efectivo dicho proyecto, y un 16% de los no involucrados dicen no notar presencia del PLAMA y de igual forma un 16% de los involucrados señalan lo mismo; del total que no observa alguna mejoría puede que este reflejando que las actividades del departamento de recursos naturales de la CNFL no tenga un efecto multiplicativo dentro de la cuenca. Según la prueba de Chi cuadrado ( $\chi^2= 9,71$ ,  $p=0,007$ ), las respuestas si están en función de que los productores estén involucrados en las actividades de la CNFL.

**Cuadro 17. Impresión con respecto a las actividades del Plama Virilla.**

Productores	Efectivo		Poco efectivo		No nota		No sabe / no responde	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
<b>No involucrados</b>	<b>8</b>	16	0	0	8	16	0	0
<b>Involucrados</b>	<b>17</b>	34	0	0	8	16	7	15
<b>Total</b>	<b>25</b>	50	0	0	16	32	7	15

**4.3.14. Asistencia técnica en las fincas de la parte alta de la cuenca del Río Virilla**

Ante la pregunta si nota mejoría la asistencia técnica brindada por diversas instituciones como el MAG, C.A.C., CNFL y otras, un 40% de los entrevistados notaron una mejoría mientras que el 42% señalan que no notaron mejoría en la asistencia técnica en las fincas, y un 6% no sabe no responde (Cuadro 18), esto corrobora lo dicho por Ramos 1996, que señala que la asistencia técnica es bajo en esta zona o por lo menos los productores no perciben ayuda técnica por parte de algunas instituciones, pero los valores son casi equilibrados lo cual da a entender que también han tenido impacto positivo. Según la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2=6,65$ ;  $p= 0,03$ ), el que los productores estén o no involucrados influye en el tipo de respuesta brindado, así se puede observar que del total de productores el 30% pertenecen al grupo no involucrados y que no nota mejoría en la asistencia técnica, mientras que un 39% pertenecen al grupo de los involucrados y tampoco nota mejoría en la asistencia técnica; y un 14% pertenece al grupo de los no involucrados y si nota mejoría mientras que un 26% esta involucrado y si observa mejorías en la asistencia técnica especialmente por FUNDECOR y el MAG.

**Cuadro 18. Mejoría en la asistencia técnica de algunas instituciones**

<b>Productores</b>	<b>No</b>		<b>Si</b>		<b>No sabe/No responde</b>	
	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>No involucrados</b>	15	30	7	14	3	6
<b>Involucrados</b>	6	12	13	26	6	12
<b>Total</b>	21	42	20	40	9	18

## V. CONCLUSIONES

- Los indicadores recomendados en 1996 para un monitoreo de las actividades del manejo ambiental de la cuenca del Río Virilla no fueron totalmente monitoreados por la CNFL, ellos evalúan sus actividades mediante el logro de avance de las metas según objetivos específicos, lo cual es aceptable, puesto que cada año tienen diferentes objetivos y cambian muchos factores según los tiempos y esto les sirve para retroalimentarse.
- Entre los indicadores biofísicos más importantes para monitorear la contaminación ambiental de la cuenca se encuentra la calidad del agua en varios puntos de la misma, según los índices de ICAFNS. En el año 2003 se dejaron de monitorear varios puntos de la cuenca; en general la calificación de la calidad de agua es de buena, es decir no presenta amenaza para la vida humana. Esta categoría es un impacto positivo ya que por la ubicación de la cuenca y los problemas ambientales podría encontrarse en una categoría inferior de calificación.
- El Programa de educación ambiental de la CNFL ha ido fortaleciéndose a lo largo del tiempo, experimentado cambios, formando el programa de Clubes Ecológicos en los centros educativos, destacando que su ámbito de acción no solo se limita a la cuenca del Río Virilla sino a otras provincias de Costa Rica.
- Al igual que dicho por Herrera (1998) el departamento de promoción ambiental es una fortaleza, esto se observa en las 34 escuelas que hoy intervienen mediante clubes ecológicos, y que no solo se limita a la cuenca del Río Virilla sino ha repercutido a otras cuencas del país, así como las constantes capacitaciones a los docentes de los centros educativos.
- Aunque se trabaja en coordinación con algunas instituciones, actualmente no existe un convenio que respalde y reconozca las actividades del proyecto, tal es el caso de la municipalidad de Coronado ya que esto limita los compromisos a largo plazo.

- El 71% de los dueños de las fincas no viven en la finca lo cual trae como consecuencia la poca participación en el manejo de la misma y en las actividades que realiza la CNFL, y la poca asistencia a talleres o reuniones sobre la problemática ambiental, siendo esto un problema social. Observándose una disminución en la integración de los productores hacia alguna asociación, puesto que sólo el 48% manifiesta pertenecer a alguna asociación.
- Un 68% de los entrevistados manifiestan no observar problemas de erosión en sus finca, un 84% no observa contaminación en los ríos y un 80% no observa contaminación en la cuenca, según ésta percepción los problemas ambientales no son tan notorios por lo que al parecer ésta parte de la cuenca está respondiendo positivamente a las acciones de la CNFL
- La repercusión de las actividades de la CNFL en cuanto efecto multiplicativo es una debilidad, 56% de los no involucrados manifiestan no tener conocimiento sobre las labores realizadas para el mejor manejo sostenible de la zona.
- La implementación de técnicas y prácticas de conservación de recursos naturales es un aspecto positivo en la zona, puesto que ayuda a mantener las parcelas de reforestación y conservación y a su vez garantizar la calidad y cantidad del recurso hídrico de la cuenca, lo cual es importante por ser una zona de recarga acuífera. El 72% de los entrevistados manifiestan estar bajo esta modalidad por motivos ambientales más que económicos 12%, esto es un impacto positivo, ya que parte de la política de la CNFL es el de implementar valores sociales y naturales dentro de un desarrollo sostenible. De los productores que manifestaron que la implementación es por cuestiones ambientales un 42% del total están involucrados y pertenecen al programa del PSA de la CNFL.



## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar una estrategia de acercamiento de parte de la Compañía Nacional Fuerza y Luz con las instituciones y asociaciones involucradas mediante asambleas, reuniones, intercambio de experiencias, entre otras, dentro de la cuenca para fortalecer el trabajo que se viene realizando en la misma, ya que aún sigue siendo débil el involucramiento de las instituciones.
- Realizar actividades de divulgación para que los productores no involucrados conozcan sobre el trabajo de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, para poder generar efectos multiplicativos del manejo de recursos naturales de la zona lo cual puede ser gradual y sostenida por los productores en general que viven en la cuenca.
- Identificar temas o actividades que motiven en mayor grado la participación de los productores para despertar un mayor interés en la asistencia de talleres y capacitaciones sobre las actividades que realiza la CNFL en la parte alta de la cuenca del Río Virilla, esto puede ser por medio de un reconocimientos, premios o algún tipo de certificación para la finca.
- Realizar investigaciones sobre el índice utilizado para el monitoreo de la calidad de aguas (ICAFNS) con el objetivo de profundizar la aplicabilidad de los mismos para las condiciones de Costa Rica.
- Se debe generar datos más cuantitativos en el seguimiento de las actividades que realiza la CNFL en el departamento de recursos naturales, que respalde una evaluación precisa y detallada de los logros obtenidos anualmente.

## VI: LITERATURA CITADA

Alle, A. Cháves, V. Quesada, X. Retan, O. 1996. El Papel De La Educación Ambiental en la Estrategia para Reducir el Impacto de los Desechos del Beneficiado del Café en el Cantón de Palmares, Alajuela. Estudio de caso de la Quebrada El Calabazo y Propuesta Metodológica. Proyecto de graduación para optar el grado de Licenciatura en Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia. Costa Rica. 194 p.

Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) 1986. Formulación y evaluación de proyectos ambientalmente compatibles. Guatemala. Comisión Nacional de Medio Ambiente. Guatemala. 324 p.

Bie, S. W; Baldascini, A. y Tschirley J.B. 2001.El contexto de los indicadores en la FAO. Indicadores de Calidad de la Tierra y su Usos para la Agricultura Sostenible y el Desarrollo Rural. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO, Roma, Italia. Disponible en [http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/004/W4745S/w4745s00.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/004/W4745S/w4745s00.htm)

Castro, J. 1999. Diagnóstico de la comunidad de San Isidro de Coronado. Universidad Nacional de Heredia. San José. Costa Rica. 54p.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) 1994. Políticas públicas para el desarrollo sustentable: La Gestión Integrada de Cuencas. 72p

Compañía Nacional de Fuerza y Luz 2003. Departamento de Recursos Naturales. Informes Anual de labores 2003. San José. Costa Rica. 32 p.

Compañía Nacional de Fuerza y Luz 2003. Departamento de Promoción Ambiental. Informes Anual de Labores 2003. San José. Costa Rica. 51 p.

- Coto, J. Salgado, V. 2002. Calidad de aguas de los principales cauces de las microcuencas I,II,III,IV de la cuenca alta del río Virilla. Informe Final. Heredia. Costa Rica. 82p.
- Cruz, M. 1998. El Pago por Servicios Ambientales. Rescatemos el Virilla. Revista semestral de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz, S. A. Año 3. San José. Costa Rica. 48 p.
- Díaz, J. 2000. Monitoreo del Avance del Modelo de la Ventana de Sostenibilidad en el Cantón de Puriscal, A través de Indicadores. Proyecto de Graduación Escuela de Economía Agrícola, Universidad de Costa Rica. Heredia. Costa Rica. 275 p.
- Fajardo, E. 2002. Indicadores para el manejo de bosques en Honduras con énfasis en cuencas hidrográficas. Tesis Mag. Scientiae. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 89 p.
- Faustino, J; García S. 2001. Enfoques y Criterios Prácticos para Aplicar el Manejo de Cuencas. Conceptos, procesos de gestión, implementación y monitoreo. San Salvador. 52 p
- García, L. 2003. Indicadores técnicos y evaluación de la influencia del uso de la tierra en la calidad de agua, Subcuenca del Río Tascalpa Yoro Honduras. Tesis Mag. Sc, Turrialba, Costa Rica. CATIE. 144 pp.
- González, L. 1998. Diagnóstico de la comunidad de Concepción de San Isidro de Heredia. Universidad Nacional de Heredia. Costa Rica. 76 p.
- Herrera, A. 1998. Evaluación del Plan de Mejoramiento Ambiental de la parte Alta de la Cuenca del Río Virilla, Microcuencas I y II. Tesis Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 161 p.

Herrera, A. 2001. Plan de Mejoramiento Ambiental de la parte Alta de la Cuenca del Río Virilla. Disponible en

<http://www.cnfl.go.cr/CLER/conferencias/conferencias/AnaHerrera.htm>

Holdridge, L. 2000. Ecología basada en zonas de vida. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 216 p.

Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola, Guatemala/ Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza Guatemala. 1991 Análisis de Impacto ambiental: proyecto de riego y drenaje Ticanlu. Guatemala. IICA/MAGA. 186 p.

Imbach, A. 2000. Buscando El Rumbo. Guía práctica para organizar y ejecutar procesos de autoevaluación de proyectos centrados en la sostenibilidad. Ilustrada con ejemplos reales de América Latina. Centro Internacional de Agricultura tropical (CIAT), Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). Disponible en <http://www.uicn.org>

INGEOSA 1988. Diagnóstico del estado actual de manejo y conservación de la cuenca alta del Río Virilla; cuenca prioritaria piloto. San José, Costa Rica. CATIE RENARM. 140 p.

Jiménez, F; Campos, J; Alpízar, F; Navarro, G. (2003). Experiencias de pago por servicios ambientales en cuencas en Costa Rica. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/jimenez.pdf>

López, F. 1998. Restauración hidrológico forestal de cuencas y control de erosión. Ediciones Mundi Prensa. Madrid. España. 945 p.

Martínez, R.1999. Pedagogía de la educación ambiental. Rescatemos del Virilla. Revista semestral de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S. A. Año 3. N° 10. San José. Costa Rica. 40 p.

- Masera, A.; Astier, M; López-Ridaura, S.1999. Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El marco de evaluación mesmis. GIRA A.C. Michoacán. México. 110 p.
- Meneses, J. 2003. Calidad del agua en la microcuenca Los Hules-Tinajones, cuenca del Canal de Panamá. Tesis Mag. Sc, Turrialba, Costa Rica. CATIE. 84 p.
- Michaelsen, T. 2003. Manejo de Cuencas, Hoy y Mañana. Conferencia Magistral. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Arequipa Perú. Disponible en <http://www.congresocuencas.org.pe/>
- Miranda, M; Porras, I; Moreno M. (2003). El Impacto Social del Esquema de Pago de Servicios Ambientales En Costa Rica. Estudio de campo cuantitativo y análisis de la cuenca del Río Virilla. Disponible en <http://www.iied.org/eep/pubs/documents/MES1Espanol.pdf>
- Mitchell, M; Stapp, W; Bixby, K. 1991. Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. 2 ed. Proyecto del Río. NET México, USA. 200 p.
- Muñoz, S. 1998. Diagnóstico situacional de la comunidad y escuelas en Santo Tomás de Santo Domingo. Heredia. Costa Rica. 72 p.
- Mora, E.2003. Diagnóstico de Coronado. Disponible en <http://www.micoronado.com/descargas/miCoronado.pdf>
- Muller, S. 1996. ¿Cómo medir la Sostenibilidad? Una Propuesta para el Área de la Agricultura y de los Recursos Naturales. Serie de documentos de discusiones sobre la Agricultura Sostenible y Recursos Naturales No 1. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 55 p.

- Muller, S; Núñez, J; Ramírez Laura. 1998. Indicadores para el Usos de la Tierra: el caso de la Cuenca del Reventado. Serie de documentos de discusiones sobre la Agricultura Sostenible y Recursos Naturales No 5. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica Costa Rica. 58 p.
- Pedroni, L; Camino R. de. 2001. Un marco lógico para la formulación de estándares de manejo forestal sostenible. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 37 p.
- Quirós, M. 2004. La educación ambiental comunitaria y el manejo adecuado de los desechos sólidos domiciliarios en el distrito central de San Rafael de Heredia. Rescatemos del Virilla. Revista semestral de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz S. A. Año 10. N° 25. San José. Costa Rica. 50 p.
- Ramakrishna, B.1997. Estrategia de extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas: Conceptos y experiencias. Proyecto IICA/GTZ sobre agricultura, recursos naturales y desarrollo sostenible. San José, Costa Rica. 319 p.
- Ramos, Jorge. Indicadores de Impacto ambiental: Plan de Mejoramiento Ambiental de la cuenca del Río Virilla. Tesis Magíster Scientiae. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 174 p.
- Reiche, C; Jurgens C. 1996. Modelos para el desarrollo de Sostenible: Las Ventanas de Sostenibilidad como Alternativa. IICA. Serie de documentos de discusiones sobre la Agricultura Sostenible y Recursos Naturales No 2. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 34 p.
- Schulz, C; Okum, D. 1990. Tratamiento de aguas superficiales para países en desarrollo. 1 ed. México DF, Limusa. 391 p.

- Sepúlveda, S. 2002. Desarrollo Sostenible Microregional, métodos para planificación local. IICA. San José. Costa Rica. 313 p.
- Sosa, P. 2003. Lecciones aprendidas en Manejo de Cuencas en América Latina. Conferencia Magistral. Tercer Congreso Latinoamericano de Manejo de Cuencas Hidrográficas. Arequipa Perú. Disponible en <http://www.congresocuencas.org.pe/>
- Tschirley, J. 2001. Consideraciones y limitaciones para el Uso de Indicadores en la Agricultura Sostenible y el Desarrollo Rural. Indicadores de calidad de la Tierra y su Usos para la Agricultura Sostenible y el Desarrollo Rural. Boletín de Tierras y Aguas de la FAO, Roma, Italia
- Urbina, L, 2003. Sistematización de las metodologías utilizadas en los pequeños proyectos locales de desarrollo de las instituciones, organizaciones y proyectos en la subcuenca de Río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Tesis M.Sc., CR. CATIE. 195 p.
- Velásquez, J. 2003. Evaluación hidrológica de cuencas urbanas. Caso de la cuenca del Río Virilla. Costa Rica. Disponible en <http://cariari.ucr.ac.cr/ciedes/Proyectos/Virilla/main>.
- Villanueva, C. 2001. Ganadería y Beneficios de los Sistemas Silvopastoriles en la cuenca alta del Río Virilla, San José, Costa Rica. Tesis Mag. .Sc. Turrialba. CATIE. 107 p.
- Winograd, M.1995. Indicadores ambientales para Latinoamérica y el caribe: Hacia la Sustentabilidad en el Uso de Tierras. IICA/GTZ, San José, Costa Rica. 85 p.
- World Bank, 1993. Water Resources Management. World Bank Policy Paper (IBRD). World Bank, Washington, D.C. 96 p.

## VII. ANEXO



Anexo3 : Valores de parámetros e índice de calidad de agua según ICAFNS en cada punto durante los días 13, 20 , 27 noviembre y 04 de diciembre 2003  
Cuenca del Río Virilla, Costa Rica

Punto de muestreo	Oxígeno mg/l	Coliformes fecales UFC/100ml	pH	DBO5 mg/l	Temperatura C	Fosfato Total mg/l	Nitratos mg/l	Turbidez UNT	Solidos totales mg/l	Calidad de agua
1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
6	8.13	90	7.42	1.67	15.9	0.062	2.34	1.13	101	80 buena
7	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
8 <sup>a</sup>	7.73	9300	7.27	7.73	15.0	0.350	2.09	8.41	166	66 regular
9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
9 <sup>a</sup>	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
11	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
12	8.03	4300	7.05	3.48	18.1	0.035	0.66	5.24	55	77 buena
13	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
14	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
15	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
16	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
17	4.75	930	6.69	2.52	20.1	0.129	1.36	1.56	379	67 regular
18	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
19	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
20	8.28	930	7.32	0.99	15.4	BDL	0.43	0.20	50	81 buena
21	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
22	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
23	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
24	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
25	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

Anexo 2 : Valores de parámetros e índice de calidad de agua según ICAFNS en cada punto durante los días 4 y 18 de julio y 1 y 8 agosto 2003  
Cuenca del Río Virilla, Costa Rica

Punto de muestreo	Oxigeno mg/l	Coliformes fecales UFC/100ml	pH	DBO5 mg/l	Temperatura C	Fosfato Total mg/l	Nitratos mg/l	Turbidez UNT	Solidos totales mg/l	Calidad de agua
1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
6	8.64	430	7.46	2.65	14.9	0.018	0.74	2.48	95	81 buena
7	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
8 <sup>a</sup>	8.34	21000	7.45	4.31	14.5	0.175	2.14	3.75	171	71 buena
9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
9 <sup>a</sup>	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
11	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
12	7.45	230	7.15	0.97	20.5	0.003	0.76	1.10	44	82 buena
13	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
14	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
15	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
16	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
17	4.96	4300	6.80	4.18	20.2	0.085	72.5	1.09	385	57 regular
18	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
19	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
20	8.20	930	7.58	2.76	17.9	0.010	0.38	0.43	40	80 buena
21	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
22	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
23	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
24	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
25	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D

Anexo3 : Valores de parámetros e índice de calidad de agua según ICAFNS en cada punto durante los días 13, 20 , 27 noviembre y 04 de diciembre 2003  
Cuenca del Río Virilla, Costa Rica

Punto de muestreo	Oxígeno mg/l	Coliformes fecales UFC/100ml	pH	DBO5 mg/l	Temperatura C	Fosfato Total mg/l	Nitratos mg/l	Turbidez UNT	Solidos totales mg/l	Calidad de agua
1	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
2	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
3	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
4	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
5	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
6	8.13	90	7.42	1.67	15.9	0.062	2.34	1.13	101	80 buena
7	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
8 <sup>a</sup>	7.73	9300	7.27	7.73	15.0	0.350	2.09	8.41	166	66 regular
9	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
9 <sup>a</sup>	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
11	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
12	8.03	4300	7.05	3.48	18.1	0.035	0.66	5.24	55	77 buena
13	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
14	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
15	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
16	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
17	4.75	930	6.69	2.52	20.1	0.129	1.36	1.56	379	67 regular
18	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
19	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
20	8.28	930	7.32	0.99	15.4	BDL	0.43	0.20	50	81 buena
21	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
22	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
23	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
24	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
25	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D



## ENTREVISTA A LA MUNICIPALIDAD

Nombre : \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa : \_\_\_\_\_

Antigüedad : \_\_\_\_\_

Fecha : \_\_\_\_\_

1. Posee la municipalidad algún tipo de convenio con el Plan de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta del Río Virilla, de la CNFL: Si  NO

2. Que contempla dicho convenio:

Trabajos con la comunidad.

Capacitación a funcionarios municipales.

Asesoramiento legal en formulación de normas ambientales.

Formulación de proyectos o programas ambientales.

Si desea mencionar algo en especial. \_\_\_\_\_

3. La municipalidad posee algún departamento o unidad técnica encargada específicamente de los trabajos anteriormente citados: Si  No

En caso afirmativo méncionelo \_\_\_\_\_

Actividades que realiza :

Análisis de problemas ambientales.

Soluciones a problemas ambientales.

Elaboración de normas ambientales.

Recolección de basuras.

Educación ambiental.

Fiscalización de cumplimientos de normas ambientales.

4. Logros en la labor municipal por gestión del PLAMA Virilla.

Normas ambientales redactadas. \_\_\_\_\_

Programa de desechos ambientales redactados. \_\_\_\_\_

Funcionarios municipales capacitados. \_\_\_\_\_  
Reducción de gastos por transporte de desechos. \_\_\_\_\_  
Reducción de costos de descontaminación de áreas críticas. \_\_\_\_\_  
Comunidad concientizada sobre los problemas ambientales. \_\_\_\_\_  
Problemas ambientales de la comunidad reducida. \_\_\_\_\_  
Recepción por el pago de impuestos municipales aumentados. \_\_\_\_\_

5. La labor del PLAMA Virilla, en su apoyo a la municipalidad de Coronado la siente:

Efectiva.  Poco Efectiva.  Por que?: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Que podría sugerir para una acción mas efectiva: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

6. Que perspectiva existe sobre la sostenibilidad del PLAMA Virilla a nivel municipal, es decir, el PLAMA se puede convertir en una acción sostenible, social, económica, política y ambientalmente encarada por la municipalidad.

En el corto plazo. \_\_\_\_\_

Mediano plazo. \_\_\_\_\_

Largo plazo. \_\_\_\_\_

## ENCUESTAS PARA PRODUCTORES

La presente encuesta constituye parte del trabajo de tesis de la Srta. Nelly Luque, estudiante del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. La misma tiene el propósito de evaluar el impacto ambiental del PLAMA Virilla (Plan de manejo ambiental de la parte alta de la cuenca del Río Virilla), de la C.N.F.L, como resultados de sus actividades:

MUCHAS GRACIAS!

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre del productor \_\_\_\_\_ Edad \_\_\_\_\_

Ubicación de la Finca: Distrito \_\_\_\_\_ Cantón \_\_\_\_\_

Tenencia de tierra: Vive en la finca: Si  No

Ocupante  Arrendatario  Propietario  Encargado

2. Años de ocupación \_\_\_\_\_ superficie \_\_\_\_\_ has.

Integra alguna asociación de productores: Si \_\_\_\_ No \_\_\_\_;Cuál? \_\_\_\_\_

3. Actividades principales de la finca

lechería \_\_\_\_\_, reforestación \_\_\_\_\_, ganado engorde \_\_\_\_\_, agricultura \_\_\_\_\_  
frutales \_\_\_\_\_, otros.

3.1. La explotación de la finca es su principal fuente de ingresos económicos: Si \_\_\_\_\_,  
No \_\_\_\_\_

4. Según el uso de la tierra como describir la evolución de las siguientes actividades

Uso de la tierra actual                      Empeoró                      Mejoró

Reforestación                      \_\_\_\_\_                      \_\_\_\_\_

Bosque nativo                      \_\_\_\_\_                      \_\_\_\_\_

Ganadería \_\_\_\_\_  
Agricultura \_\_\_\_\_

5. Si anteriormente la propiedad poseía una o mas nacientes de agua, pero ahora no, porque desaparecieron: deforestación\_\_\_\_ precipitación disminuida\_\_\_\_; drenajes construidos\_\_\_\_ otros factores.

6. Según su criterio, observa problemas de erosión en su finca: Si\_\_\_\_ No\_\_\_\_; como describiría la situación:  
mala\_\_\_\_; regular\_\_\_\_; buena\_\_\_\_; comente brevemente.

---

---

---

7. Observa problemas de contaminación de las nacientes y cursos de agua: si\_\_\_\_; no\_\_\_\_;

7.1. Observa algún otro tipo de contaminación en la microcuenca: no\_\_\_\_; si\_\_\_\_  
Cuales: boñiga\_\_\_\_; basureros clandestinos\_\_\_\_; basuras en las calles\_\_\_\_  
quemadas\_\_\_\_; otros

8. Existe algún tipo de desecho que se produce en su finca: no\_\_\_\_, si\_\_\_\_

*Indique*

Boñiga

Lavado de lechería

Residuo de café

Residuo de casa

Pesticidas

Industrial

Tajos

Otros.

8.1. Destino que le da a dichos desechos:

Lo tira en el río\_\_\_\_; fertilizar la pastura\_\_\_\_; fertilizar los cultivos \_\_\_\_; lo entierra

\_\_\_\_\_

Lo retira el recolector Municipal\_\_\_\_; lombricultura\_\_\_\_; compost orgánico\_\_\_\_;



otro \_\_\_\_\_

9. Ha visto cambios en la cantidad de agua escurridos por los ríos: si \_\_\_\_\_ no \_\_\_\_\_  
aumenta \_\_\_\_\_; disminuye \_\_\_\_\_; inalterable \_\_\_\_\_; época: invierno \_\_\_\_\_, verano \_\_\_\_\_

10. Tiene conocimiento de actividades del Plama-Virilla: Si \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_  
Recibe asistencia técnica en forma directa del Plama: Si \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_.

11. Implementa algunas actividades de conservación y/o manejo de los recursos naturales  
en su finca:  
Si \_\_\_\_\_; No \_\_\_\_\_

12. Le gustaría implementar actividades del PLAMA  
Sí \_\_\_\_\_, cuáles? \_\_\_\_\_  
No \_\_\_\_\_, por qué? \_\_\_\_\_

12.1. Aquellas técnicas y/o prácticas que UD. Implementa, lo hace por cuestiones:  
ambientales \_\_\_\_\_, económicas \_\_\_\_\_; ambas \_\_\_\_\_; otras \_\_\_\_\_.

13. Que impresión personal tiene referente a la efectividad de las actividades del PLAMA:  
Efectivo \_\_\_\_\_, Poco efectivo \_\_\_\_\_, no nota \_\_\_\_\_

14 Instituciones que brinda servicios a su comunidad.

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

14.1. Nota alguna mejoría en la calidad de los servicios brindados por las instituciones  
citadas después del inicio del PLAMA: si \_\_\_\_\_, no \_\_\_\_\_, En caso afirmativo, cite dichas  
instituciones:

\_\_\_\_\_

15. Ha notado cambio económico y/o ambiental como resultado de la implementación de alguna técnica y/o practica de conservación y/o manejo de los recursos naturales en su finca:

no\_\_\_, si\_\_\_, descríballo: \_\_\_\_\_

Actividad Económica Ambiental

_____	pierde	gana	empata	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

16. Que hace con los envases vacíos de agro tóxicos

- Los quema \_\_\_\_\_
- Los entierra en cualquier lugar \_\_\_\_\_
- Los entierra en un lugar seguro \_\_\_\_\_
- Los tira en el río. \_\_\_\_\_
- Los tira en cualquier lugar de la finca \_\_\_\_\_
- Otro uso. \_\_\_\_\_
- Los deja con la basura de la casa. \_\_\_\_\_