

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

PROGRAMA DE ENSEÑANZA

ÁREA DE POSGRADO

ANÁLISIS DE ECOEFICIENCIA DE FINCAS PRODUCTORAS DE ARROZ (*Oryza sativa*)  
EN EL DISTRITO DE RIEGO ARENAL-TEMPISQUE, GUANACASTE, COSTA RICA.

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por la Escuela de posgraduados, el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

Magister Scientiae

Por

Cecilia Felicia Granados Cordero

CATIE

Turrialba, Costa Rica

2002

Esta tesis fue aceptada en su presente forma por la Escuela de posgraduados, el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

*MAGISTER SCIENTIAE*

FIRMANTES:

---

Mario Piedra M, Ph. D.  
Consejero principal

---

Eliécer Vargas, Ph. D.  
Miembro Comité Consejero

---

Manuel Gómez MS c  
Miembro Comité Consejero

---

Ali Moslemi, Ph. D.  
Director Escuela de Posgrado

---

Cecilia Felicia Granados Cordero  
Candidata

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a los productores pequeños de arroz, quienes me enseñaron a nunca perder la esperanza. A pesar de todas las dificultades no se dan por vencidos y se mantienen haciendo lo que más les gusta con alegría y fe.

**Francisco Antonio**, mi primogénito, te dedico con todo mi corazón este trabajo. Durante estos dos años fuiste mi mejor compañero, siempre valiente y ayudándome en todo. GRACIAS, MI AMOR, por que no te importó lo largo de los viajes, las malas noches o las carreras de tu mamá, siempre tuviste un beso, un abrazo y una palabra de aliento para mí.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fuerza y valentía para asumir este reto y terminarlo de la mejor manera.

Don Víctor Quiroga, gracias por motivarme para aplicar a la maestría del Catie y siempre creer en mí.

Don Emilio Mora, muchas gracias por otorgarme la beca de mis estudios en Catie.

Al Dr. Mario Piedra por brindarme la mano cuando necesité su apoyo y permitirme realizar mi tesis en el Proyecto CERBASTÁN, además de su valiosa guía y amistad.

A todos los integrantes del Proyecto CERBASTÁN, muchas gracias por su ayuda. A la Fundación AVINA por financiar el proyecto.

A todo el personal de la Hacienda La Pacífica, porque en ellos encontré verdadero apoyo y amistad, muchas gracias. A Don Fernando Estrada por toda su colaboración.

A SENARA, en el Distrito de Riego Arenal Tempisque, a todos los que me brindaron una mano, se los agradezco mucho, ustedes hicieron posible este trabajo. A Don Nelson Brizuela por su apoyo, gracias.

A todos los productores que colaboraron en este estudio, muchas gracias por su tiempo y amistad.

A mi hermana Marina, gracias por cuidar de mi hijo de la manera más especial y brindarnos su apoyo y alegría siempre. A Angelita, muchas gracias por cuidar a mi hijo durante los siete meses que vivimos en Cañas y que nuestra amistad dure para siempre.

La bendición más grande que recibí en Catie fueron mis amigos, ellos hicieron una diferencia muy grande en mi vida. A mis compañeras inseparables Damaris, Jeannette, Verónica y Orfa, gracias por no dejarme caer. Francisco Soto, gracias por tu amistad y apoyo. Marcela Durán, gracias por ser un ángel.

Uno de los regalos más grande que recibí en Guanacaste, mis amigos Ismael, José Armando y su familia (que ahora son mi familia también) y a Don Amado, gracias por todo.

A mi familia, especialmente a mi madre, por que sé que aunque me encuentre lejos sus oraciones están conmigo y me llenan de bendiciones.

Finalmente, quiero agradecer a mi esposo, Francisco Javier, a quien conocí durante la realización de este estudio y es la bendición mayor que tengo, gracias por apoyarme a finalizar este proceso y, por supuesto a mis hijos Francisco Antonio y Pilar Alejandra, GRACIAS!!.

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	v
RESUMEN	viii
ABSTRACT	x
LISTA DE CUADROS	xi
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE ANEXOS	xiii
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Definición del problema.....	1
1.2 Justificación de la investigación.....	2
1.3 Objetivo general.....	3
1.4 Objetivos específicos.....	3
1.5 Hipótesis.....	3
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1 El cultivo del arroz.....	4
2.1.1 Antecedentes y proyecciones.....	4
2.1.2 Importancia de la Región Chorotega.....	6
2.2 Ecoeficiencia.....	7
2.2.1 Antecedentes.....	7
2.2.2 Definición y enfoque.....	8
2.2.3 Objetivos de la ecoeficiencia.....	9
2.2.4 Elementos para mejorar la ecoeficiencia.....	10
2.2.5 Implementación de la ecoeficiencia.....	9
2.2.6 Canales de la ecoeficiencia.....	12
2.2.7 Conceptos relacionados con la ecoeficiencia.....	13
2.2.7.1 Producción limpia.....	14
2.2.7.2 Prevención de la contaminación.....	15
2.2.7.3 Minimización de desechos.....	15
2.2.7.4 Ecología industrial.....	16
2.2.8 Casos de aplicación de la ecoeficiencia.....	17

2.2.8.1 Lura, Croacia: subproductos añaden valor a la empresa....	17
2.2.8.2 Parmalat, Portugal: la ecoeficiencia se mide en grandes ahorros.....	18
2.2.8.3 Carvajal, Colombia: reducción de impacto con beneficios notables.....	18
<b>3. METODOLOGÍA.....</b>	<b>20</b>
3.1 Descripción del área de estudio.....	20
3.1.1 Provincia de Guanacaste.....	20
3.1.2 La cuenca del río Tempisque.....	20
3.1.3 Proyecto de Riego Arenal-Tempisque.....	23
3.1.4 Hacienda La Pacífica.....	24
3.2 Definición de la población y la muestra.....	25
3.2.1 Muestreo aleatorio estratificado.....	25
3.2.2 Muestreo dirigido.....	26
3.3 Recolección de datos.....	27
3.3.1 Definición de los índices de ecoeficiencia.....	27
3.3.2 Visitas a las fincas.....	28
3.3.3 Verificación de la información.....	29
3.3.4 Estandarización de la información.....	29
3.4 Análisis de la información.....	29
3.4.1 Elaboración de la estructura de costos.....	30
3.4.2 Caracterización de paquetes tecnológicos.....	30
3.4.3 Cálculo de índices de ecoeficiencia.....	30
3.5 Caracterización de productores en general.....	31
<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
4.1 Caracterización de los productores.....	33
4.1.1 Productores pequeños.....	33
4.1.2 Productores medianos.....	35
4.1.3 Productores grandes.....	36
4.2 Cálculo de índices de ecoeficiencia.....	36
4.2.1 Índices de uso y toxicidad de agroquímicos.....	36
4.2.2 Índice de consumo de Nitrógeno.....	41
4.2.3 Índice de rendimiento y costos por hectárea.....	42
4.3 Estructura de costos.....	43

4.4 Paquetes tecnológicos.....	46
4.4.1 Manejo del agua en fincas y el Distrito de Riego.....	47
4.4.2 Semilla.....	49
4.4.3 Uso del suelo.....	50
4.4.4 Fertilizaciones.....	50
4.4.5 Uso de plaguicidas.....	51
4.4.6 Manejo de plagas.....	51
4.4.7 Manejo de malezas.....	53
4.4.8 Manejo de desechos.....	54
4.4.9 Comercialización.....	54
4.4.10 Uso de maquinaria.....	55
4.4.11 Cosecha.....	56
4.4.12 Uso de tecnología.....	56
4.4.13 Innovación.....	57
4.4.14 Uso de mano de obra.....	57
4.4.15 Capacitación.....	58
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
5.1 Conclusiones.....	59
5.2 Recomendaciones.....	60
5.2.1 Ampliación de metodología.....	60
5.2.2 Otras recomendaciones.....	61
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>62</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>63</b>

**GRANADOS CORDERO**, C.F. 2002. Análisis de ecoeficiencia de fincas productoras de arroz (*Oryza sativa*) en el Distrito de Riego Arenal-Tempisque, Guanacaste, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, CR. 69p.

**Palabras clave:** arroz inundado, ecoeficiencia, producción limpia, riego, manejo de agroquímicos, caracterización de productores, estructura de costos, cuenca del Tempisque.

## RESUMEN

El arroz es uno de los principales productos en la dieta de los costarricenses, se produce en distintas regiones del país, una de ellas y la más importante es la región Chorotega, donde se ubica el principal proyecto de riego del país. El distrito de riego Arenal-Tempisque, abarcando principalmente los cantones de Cañas y Bagaces en la provincia de Guanacaste, donde se realizó el presente estudio. El objetivo principal fue analizar el desempeño de la actividad arrocera, tanto en el ámbito ambiental como económico dentro de la cuenca del Río Tempisque, para lo que se utilizó la ecoeficiencia como base y tomando en cuenta la experiencia acumulada por la Hacienda La Pacífica, quienes por más de tres años han implementado esta estrategia empresarial.

Se analizaron cinco indicadores de ecoeficiencia para lo que se recolectaron datos de 22 fincas durante el ciclo productivo del verano del 2002. Los cinco índices definidos fueron: eficiencia de insumos (Kg de ingrediente activo/ha), toxicidad de insumos, consumo de agua para riego, rendimiento, consumo de nitrógeno y costos por hectárea. Las fincas fueron divididas en tres estratos de acuerdo al tamaño, para facilitar su comparación. Además se realizaron 60 encuestas con el fin de caracterizar a los productores de arroz del distrito de riego.

Para definir las fincas se hizo un muestreo dirigido con la colaboración de expertos y las fincas se visitaron periódicamente durante todo el ciclo productivo, la información fue recopilada de manera homogénea y los cálculos de los índices se realizaron individualmente, pero se presentan en promedios por estrato con su respectiva desviación estándar.

Además de calcular los índices de ecoeficiencia se pudieron caracterizar los paquetes tecnológicos utilizados en los tres estratos y definir la estructura de costos de cada uno de ellos.



De los tres estratos analizados, los productores pequeños (< 10 ha) son todos beneficiarios del IDA (Instituto de Desarrollo Agrario) y en su mayoría no viven en sus fincas y se dedican sólo a la actividad arrocera. Su consumo de agroquímicos resultó el más bajo, básicamente, debido a sus limitaciones financieras. Sus costos son los más elevados, provocados, principalmente por los precios altos a los que adquieren los agroquímicos y al alquiler de maquinaria. Sin embargo, su rendimiento resultó el mayor de los tres estratos.

Los productores medianos (10-50 ha) se dedican en un 76% a otras actividades, además del arroz. Esto les permite disponer de mejor financiamiento. Resultaron con el índice de consumo de Nitrógeno más elevado y los costos de producción ligeramente menores que los productores pequeños.

Mientras que los productores grandes (>50 ha) son Haciendas tradicionales que además tienen otras actividades productivas. Estas resultaron con el mayor índice de consumo de agroquímicos y el rendimiento más bajo, no obstante obtuvieron los costos de producción más bajos, lo que les garantiza un margen de utilidad mayor.

Dentro de la estructura de costos los rubros más importantes resultaron ser la fertilización y la cosecha y los costos totales por hectárea resultaron ser \$800, \$757 y \$584, para pequeños, medianos y grandes, respectivamente.

En cuanto a paquete tecnológico, resultó ser muy similar entre los tres estratos, principalmente, el manejo del agua y la innovación. Mientras que los productores pequeños muestran ventaja en el manejo de plagas, mano de obra y uso de plaguicidas.

Para poder comparar productores entre sí y conocer el impacto que genera la actividad en la región es necesario realizar este estudio por varios ciclos productivos que permitan conocer la tendencia, puesto que intervienen muchos factores. Por lo que no se puede definir si La Pacífica es más ecoeficiente que los demás. Por lo que se recomienda ampliar la metodología para poder ponderar cada índice y posicionar cada productor para poder realizar comparaciones.

La ecoeficiencia muestra en este estudio su amplio uso, ya sea para conocer el desempeño individual, realizar comparaciones y conocer el desempeño de todo un sector productivo dentro de una región específica.

GRANADOS CORDERO, C.F. 2002. Eco-efficiency analysis of rice (*Oryza sativa*) farms in the Arenal-Tempisque Irrigation District, Guanacaste, Costa Rica. Thesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 69 p.

**Key words:** flooded rice, eco-efficiency, cleaner production, irrigation, pesticides management, farmers characterization, costs structure, Tempisque basin,

#### ABSTRACT

The rice is one of the main products in the costarican diet, it is grown in different regions, one of them and the most important is the Chorotega region, where the main irrigation district of the country is located. The Arenal-Tempisque irrigation district covers the Bagaces and Cañas counties and is where the present study was conducted. The main objective was to analyze the performance of the rice activity at the environmental and economic level, using the eco-efficiency as the base and taking into consideration the experience of the Hacienda La Pacífica, which has implemented this bussiness stragety for over three years.

Five eco-efficiency indicators were analized, for this data from 22 farms was collected corresponding to the productive cycle of the summer 2002. The five indicators selected are: input efficiency (kg of active ingredient per hectare), pesticides toxicity, water cosumption, Nitrogen use and total costs per hectare. The farms were divided into three estratum to facilitate its comparison. Also 60 surveys were applied to characterize the rice farmers in the irrigation district.

The farms were selected through a directed sampling with the colaboration of SENARA experts and visited periodically during the complete productive cycle. All the information was collected homogeneously and the calculations were done individually, but are presented as averages by estratum with its respective standar deviation.

Besides calculating the eco-efficiency ratios, the technological package used by the farmers was characterized and the costs structure calculated for each estratum.

.From the three stratum analyzed, the small farmers (<10 ha)are all beneficiaries of the IDA (Instituto de Desarrollo Agrario) and most of them live away from their farms and work only in the rice activities. Their consumption of pesticides resulted lower then the others, basically because of their financial limitations. Their total production costs were higher, due mainly to the high prices they buy the pesticides and the rent of the machinery. Even so, their yield was the higher of the three stratum.

The medium farmers (10-50 ha) a 76% are dedicated to other activities, besides the rice. This allows them to have better financing. They had the higher ratio of Nitrogen consumption and the production costs were lightly lower then the small farmers.

The big farmers (>50 ha) are tradicional Haciendas that have other productive activities, besides rice. They resulted with the higher ratio of pesticide consumption and the lower yield, even so they had the lower production costs, which gave them a greater utility margin.

Within the cost structure the most important items resulted to be the fertilization and harvest and the total costs per hectare were \$800, \$757 and \$584 for small, medium and big farmers respectively.

The technological package was very similar among the three stratum, mainly, the water management and the innovation. Meanwhile the small farmers showed advantage in pest management and use of labour and pesticides.

To compare farmers among them and know the impact the rice activity is generating in the region is necessary to do this same study several productive cycles, this that will permit to know the tendency, since there are many factors participating. Because of, is not posible to define if La Pacífica is more eco-efficient than the rest. Therefore is recommended to extend the methodology and weigh each ratio and give each farmer a position to, finally do the comparasion.

Eco-efficiency shows in this study to have a broad use, allows to know individual performance, make comparasions and know the performance of a hole productive sector within a specific region or activity.

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
Cuadro 1. Producción, área sembrada y rendimiento de arroz en Costa Rica de 1980 al 2000.....	5
Cuadro 2. Número de productores y área sembrada de arroz por zona para el periodo 1999/2000 en Costa Rica.....	7
Cuadro 3. Resultado de los índices de ecoeficiencia consumo y toxicidad de agroquímicos para los tres estratos, media y desviación estándar.....	37
Cuadro 4. Criterios para determinar el impacto ecológico provocado por los pesticidas.....	40
Cuadro 5. Resultados del índice de consumo de Nitrógeno / ha, media y desviación estándar por estrato.....	41
Cuadro 6. Resultados de los índices de rendimiento /ha y costos por unidad producida, media y desviación estándar por estrato.....	43
Cuadro 7. Resumen e la estructura de costos de cada estrato, en porcentaje por rubro con respecto al total de costos. ....	44

Cuadro 8. Resultados de la comparación del paquete tecnológico usado por cada estrato de

productores.....46

### LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Precios del arroz según mercado y periodo agrícola.....	6
Figura 2. Distintos niveles donde se puede implementar la ecoeficiencia en una empresa...11	
Figura 3. Canales por los cuales la ecoeficiencia puede significar un aporte al crecimiento económico y la conservación ambiental.....	12
Figura 4. Componentes de desarrollo sostenible e iniciativas relacionadas con ecoeficiencia.....	13
Figura 5. Ubicación de la cuenca del río Tempisque.....	22
Figura 6. Área total propuesta para cubrir con el Distrito de Riego Arenal-Tempisque dentro	

de la cuenca del río Tempisque.....24

## ANEXOS

Anexo 1. Producción mundial de arroz, principales productores.....64

Anexo 2. Proyección de importaciones de arroz para el periodo  
2002/2003.....65

Anexo 3. Producción de arroz por zonas (1992-  
1999).....67

Anexo 4. Formulario para recolección de datos, ejemplo de cálculos de costos, ingrediente  
activo, estructura de costos y  
rendimiento.....68

Anexo 5. Encuesta aplicada a los  
productores.....69



## **1.INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Definición del problema**

La cuenca del río Tempisque es uno de los paisajes más hermosos de Costa Rica. La diversidad de ambientes es impresionante, desde los bosques nubosos en las cumbres de los volcanes hasta los pantanos y manglares en las partes bajas de la cuenca. Esta región también posee una importancia especial por la relevancia de las actividades productivas que ahí se generan. El turismo, el cultivo de los peces y las plantaciones de caña y arroz brindan prosperidad y empleos a la región (OET, 2001).

Sin embargo, las aguas superficiales de los ríos y quebradas de la cuenca del río Tempisque son susceptibles a contaminación por sedimentos en suspensión, aguas residuales urbanas, agroquímicos, fertilizantes y aguas utilizadas en actividades industriales, mineras y domésticas (Bolaños et al, 1998; Calvo, 2000 citados por Mateo-Vega, 2001).

Con la creación del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (PRAT) se pretendía desarrollar la zona y aumentar la productividad de la tierra. Para el caso del arroz estos objetivos se han logrado, pero no se conoce el impacto ambiental que ocasiona esta actividad productiva a la cuenca. En general, los impactos ambientales del PRAT no han sido documentados, ni sistematizados (Mateo-Vega, 2001).

Es necesario, además de conocer sobre aspectos técnicos que ayuden a mejorar la actividad productiva, saber el impacto que se está generando. Sólo de esta manera se puede crear conciencia en la población, de modo que se motive a un cambio que disminuya el impacto y desarrolle nuevas maneras de llevar a cabo la producción de manera más eficiente.

Generalmente, la evaluación y monitoreo ambiental están bajo la responsabilidad de autoridades estatales, de distintas instituciones que se dividen las labores. Pero no es suficiente que la iniciativa provenga de una sola parte, lo ideal es involucrar al productor, de modo que sea él quien se convierta su sistema productivo en uno sostenible, que brinde beneficios al nivel de unidad productiva y de cuenca.



La Hacienda La Pacífica, ubicada dentro del cantón de Cañas y beneficiaria del Proyecto de Riego Arenal –Tempisque, ha aplicado la ecoeficiencia en la producción de arroz desde hace dos años. Sin embargo, no cuentan con información similar con la cual poder comparar su desempeño, por lo tanto surge la necesidad de analizar otras fincas productoras de arroz dentro de la zona.

Sólo recolectando información de manera consistente y periódica se puede conocer el verdadero desarrollo de una actividad productiva y su impacto, de tal modo que se puedan tomar las decisiones correctas y utilizar los recursos disponibles de la forma más eficiente.

## **1.2 Justificación de la investigación**

La producción agrícola en Costa Rica ha sostenido la mayor parte de la economía nacional históricamente. Dicha actividad no sólo provee ingresos, sino que además es el soporte de la seguridad alimentaria del país. Un producto de gran importancia en la dieta de los costarricenses es el arroz.

La producción de arroz a pasado de tener un rendimiento de 2.88 ton/ha en el periodo 80/81 a 4.18 ton/ha en el 99/00. Al exigirse mayores rendimientos por área y aumentar la demanda, surge la necesidad de recurrir a la utilización de gran cantidad de agroquímicos, maquinaria especializada, etc.

Dentro de la región Chorotega, con la creación del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque se expanden las posibilidades de producir arroz inundado. Esta nueva modalidad de producción trae además el problema del aumento en la contaminación de las aguas que fluyen a distintos ríos que conforman la cuenca del río Tempisque.

Es común encontrar reportes periódicos de producción, área sembrada, rendimientos, costos, etc., sin embargo, no se reporta el consumo de agroquímicos, desechos generados, áreas deforestadas y todas las actividades en perjuicio del ambiente que se llevaron a cabo para alcanzar la producción y rendimientos reportados.

Es necesario desarrollar sistemas de monitoreo que ayuden a conocer la situación actual y la tendencia de las actividades productivas. Además implementar sistemas productivos más eficientes, tanto desde el punto de vista económico como ambiental. De modo que el uso de los recursos sea de la manera más eficiente. En esta área, es de especial importancia, el uso eficiente del agua, debido a la escasez del recurso.

El análisis de ecoeficiencia de las fincas permitirá no sólo conocer el nivel de eficiencia económica y ecológica de las mismas y tener como comparar el desempeño de La Pacífica, sino obtener una idea general del impacto ambiental que podrían ocasionar a la cuenca del río Tempisque. De tal manera que se brinda la oportunidad de dar a conocer el enfoque de producción sostenible que puede convertirse en una herramienta del manejo empresarial de la actividad arrocera de la región.

### **1.3 Objetivo general**

Analizar la ecoeficiencia de fincas productoras de arroz en el Distrito de Riego Arenal-Tempisque

### **1.4 Objetivos específicos**

1. Caracterizar los paquetes tecnológicos utilizados en la producción de arroz en las fincas seleccionadas en la muestra
2. Definir la estructura de costos por hectárea de las actividades realizadas durante el ciclo de producción del arroz verano 2002
3. Definir y calcular índices de ecoeficiencia en la producción de arroz de las fincas seleccionadas
4. Analizar y comparar las diferencias en ecoeficiencia y paquetes tecnológicos utilizados por La Pacífica y las otras fincas analizadas
5. Caracterizar los productores de arroz dentro del Distrito de Riego Arenal-Tempisque

### **1.5 Hipótesis**

El sistema productivo implementado por las fincas analizadas es menos ecoeficiente que el desarrollado por La Pacífica

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 El cultivo del arroz**

#### **2.1.1 Antecedentes y proyecciones**

La agricultura y la industria del arroz en Costa Rica, constituye una actividad relevante y de gran trayectoria en el país. Su importancia radica en su proyección alimentaria, económica y social (Cordero, 1996). El cultivo del arroz evolucionó en forma técnica a partir del año 1949. Anteriormente era una explotación de tipo familiar, donde predominaba la pequeña parcela como unidad básica de explotación (Hernández Roura, 1973).

La producción nacional ha mostrado un aumento tanto en área sembrada, la producción y el rendimiento (ver Cuadro 1.). La estructura de productores muestra que el cultivo del arroz ha evolucionado a ser mayoritariamente un cultivo de mayor escala, para el periodo 91/92 el 57% de los productores tuvieron el 8% del área sembrada, mientras que el 9% de los productores significaron el 62% del área total (Cordero, 1996). Durante el periodo 99/00, en la primera siembra, el 82% de los productores (1 293 productores) con menos de 50 ha tenían el 28% del área cultivada (19 198 ha), en contraste con el 3,5% (55 productores) que cultivaron el 38% del área (25 156 ha).

Los costos de producción también muestran los cambios que sufre constantemente la actividad arrocera. Para julio de 1991 los costos de producción por hectárea establecidos por el MEIC (Ministerio de Economía Industria y Comercio) fueron de 82 280 colones y para enero del 2000 fueron de 334 958 colones.

Por su parte los precios pagados al productor también han variado significativamente. En julio de 1990 fue de 24 184 colones por tonelada y para enero del 2000 fue de 84 782 colones (Oficina del Arroz, 2001). Esto puede reflejar tanto cambios importantes en los precios de los insumos, como la adopción de sistemas productivos más tecnificados.

El consumo per cápita también se ha incrementado, para el periodo 99/00 fue de 53,97 kg, lo que muestra su importancia y la necesidad de abastecimiento. El mismo

comportamiento ha mostrado el rendimiento por hectárea que ha pasado de 3, 44 toneladas por hectárea en el 90/91 a 4,18 ton/ha en el 00/01.

A pesar de los aumentos en la producción y en los rendimientos la producción nacional no logra abastecer la demanda nacional, por lo que es necesario importar grano. El principal proveedor son los Estados Unidos y la cantidad importada está en función de la producción nacional y el consumo proyectado. También se realizan exportaciones, en este caso el producto es el arroz de baja calidad que no tiene mercado en el ámbito nacional.

Cuadro 1. Producción, área sembrada y rendimiento del arroz de 1980 al 2000.  
(Oficina del Arroz, 2001).

Periodo	Area Sembrada (hectáreas)	Producción 1/ (t.m. granza h y s)	Rendimiento granza húmeda y sucia	
			t.m./ha	sacos 73.6 kg
1980/81 2/	84,629	243,590	2.88	39.11
1981/82 2/	72,294	202,037	2.79	37.97
1982/83 2/	76,598	148,372	1.94	26.32
1983/84 2/	88,351	281,388	3.18	43.27
1984/85 2/	72,335	222,740	3.08	41.84
1985/86 2/	73,949	249,392	3.37	45.82
1986/87	55,741	180,635	3.24	44.03
1987/88	40,132	149,800	3.73	50.72
1988/89	43,245 3/	172,001	3.98	54.04
1989/90	63,398	245,284	3.87	52.57
1990/91	51,930	217,428	4.19	56.89
1991/92	48,166	210,256	4.36	59.24
1992/93	52,481	210,657	4.01	54.54
1993/94	42,861	177,937	4.15	56.41
1994/95	44,112	194,254	4.40	59.83
1995/96	39,179 4/	196,307	5.01	68.08
1996/97	58,395	242,438	4.15	56.41
1997/98	59,333 5/	240,658	4.06	55.11
1998/99	56,185 6/	263,274	4.69	63.67
1999/2000	67,531 7/	281,927	4.18	56.73

Notas:

- 1/ Granza nacional.
- 2/ Información del C.N.P.
- 2/ No se incluye el área perdida en este período ( 4 724 ha)
- 3/ Granza nacional.
- 4/ No se incluye el área perdida en este período ( 1 788 ha)
- 5/ No se incluye el área perdida en este período (3.494 ha)
- 6/ No se incluye el área perdida en este período (1.170.50 ha)
- 7/ No se incluye el área perdida en este período (1.435 ha)

La producción mundial para el periodo 2002/2003 se estima que sea inferior a la anterior en 4 millones de toneladas. Sin embargo, para los Estados Unidos la situación es la inversa, ya que sus cosechas son consideradas como las más grandes (Ver Anexo 1). En lo referente a los precios internacionales continúan en descenso (ver Figura 1).

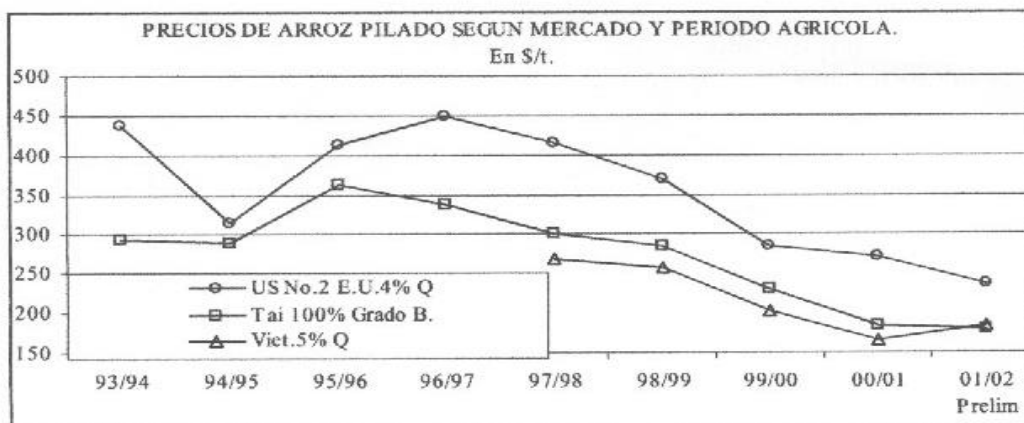


Figura 1. Precios del arroz según mercado y periodo agrícola. (Mora, 2002)

En el mercado nacional, por su parte, se espera una caída en la producción de 74 000 toneladas para el periodo 2002-2003. Respecto al área sembrada se estima disminuirá en 14 934 ha (Mora, 2002).

La situación del abastecimiento nacional, para este año; tomando en cuenta los inventarios nacionales, el consumo otorgado por la Oficina del Arroz y la producción estimada por el CNP (Consejo Nacional de la Producción) se muestra un déficit a partir de marzo (ver Anexo 2), el cual debe abastecerse con importaciones, las cuales podrían oscilar entre las 75 726 y 87 915 toneladas de granza, o su equivalente en pilado de 49 472 a 57 435 toneladas (Mora, 2002).

### 2.1.2 Importancia de la Región Chorotega

La provincia de Guanacaste, la cual conforma la región administrativa Chorotega, es la región productora de arroz más importante del país. Cuenta con suelos y topografía aptas para el cultivo. El Proyecto de Riego Arenal-Tempisque, lo cual ha propiciado un aumento en el área de arroz cultivado bajo riego. Sin embargo, otras regiones como la Huetar Norte han incrementado considerablemente su producción (ver Anexo 3).

Para el ciclo productivo 99/00 la región Chorotega tuvo 881 productores (56%) y 30 579 ha, el 45% del área sembrada en el ámbito nacional (ver Cuadro 2). También es la zona que cuenta con mayor número de plantas procesadoras (arroceras) en el país para un total de 11 en el periodo 99/00

Cuadro 2. Número de productores y área sembrada para el periodo 99/00 según región.  
(Oficina del Arroz, 2001)

Región	Productores	Hectáreas
Chorotega	881	30 579
Brunca	328	14 773
Huetar Norte	197	13 392
Pacífico Central	150	8 324
Huetar Atlántica	10	463
Total	1 566	67 531

## 2.2 Ecoeficiencia

### 2.2.1 Antecedentes

El concepto de ecoeficiencia nace en 1991, cuando el Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD) buscaba una palabra que sumara los objetivos empresariales con el desarrollo sostenible. Entonces se inicia un plan piloto con compañías pertenecientes al consejo. Diez años más tarde ecoeficiencia se encuentra en todo lugar, no sólo en países desarrollados y compañías transnacionales, sino también en programas políticos y gubernamentales, tal como el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP) y la OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (WBCSD, 2000).

En el año 2001 el WBCSD presenta un marco de trabajo para medir la ecoeficiencia, con el objetivo principal de ayudar a estandarizar la información generadas en las empresas para poder realizar análisis comparativo entre las mismas.

Actualmente, luego de que su utilidad en el ámbito empresarial crece constantemente, surge el reconocimiento de su importancia en el ámbito político también. Puesto que las empresas tratan de aumentar su ecoeficiencia conscientes de la necesidad de lograr un desarrollo sostenible, necesitan herramientas políticas que acompañen esos esfuerzos.

El uso eficiente de los recursos no genera muchas ganancias, de no ser que se internalicen las externalidades y se establezca el precio correcto por los recursos explotados y la contaminación generada. De modo que los gobiernos deben asegurarse de que los costos por el uso de los recursos sean incluidos dentro de los respectivos precios y que quienes evitan la contaminación se les reconozca su esfuerzo (WBCSD, 2000)

### **2.2.2 Definición y enfoque**

Existen varias definiciones para ecoeficiencia, sin embargo todas coinciden en la reducción del uso de insumos y la disminución en la contaminación. El WBCSD, en conjunto con sus miembros, define Ecoeficiencia como “la producción de bienes y servicios que satisfacen necesidades humanas y ayudan a la calidad de vida, mientras se reduce progresivamente los impactos ecológicos y el uso intensivo de recursos a lo largo del ciclo productivo a un nivel, al menos, en línea con la capacidad de carga estimada de la tierra”(UNEP-WBCSD, 1998).

Muchos líderes empresariales, dentro y fuera del WBCSD, expresan que ecoeficiencia es “crear más valor con menos impacto” o “hacer más con menos”.

Expertos académicos determinan ecoeficiencia como la síntesis de la eficiencia económica y ecológica en paralelo, donde el prefijo eco representa ambas, economía y ecología.

La OECD ha llamado ecoeficiencia “ la eficiencia con la cual los recursos ecológicos son utilizados para llenar las necesidades humanas” y la define como una razón (ratio) de salida (el de productos y servicios producidos por una empresa, sector o economía

completa) dividida por las entradas (la suma de las presiones ambientales generadas por la empresa, el sector o la economía).  $\left( \frac{\text{Valor del servicio o producto}}{\text{Influencia ambiental}} \right)$

La Agencia Ambiental Europea (EEA), la cual intenta usar los indicadores de ecoeficiencia para cuantificar el avance hacia la sostenibilidad a nivel macro; define ecoeficiencia como “más bienestar por menos naturaleza” y apunta que se logra separando el uso de los recursos naturales de la contaminación producida en el desarrollo económico.

Sin embargo, ecoeficiencia no se limita a incrementar la eficiencia en prácticas y hábitos existentes. Por el contrario, la ecoeficiencia debe estimular la creatividad y la innovación en la búsqueda de nuevas maneras de hacer las cosas.

### **2.2.3 Objetivos de la ecoeficiencia**

De manera general la ecoeficiencia busca alcanzar, independientemente del tipo de empresa en la que se adopte, los siguientes objetivos:

- 1) Reducir el consumo de recursos: esto incluye minimizar el uso de energía, materiales, agua y tierra, ampliando la reciclabilidad y durabilidad de los productos
- 2) Reducir el impacto sobre la naturaleza: incluye la minimización de emisiones, descargas de agua, generación de desechos y la dispersión de sustancias tóxicas, al mismo tiempo promoviendo el uso de recursos renovables.
- 3) Incrementar el valor de los servicios o productos: esto brindando más beneficios al consumidor mediante la funcionalidad, flexibilidad y modularidad del producto, además de proveer servicios adicionales (tales como mantenimiento, actualización e intercambio de servicios) y enfocado a cubrir las necesidades funcionales que el consumidor tiene. De modo que se venda un servicio en lugar de un producto, lo cual crea la posibilidad de que el



consumidor cubra la misma necesidad con menos materiales y recursos (WBCSD, 2000).

#### **2.2.4 Elementos para mejorar la ecoeficiencia**

La ecoeficiencia busca que las empresas (entiéndase empresa por cualquier tipo de actividad productiva, ya sea industrial, mediana, pequeña y microempresa) logren más valor con menos gasto de materiales y energía, además de reducir las emisiones. La estrategia aplica a través de todo el proceso, desde la manufactura y distribución, hasta el mercadeo y desarrollo del producto.

El WBCSD ha identificado siete elementos que las empresas pueden usar para mejorar su ecoeficiencia:

- ?? Reducir el uso del material
- ?? Reducir el consumo de energía
- ?? Reducir la dispersión de sustancias tóxicas
- ?? Ampliar el reciclaje
- ?? Maximizar el uso de recursos renovables
- ?? Extender la durabilidad del producto
- ?? Incrementar el alcance del servicio

Estos siete elementos conllevan al logro de los tres objetivos generales que plantea la ecoeficiencia.

#### **2.2.5 Implementación de la Ecoeficiencia**

En el caso de las empresas la ecoeficiencia se está implementando en cuatro niveles (ver Figura 2).

- 1) Empleo de procesos ecoeficientes: En la utilización de procesos ecoeficientes, a través de los cuales las compañías pueden disminuir los costos de producción y los sitios de las operaciones. La reingeniería de procesos junto con líneas ecoeficientes conllevan a la reducción en el uso de recursos y de contaminación.



Figura 2. Distintos niveles donde se puede implementar la ecoeficiencia en una empresa.(WBCSD, 2000).

- 2) Revalorización de los subproductos: La cooperación con vecinos o socios puede proveer oportunidades a una compañía para crear valor a los desechos de sus productos. En un proceso conocido como revalorización, un subproducto que parece ser inútil para una compañía es identificado como un recurso alternativo valioso para otra. Creando sinergia con los subproductos se contribuye a alcanzar la meta de cero desechos o 100 por ciento producto.
- 3) Creación de nuevos y mejores productos: mediante el seguimiento de las reglas del diseño ecológico, es posible crear productos con amplia funcionalidad. Estos productos son, frecuentemente, más baratos de producir y usar, con diseño más simple y pequeño y más fáciles de reciclar. La ecoinnovación coincide la disminución de costos con oportunidades nuevas y rentables, además de mejorar la distribución del mercado.
- 4) Mercados ecoeficientes: Algunas compañías innovadoras no sólo rediseñan el producto, ellos encuentran nuevas formas de satisfacer las necesidades de sus clientes. Ellos trabajan con sus clientes u otros grupos de inversionistas para repensar sus mercados y rediseñar la oferta y demanda completamente. Muchas

de las necesidades actuales de los consumidores son cubiertas de modo que se consumen gran cantidad de materiales y energía. Pero existen diferentes, y mejores maneras de llenar esas necesidades.

### 2.2.6 Canales de la ecoeficiencia

Las empresas tienen, indudablemente, muchas oportunidades de incrementar su ecoeficiencia y por lo tanto separar el uso de la naturaleza del crecimiento económico general. Sin embargo, su potencial puede ser amplificado a través de medidas políticas que refuercen las oportunidades de ecoeficiencia con que las empresas ya cuentan.

La figura 3 describe los canales por los cuales la estrategia empresarial para ecoeficiencia puede ayudar a separar el uso de la naturaleza y crecimiento en una economía. También muestra como las medidas políticas pueden ampliar la efectividad de estos canales.

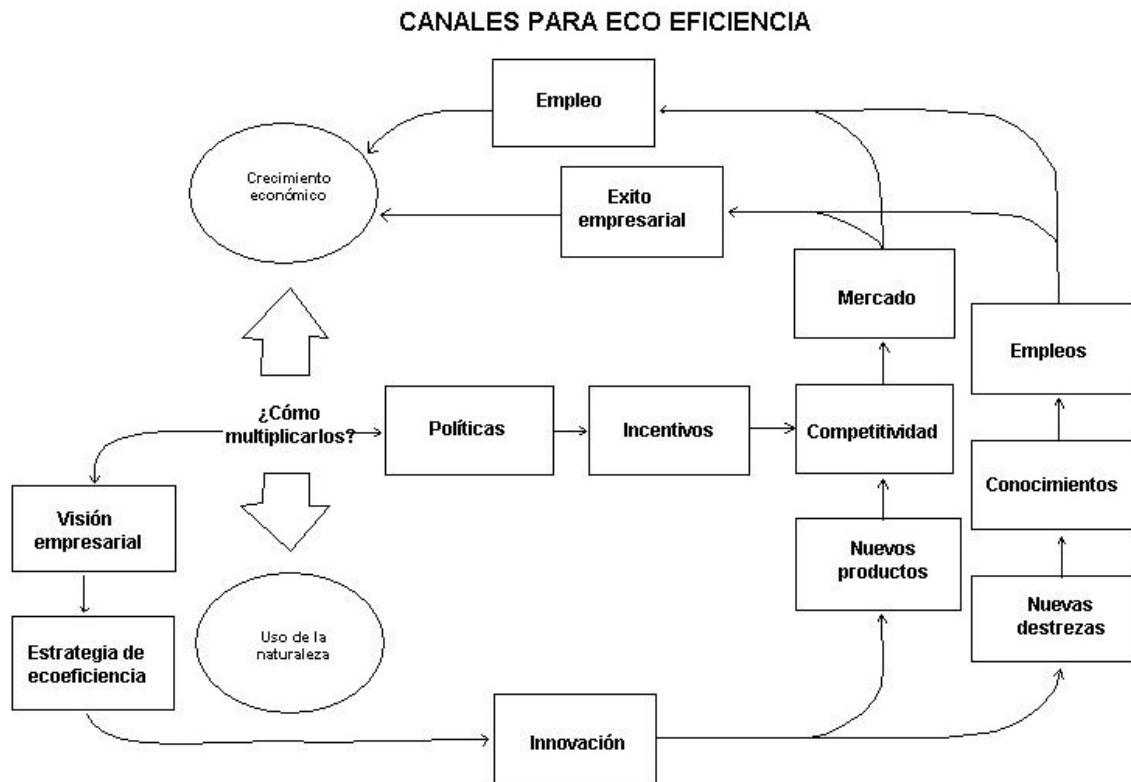


Figura 3. Canales por los cuales la ecoeficiencia puede significar un aporte al crecimiento económico y conservación ambiental. (WBCSD, 2000)

Con una visión de un futuro más sostenible, los empresarios pueden implementar una estrategia de ecoeficiencia que tenga un componente importante de innovación. La innovación crea nuevos productos y nuevas destrezas. Mientras que nuevos productos pueden llevar a una competitividad más alta y por consiguiente a incrementar las acciones en el mercado, las nuevas destrezas pueden llevar a incrementar el conocimiento y servicios de empleo adicionales. Ambos conllevan entonces, a más empleo y éxito empresarial, asegurando finalmente, prosperidad económica y mejoramiento social.

### 2.2.7 Conceptos relacionados con Ecoeficiencia

La ecoeficiencia se relaciona con muchos conceptos (ver figura 4), todos aquellos que persiguen el desarrollo sostenible sin importar el área productiva con la que se relacionen. Lo importante es tener presente que ecoeficiencia no sólo se enfoca a los aspectos ambientales, sino a los económicos también.

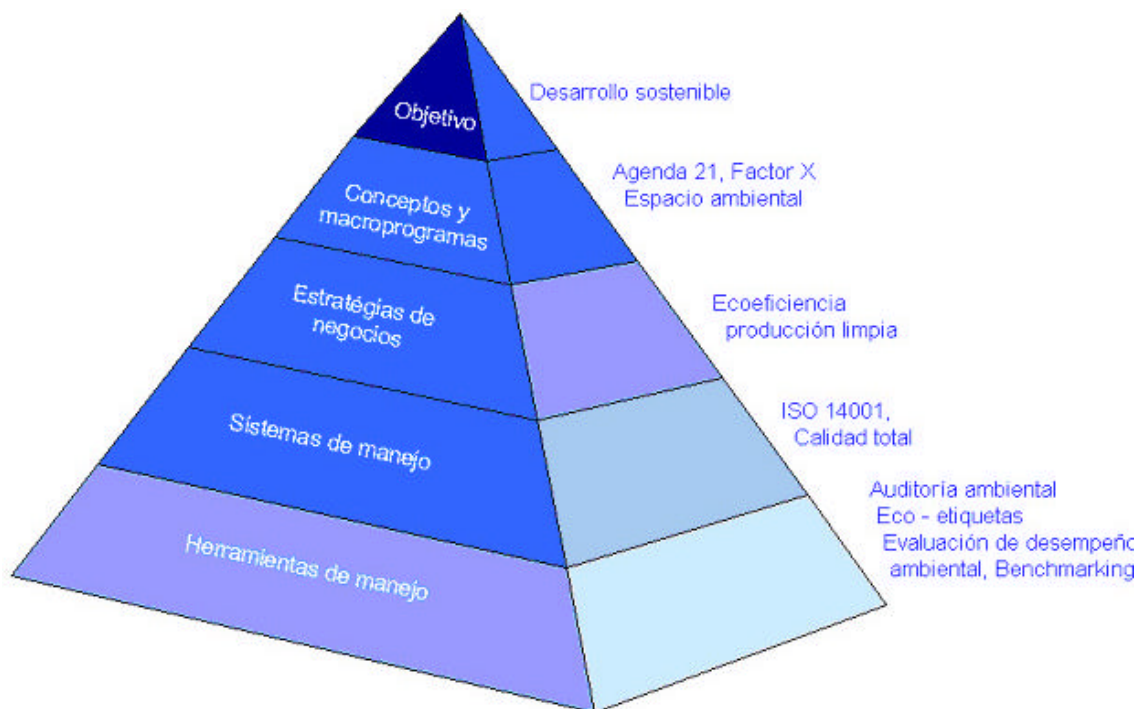


Figura 4. Distintos componentes del desarrollo sostenible e iniciativas relacionadas con ecoeficiencia. (UNEP-WBCSD, 1998)

### **2.2.7.1 Producción limpia (cleaner production)**

La definición de Producción limpia que ha sido adoptada por el Programa de ambiente de las Naciones Unidas (UNEP) establece que la producción limpia es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integral para aumentar la eficiencia total, y reducir los riesgos a los humanos y al ambiente. Producción limpia puede ser aplicada a los procesos usados en cualquier industria, a productos y a varios servicios provistos a la sociedad.

Para procesos de producción, la producción limpia resulta una o varias combinaciones de conservar materia prima, agua y energía; eliminando la materia prima peligrosa o tóxica; y reduciendo los niveles de toxicidad de todas las emisiones y desechos en la fuente durante los procesos productivos.

En el caso de los productos, la producción limpia persigue la reducción del impacto en el ambiente, la salud y la seguridad de los productos, durante su ciclo de vida completo; desde la extracción de materia prima, a través de su manufactura y uso, hasta la disposición final del producto. Para los servicios, producción limpia implica incorporar los aspectos ambientales dentro del diseño y entrega de los mismos.

Dentro de este contexto, los desechos son considerados como un “producto” con valor económico negativo. Cada acción para reducir el consumo de materia prima y energía, y prevenir o reducir la generación de desechos, puede incrementar la productividad y traer beneficios financieros a la empresa.

La producción limpia es una estrategia para ganar siempre. Esta busca proteger al ambiente, al consumidor y al empleado mientras se mejora la eficiencia industrial, la rentabilidad, y la competitividad.

Sin embargo, los conceptos de ecoeficiencia y Producción limpia son casi sinónimos. La sutil diferencia entre ambos es que, ecoeficiencia inicia de temas sobre eficiencia económica los cuales tienen beneficios ambientales positivos, mientras que la Producción limpia empieza desde temas de eficiencia ambiental, los cuales tienen impactos económicos positivos (UNEP, 2001)

### **2.2.7.2 Prevención de la contaminación (P2-Pollution Prevention)**

Los términos Producción limpia y prevención de la contaminación suelen frecuentemente ser usados de forma intercambiable. La distinción es más de índole geográfica, el término prevención de la contaminación es usado Norte América (Estados Unidos y Canadá), mientras que producción limpia se usa en el resto del mundo. Ambos, se enfocan sobre la estrategia de reducir continuamente la contaminación y el impacto ambiental por medio de la reducción de suministros, esto significa reducir la producción de desechos dentro del proceso en lugar de hacerlo al final (end-of-pipe). El tratamiento de desechos no cae dentro de la definición de producción limpia o de prevención de contaminación puesto que no previene la creación de desechos.

En Canadá (Environment Canada) define prevención de la contaminación como el uso de procesos, prácticas, materiales, productos o energía que eviten o minimicen la creación de contaminantes o desechos, y reduzca el riesgo total de la salud humana y el ambiente.

Por su parte en los Estados Unidos, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), define prevención de la contaminación como la reducción de suministros o insumos, previniendo o reduciendo desechos donde se originan, en la fuente; incluyendo prácticas de conservación de los recursos naturales mediante la reducción o eliminación de contaminantes, mediante el uso eficiente de la materia prima, energía, agua y tierra.

### **2.2.7.3 Minimización de desechos**

El concepto de minimización de los desechos fue introducido por EPA (Environmental Protection agency) en 1988. En este concepto, el planteamiento de la prevención de desechos y sus técnicas se definen como: reducción de insumos en el sitio, reducción de desechos por medio de cambios en los insumos de materia prima, cambios tecnológicos, buenas prácticas de operación y cambios en el producto. El reciclaje fuera del sitio a través de la reutilización después de la reclamación son también considerados técnicas de minimización, pero tienen una prioridad menor comparados con la prevención de la contaminación.

Actualmente, la minimización de desechos y la prevención de la contaminación son a menudo usados como términos intercambiables. La prevención de la contaminación significa, en primer lugar, no generar desechos mediante su reducción en la fuente. La minimización de los desechos es un término más amplio que también incluye el reciclaje y otros medios de reducir la cantidad de desechos los cuales deban ser tratados o eliminados (UNEP-WBCSD, 1998).

#### **2.2.7.4 Ecología Industrial/Metabolismo Industrial**

Ecología Industrial y metabolismo Industrial son conceptos para nuevos patrones de producción industrial y que son relacionados cercanamente al concepto de producción limpia. La Ecología y el metabolismo industrial son estudios de sistemas industriales y actividades económicas, y sus conexiones con sistemas naturales fundamentales. Básicamente, ellos buscan imitar los aspectos de reciclaje de materiales de un ecosistema, el aspecto crucial de estos planteamientos es el manejo del flujo de materiales.

Dentro de la Ecología Industrial existen seis elementos principales:

1. La creación de ecosistemas industriales: maximizando el uso de materiales reciclados en la producción, optimizando el uso de los materiales y consumo de energía, minimizando la generación de desechos, y reevaluando los desechos como materia prima para otros procesos.
2. El balance de las entradas y salidas industriales con la capacidad de los ecosistemas naturales: entendiendo la habilidad de los sistemas naturales grandes de lidiar con tóxicos y otros desechos industriales en situaciones típicas y catastróficas.
3. Dematerialización de los productos industriales: reduciendo materiales y uso de energía en la producción industrial.
4. Mejorar el rumbo de los procesos industriales y el uso de materiales: reduciendo o simplificando los procesos para emular lo natural, procesos altamente eficientes.

5. Patrones sistemáticos de uso de energía: promover el desarrollo de un sistema de abastecimiento de energía que funcione como parte del ecosistema industrial, y que no tenga los impactos ambientales negativos asociados con los actuales patrones de uso de energía.
6. Lineamiento de políticas con perspectivas a largo plazo de la evolución del sistema industrial: naciones trabajando juntas para integrar las políticas económicas y ambientales.

## **2.2.8 Casos de aplicación de la ecoeficiencia**

La ecoeficiencia puede ser aplicada tanto a grandes empresas como a pequeñas y a lo largo de todo el proceso productivo, a continuación se describen brevemente algunos casos donde se ha aplicado la estrategia de ecoeficiencia.

### **2.2.8.1 Lura, Croacia: subproductos añaden valor a la empresa**

El grupo Lura es la empresa de lácteos líder en Croacia. En 1997, decidieron tratar el agua residual de una de sus plantas procesadoras, que era descargada en el sistema de alcantarillado público y tratada junto con las aguas residuales municipales. Diseñaron un proyecto para purificar las aguas residuales en un sistema circular cerrado, luego trataron el lodo y, en lugar de pagar para que lo desecharan, lo convirtieron en compost comercial. El proceso de purificación ahora produce siete toneladas diarias de lodo. El compost de alta calidad es una mezcla de lodo residual, estiércol fresco, corteza y aserrín.

La inversión en ecoeficiencia resultó ser un buen negocio. Los beneficios con un desempeño ambiental de la planta significativamente mejorado, ahorros anuales de las cuotas por contaminación de aguas que pagaron las inversiones en equipo en 18 meses, y una expansión de la empresa. El resultado final fueron nuevas ganancias, nuevos socios y nuevas posibilidades de empleo.



### **2.2.8.2 Parmalat, Portugal: la ecoeficiencia se mide con grandes ahorros**

La empresa Italiana de productos lácteos Parmalat, es el líder mundial en leche calidad UTH. En Setúbal, parte sur de Portugal, Parmalat es un productor local de lácteos y jugos de frutas. La planta certificó, recientemente su calidad y sistema de manejo ambiental de acuerdo al ISO 9002 y 14001.

Parmalat participó, junto con otras nuevas empresas del área de Setúbal, en un programa local de ecoeficiencia conducido por el WBCSD y la Iniciativa Europea de Ecoeficiencia (EEI). Parmalat, tal y como las demás empresas, analizaron sistemáticamente las oportunidades de ecoeficiencia dentro de sus operaciones e implementaron medidas para el manejo del agua, reducción de aguas residuales, desperdicio de materia prima y pérdidas de energía. Más de 80 oportunidades fueron identificadas, conduciendo a 58 medidas concretas para adaptarlas a sus procesos y a sus prácticas de operación.

Parmalat Portugal pudo reducir la pérdida de materia prima de 2 a 1 por ciento. También redujo la cantidad de agua utilizada en 4 metros cúbicos por metro cúbico de producto procesado, y la cantidad de agua residual en  $2,5 \text{ m}^3 / \text{m}^3$ . Los ahorros anuales han excedido la inversión más de tres veces.

El programa completo en las 10 compañías, ha mostrado claramente la utilidad del concepto de ecoeficiencia, no sólo para las compañías mismas (nivel micro), sino también como una contribución al desarrollo sostenible local (nivel macro).

### **2.2.8.3 Carvajal, Colombia: reducción de impacto con beneficios notables**

Carvajal S.A, en Cali, Colombia, abarca varias empresas en distintos negocios, dentro de ellos el negocio de servicios de imprenta. Por décadas la industria de las artes gráficas han utilizado diversos solventes y agentes limpiadores. Aunque estos tienen excelentes propiedades limpiadoras, también son dañinos para la salud, dañan el ambiente y son altamente inflamables e incluso explosivos.

Durante muchos años, Carvajal ha trabajado exitosamente en la sustitución de estos solventes tradicionales con otros que son igualmente efectivos, pero menos peligrosos y dañinos al ambiente. Actualmente, la compañía ha eliminado, prácticamente, los solventes tóxicos de sus procesos de impresión. Al mismo tiempo, ha disminuido significativamente el gasto de agentes limpiadores. El 60% de los solventes utilizados son a base de agua, esto ha reducido el impacto ambiental de los subproductos tóxicos en 75%. Esto es equivalente a liberar 130 toneladas de contaminantes anualmente.

Carvajal ha mostrado que soluciones benignas al ambiente no son necesariamente conflictivas con la eficiencia de costos y que es posible reducir el impacto ambiental de una empresa mientras se disminuyen los costos y se mejora la eficiencia operativa.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Descripción del área de estudio**

El estudio se llevó a cabo en la provincia de Guanacaste, dentro de los cantones de Cañas y Bagaces. Las fincas analizadas se encuentran dentro del área de la cuenca del río Tempisque (CRT) y dentro del Distrito de riego Arenal-Tempisque.

##### **3.1.1 Provincia de Guanacaste**

La provincia de Guanacaste cuenta con 10 140 Km<sup>2</sup>, lo que la ubica como la segunda provincia más grande del país. Administrativamente el país se divide por regiones, la provincia de Guanacaste compone la Región Chorotega.

De acuerdo a los datos del censo de población y vivienda realizado en el 2000, cuenta con una población de 264 238 habitantes (26 habitantes/Km<sup>2</sup>), un crecimiento de 1,9%, la tasa más baja junto con la provincia de Puntarenas. Sin embargo, Guanacaste es la provincia con mayor emigración del país. La tasa de analfabetismo es del 6,7% y la población urbana comprende el 41,9% del total. De la población nacional el 8,1% vive dentro de esta provincia. De acuerdo a estos datos estadísticos Guanacaste se ubica como la provincia con menos crecimiento y con mayor nivel de pobreza del país (INEC,2000).

Actualmente dentro de esta provincia se encuentran tres áreas de conservación, pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), el Área de Conservación Tempisque, Área de Conservación Guanacaste y el Área de Conservación Arenal, juntas abarcan más de 30 áreas protegidas entre parques nacionales, refugios, reservas forestales y biológicas, zonas protectoras, entre otros. Mostrando de esta manera la importancia que tiene esta región en al conservación de los recursos naturales del país.

##### **3.1.2 La cuenca del río Tempisque (CRT)**

La CRT está conformada por las subcuencas Tempisque (3,375.3 km<sup>2</sup>) y Bebedero (2,047.6 km<sup>2</sup>), con una extensión total de 5,404.6 km<sup>2</sup> (Figura 5). Es la cuenca más grande de Costa Rica, abarca el 53% de Guanacaste y drena el 10.6% del territorio nacional (Gutiérrez et al, 1985). Su área de influencia se extiende más allá de la cuenca, ya que las aguas recolectadas son drenadas por el río Tempisque y sus afluentes hacia el Golfo de Nicoya, el cual es de gran importancia para la pesca artesanal y comercial nacional (Lizano, 1998, citado por Mateo-Vega, 2001).

Dentro de los límites de la CRT se han identificado más de 20 subgrupos de suelos que forman parte de cinco órdenes taxonómicos, incluyendo alfisoles, entisoles, inceptisoles, mollisoles y vertisoles, esto muestra la alta diversidad edafológica del área.

Los ríos Tempisque y Bebedero son los principales sistemas fluviales de la CRT. Además cada uno cuenta con una serie de afluentes que drenan sus respectivas subcuencas. Por ejemplo, a lo largo de su recorrido de 144 km capta las aguas de los ríos Tempisquito, Colorado, Liberia, El Salto, Bolsón, Palmas y Cañas, para sumar un caudal promedio de 284 m<sup>3</sup>/s, lo que lo convierte en el tercero más grande del país (Mateo-Vega, 2001). Mientras que el río Bebedero recibe las aguas de los ríos Piedras, Tenorio, Cañas y Lajas. El Bebedero es considerado el afluente principal del río Tempisque (Gutiérrez et al, 1985).

Todos los ríos presentan variaciones de caudal considerables a causa de los marcados cambios en la precipitación entre la época seca y la lluviosa en la CRT y sus áreas vecinas. Durante la época lluviosa, muchos de los ríos se desbordan, ya que los cauces no son suficientes, mientras que durante la época seca, muchos se secan completamente (Corella, 1979 citado en Mateo-Vega, 2001). Dentro de los principales usos de la tierra en la CRT, Mateo-Vega (2001) menciona el arroz, la caña de azúcar, el melón, ganadería y áreas protegidas.

La región de Guanacaste ha sufrido cambios drásticos respecto al uso de la tierra desde la década de los cincuenta, cuando aún cerca del 50% de su territorio contaba con ecosistemas naturales con poca o ninguna intervención humana (Maldonado et al, 1995 citado por Mateo-Vega, 2001). A la fecha, la gran mayoría de su cobertura original de bosques y humedales ha sido reemplazada por cultivos, pastos y zonas urbanas. Sin embargo, la extensión de áreas protegidas ha ido aumentando durante los últimos veinte

años. De particular importancia son los numerosos humedales que se encuentran dentro de éstas áreas en las partes bajas de la CRT, ya que cuentan con una alta diversidad biológica y suministran numerosos beneficios a las comunidades (Mateo-Vega, 2001).

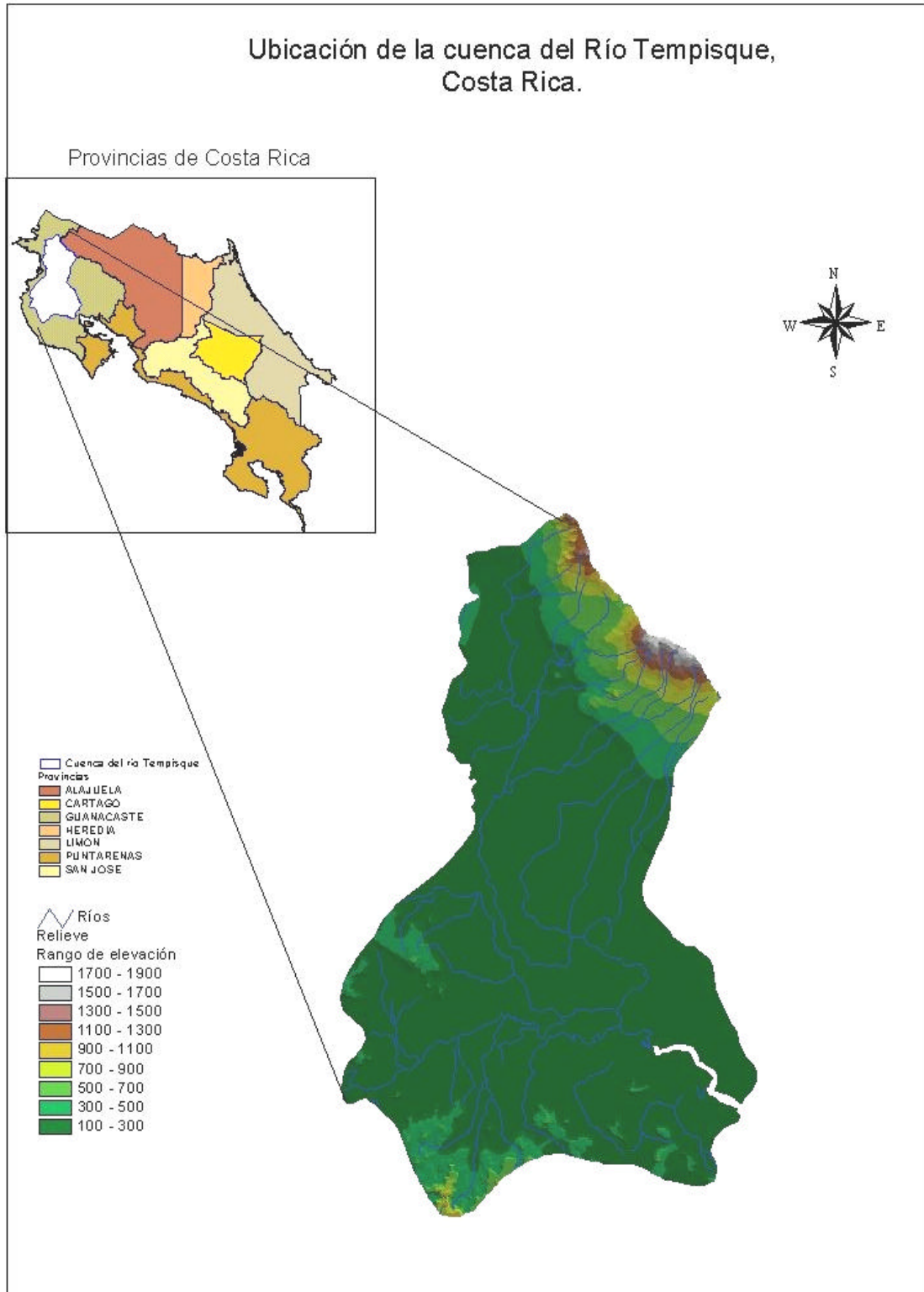


Figura 5. Ubicación de la cuenca del río Tempisque, Guanacaste, Costa Rica.

### **3.1.3 Proyecto de Riego Arenal-Tempisque**

Dentro de la CRT se encuentra el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque (PRAT), el cual abarca, actualmente alrededor de 20 mil hectáreas (Figura 6). Dicho proyecto fue concebido en los años 1975-1978. Toma el agua del embalse Arenal, el cual inicialmente vertía sus aguas hacia el Caribe. A través de un proyecto hidroeléctrico, se construyó el embalse y se trasvasaron las aguas a la vertiente del Pacífico. Esta agua pasa por tres caídas donde se produce energía hidroeléctrica. Después de pasar por esas tres generaciones, se utiliza el agua para el proyecto de riego. La presa de derivación está ubicada en las cercanías de la ciudad de Cañas y de esa presa parten dos canales: el canal del sur, y el canal del Oeste que el que cubre las áreas donde se localiza el Parque Nacional Palo Verde (Coto, 2001).

El número de productores beneficiados actualmente es de alrededor de 800, de los cuales cerca del 50% son pequeños productores, puesto que esta fue una de las condiciones impuestas por el BID para financiar el proyecto (Coto, 2001).

El PRAT fue creado con los objetivos de fomentar el desarrollo agropecuario de la región a través del uso racional del agua, incrementar los índices de productividad de las explotaciones agrícolas, evitar la emigración de campesinos a las zonas urbanas, eliminar riesgos de pérdidas por sequías, generar nuevas fuentes de empleo, utilización más intensiva del recurso suelo, aumentar el nivel de ingresos de los agricultores para mejorar así sus condiciones de vida (SEPSA, 1984; SENARA-IICA, 1991, citados por Mateo-Vega, 2001)

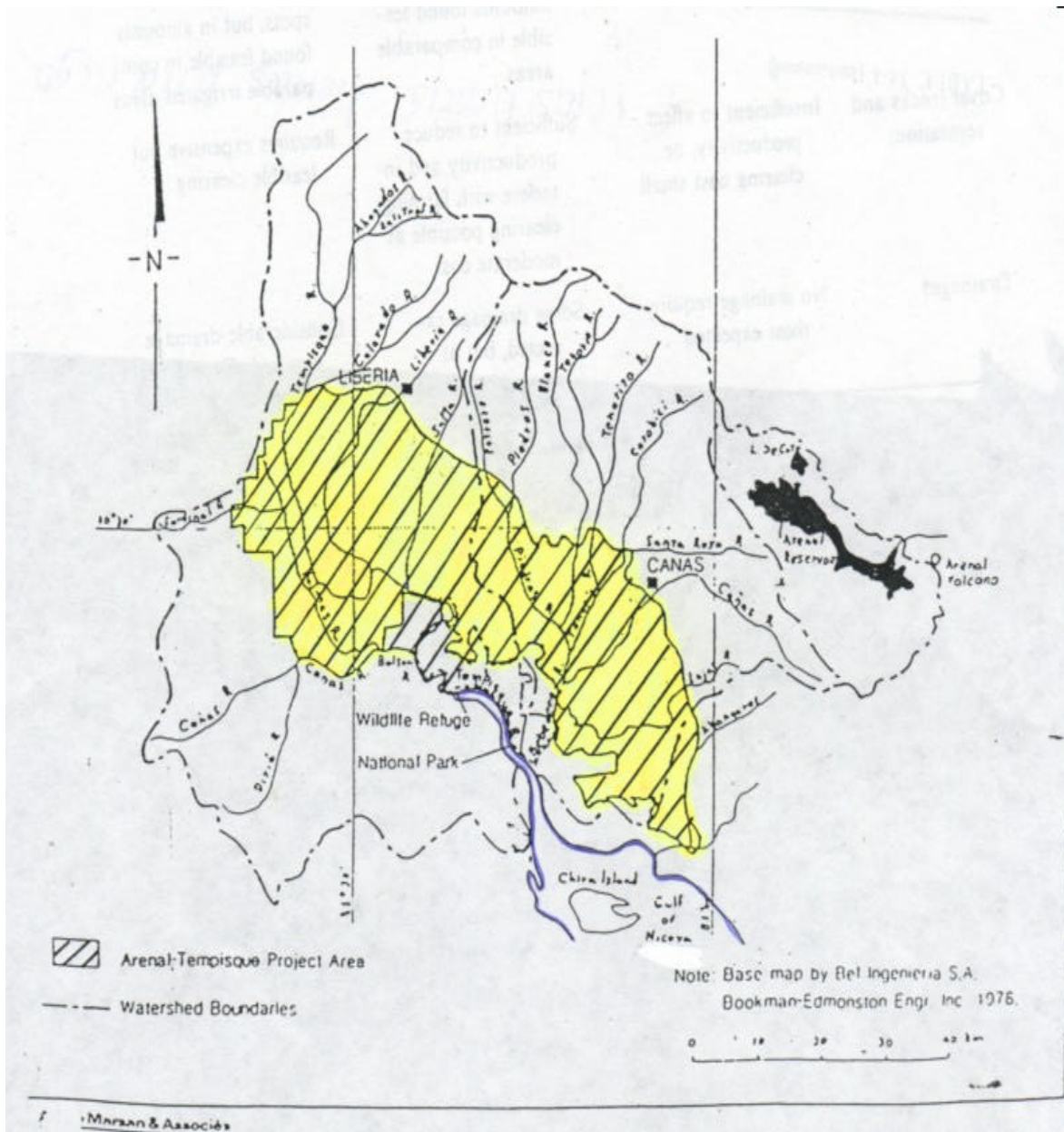


Figura 6. Área total propuesta para cubrir con el PRAT dentro de la cuenca del río Tempisque (SENARA, 1984).

### 3.1.4 Hacienda La Pacífica

Se ubica en el cantón de cañas, cuenta con un área de 2 373 ha, destinadas a las actividades de arroz, tilapia, ganadería y forestales, principalmente.



La Hacienda La Pacífica fue el punto de referencia para el análisis de ecoeficiencia, puesto que esta empresa ha contado con un proyecto de implementación por tres años, en todas sus actividades productivas. Dentro su visión y estrategia, La Pacífica persigue ser económicamente exitosa, mejorar el nivel social de sus miembros, vecinos, comunidades y el distrito de Riego Arenal-Tempisque, manteniendo siempre su responsabilidad ambiental.

Su política ambiental pone en práctica los principios de sostenibilidad y ecoeficiencia en todas sus actividades. Para lo cual ha establecido programas, que son pioneros en la zona y se convierten en un ejemplo a seguir. De manera general, los programas establecidos para alcanzar las metas propuestas están el mantener un balance entre las áreas naturales y las áreas productivas de 50/50, reducir el consumo de insumos agrícolas, además de no aplicar agroquímicos de etiqueta roja y no más del 10% de etiqueta amarilla; monitorear la calidad de agua de los efluentes, reducir la generación de desechos, aplicando el manejo integrado de desechos y realizar un uso eficiente del agua.

El cultivo del arroz inició en 1994, al mismo tiempo que el programa de nivelación de tierras para irrigación, el cual permite utilizar el agua de modo más eficiente. Para el año 2002 se completarán 600 hectáreas que se utilizarán para el cultivo del arroz, el cual se ha convertido en la actividad productiva más importante. En el 2001 produjeron, por primera vez en el país, 25 hectáreas de arroz orgánico.

### **3.2 Definición de la población y la muestra**

Dentro de la región Chorotega, en la cual se ubica la cuenca del río Tempisque, se reportaron, para la primer cosecha de 2000/2001 575 productores de arroz. De los cuales 38 (1,936 ha) corresponden al Cantón de Cañas y 340 (6,590 ha) al cantón de Bagaces. Todos estos productores se benefician del servicio del riego y constituyeron la población del estudio.

#### **3.2.1 Muestreo Aleatorio Estratificado**

Al iniciar la investigación, se contó con información de la población de productores por estratos en general para la Región Chorotega, por lo que se planteó realizar un Muestreo

Aleatorio Estratificado (MAE), sin embargo, no se pudo concretar por la falta de un registro completo de los productores y el área real cultivada, con la que se pudiera establecer la población por estrato y la posibilidad de usar la tabla de números aleatorios para seleccionar la muestra.

El mayor problema se presentó cuando al iniciar el trabajo de campo y tratar de verificar las listas de productores con las que se contaba para posteriormente poder aplicar el MAE, se detectó que gran parte de los productores incluidos en las listas no se podían ubicar y que el área descrita en la lista no coincidió con la real.

Además en ese periodo (febrero-abril, 2002) todo el sector arrocero vivió una situación de extrema inestabilidad, lo que trajo como consecuencia la dificultad de ubicar a los productores para poder verificar la información incluida en las listas.

Por lo tanto fue necesario cambiar de muestreo. Sin embargo, se recomienda para estudios posteriores seguir el Muestreo Aleatorio Estratificado para trabajar con productores de arroz dentro del distrito de riego, si se cuenta con listas completas.

### **3.2.2 Muestreo Dirigido o autoritario**

En vista de que no se pudo realizar un MAE, se optó por seleccionar productores a través de un muestreo autoritario, para el cual se establecieron los siguientes criterios:

- ✍ Productores con más de dos años de actividad estable en el arroz
- ✍ Productores con facilidad de ubicarlos
- ✍ Productores dispuestos a participar en la investigación

Además se redefinieron los estratos, basados en los resultados de las giras de campo, puesto que tanto en Cañas como en Bagaces, existen proyectos de Asentamientos Campesinos, y el área máxima de las parcelas es de 10 hectáreas, quedando de la siguiente manera:

**I estrato:** productores con 10 hectáreas o menos

**II estrato:** productores con más de 10 hectáreas y menos de 50

**II estrato:** productores con más de 50 hectáreas

Una vez definidos los criterios y los estratos se buscó la ayuda de expertos conocedores de la zona, quienes pudieran llevar a cabo el muestreo autoritario. Para lo cual se necesita conocer muy bien la población. En este caso el personal de SENARA es quien conoce mejor los productores de arroz, por su contacto permanente con ellos a través de la distribución del agua.

Posteriormente se realizaron giras de campo, junto con personal de SENARA, para contactar los productores, presentarles la investigación y establecer el contacto para posteriores visitas durante todo el ciclo de producción del arroz y de esta manera recolectar la información requerida para el estudio. Se finalizó con 22 productores, 9 pequeños, 6 medianos y 8 grandes.

### **3.3 Recolección de datos**

#### **3.3.1 Definición de índices de ecoeficiencia**

Dentro de la actividad agrícola los índices más usados para medir ecoeficiencia son los relacionados a agroquímicos, manejo de desechos y aspectos laborales. En este caso se ha tomado como referencia los índices definidos por La Pacífica, que sirve como ejemplo en esta investigación. Por lo que se seleccionaron los siguientes:

1. Índice de eficiencia de insumos

$$i.e.i = \text{Kg de ingrediente activo} / \text{área cosechada}$$

2. Índice de toxicidad de insumos

$$i.t.i = \text{Kg de ingrediente activo de etiqueta amarilla} / \text{total de ingrediente activo usado}$$

3. Índice de consumo de agua para riego

$$i.c.a = \text{metros cúbicos de agua usada} / \text{área cosechada}$$

#### 4. Índice de rendimiento

$$i.r.= \text{toneladas de arroz} / \text{hectárea}$$

#### 5. Índice de consumo de Nitrógeno

$$i.c.N= \text{Kg de Nitrógeno aplicado} / \text{área cosechada}$$

#### 6. Índice de costos por área y producción

$$i.c.a= \text{costos totales (\$)} / \text{área cosechada ó producción total}$$

De los seis índices definidos el de consumo de agua para riego no fue posible estimarlo por falta de equipo e infraestructura para realizar las mediciones correspondientes.

### **3.3.2 Visitas a fincas**

Una vez establecido el contacto con los productores se iniciaron visitas semanales o quincenales a cada uno de los productores. Sin embargo, la inestabilidad en el sector arrocero continuó, por lo que también al realizar las visitas no era posible ubicar al productor, lo que atrasó el avance de la investigación.

Para poder familiarizarse con la actividad del cultivo del arroz, labores realizadas, plagas, enfermedades, vocabulario regional específico de la actividad. Fue necesario recibir capacitación y hacer trabajo de campo, esto se llevó a cabo con la colaboración de la Hacienda La Pacífica. Esta actividad se llevó a cabo simultáneamente con la recolección de datos de las demás fincas.

Para la recolección de datos se diseñó un formulario para recoger datos de cada finca que incluyera información, tanto para calcular los índices de ecoeficiencia, estructura de costos y paquete tecnológico (Ver anexo 4). Cada visita realizada al productor tuvo como objetivo principal recopilar la información, pero además a través de una entrevista informal

y abierta se recopiló información sobre temas varios que ayudaron a entender el contexto de cada productor y las razones que definen sus prácticas de manejo del cultivo del arroz.

Para realizar el análisis de ecoeficiencia se siguió el esquema del perfil de ecoeficiencia sugerido por el Consejo Mundial de Negocios para el Desarrollo Sostenible e incluyó toda la información requerida. Enfocado en: perfil organizacional, económico, ambiental y social. Estos perfiles se enfocan a cada estrato de productores, de modo que se pueda caracterizar cada uno de ellos.

### **3.3.3 Verificación de la información**

Los datos recolectados en cada finca tales como: dosis de agroquímicos, precios, nombre de productos debieron ser verificados, especialmente, en los casos de productores que no llevan registros. La verificación fue necesaria, puesto que al revisar y consultar con expertos en la materia, los datos no eran plausibles.

Para verificar se consultó literatura, con expertos y con vendedores de agroquímicos, de esta manera la información dudosa se corrigió, luego de consultarla y llegar a un acuerdo con el productor, quien en la mayoría de casos reconoció su error. El estudio incluyó 28 fincas, sin embargo, luego de verificar la información se eliminaron seis, en las cuales la información no estaba completa.

### **3.3.4 Estandarización de la información**

Cada productor maneja sus propias unidades de medida y también nombres distintos para labores, plagas, enfermedades y productos. De modo que fue necesario estandarizar la información. En el caso de los agroquímicos se convirtió todo a kilogramos y litros, lo mismo se aplicó para los precios. En cuanto a labores y nombres también se definieron nombres para ser usados en todas las fincas, siempre respetando a cada productor y únicamente para efectos del estudio.

### **3.4 Análisis de la información**

El análisis de la información llevó varias etapas. Con el formulario diseñado para recopilar la información, el cual se diseñó en el programa Excel, se obtuvo la información requerida para primero calcular los costos de producción y completar la estructura de costos. Posteriormente, se calcularon los índices de ecoeficiencia para completar el archivo por productor que posteriormente fue analizado por estrato.

#### **3.4.1 Elaboración de la estructura de costos**

Para elaborar la estructura de costos se calculó el costo de los insumos, junto con los gastos por mano de obra y otras actividades. El cálculo se realizó en Excel, utilizando la información de todas las labores realizadas e insumos utilizados, además de los precios pagados por cada productor. Una vez calculados los costos se agruparon las labores y se clasificaron para generar cada estructura de costos y determinar el porcentaje correspondiente a cada rubro. Además de calcular el costo por hectárea y por tonelada de arroz producido, según el área y rendimiento de cada productor. Posteriormente se calculó una media para cada estrato y se generó una estructura de costos para cada uno de los estratos definidos.

#### **3.4.2 Caracterización de paquetes tecnológicos**

La caracterización de los paquetes tecnológicos se realizó por estrato. A través de las visitas a las fincas se observaron no sólo las prácticas realizadas, sino también la manera de aplicarlas, periodos de aplicación y las razones de los productores para realizar dichas prácticas. Para comparar los paquetes tecnológicos entre los tres estratos se diseñó un cuadro comparativo en el que se muestran fortalezas y debilidades de cada estrato en las distintas actividades.

#### **3.4.3 Cálculo de los índices de ecoeficiencia**

Los índices de ecoeficiencia se calcularon también basados en los datos recolectados en el formulario para cada finca.

El índice de eficiencia de insumos y de toxicidad se calcularon tomando el consumo total de cada producto, del cual se tuvo que averiguar el porcentaje de ingrediente activo y la clasificación de toxicidad. Contando con la cantidad total aplicada del producto y el porcentaje de ingrediente activo se calcularon los kilogramos de ingrediente activo consumido. Finalmente, con el total de ingrediente activo utilizado se calculó el porcentaje correspondiente a etiqueta amarilla.

El rendimiento obtenido por cada productor fue el último dato recolectado y verificado mediante la revisión de los recibos girados por las plantas procesadoras que recibieron el grano. Se calculó tomando en cuenta el porcentaje de impurezas y humedad que tuvo el arroz y el rendimiento obtenido en el campo.

El índice de consumo de nitrógeno se generó mediante el cálculo del consumo total de cada tipo de fertilizante usado, del cual se averiguó el porcentaje de peso de cada uno de ellos correspondiente al nitrógeno, para obtener el total utilizado por hectárea.

Los costos totales generados con la estructura de costos, se calculó por hectárea, tonelada y también por saco de arroz limpio y seco, de 73.6 kg, que es la unidad usada para pagar al productor. De modo que, al conocer el precio por saco, que para este periodo fue de 6,240 colones por saco, se puede saber las ganancias obtenidas por el productor por cada saco vendido.

Para cada índice se calcularon la media y la desviación estándar para cada estrato de productores. Finalmente se obtuvo una media para cada estrato y una media general para todos los productores incluidos en el estudio.

### **3.5 Caracterización de productores en general**

Con el fin de conocer más las características de los productores dentro de la población, se realizaron 64 encuestas a productores en general (ver Anexo 5). La encuesta incluyó aspectos generales, técnicos, ambientales y organizacionales. La información generada se procesó mediante el programa Excel y se analizó en el programa SAS, para calcular regresiones y estadística descriptiva, que apoyara la información recopilada en las 22 fincas visitadas.

Para la obtención del tamaño de la muestra en el caso de la encuesta se realizaron 20 encuestas iniciales para calcular la varianza y posteriormente calcular el número de encuestas a realizar.

La población de productores de arroz en el área de estudio, para la primera cosecha del periodo 2000-2001 fue de 378, según datos de la Corporación Nacional Arrocera (Oficina del Arroz). El tamaño de muestra, se determinó empleando la fórmula correspondiente al muestreo irrestricto aleatorio (Scheaffer *et al.*, 1987), definiendo la varianza muestral en este caso en función de 20 datos sobre rendimiento por hectárea para la cosecha de verano 2002.

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

$$n = \frac{Ns^2}{(N-1)\frac{B^2}{4} + s^2}$$

donde:

N = Tamaño de la población (en este caso 378 productores)

s<sup>2</sup> = Varianza muestral (estimada en 484 quintales por hectárea)

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

Se consideró un límite para el error de estimación B=5% = 5.4 (del rendimiento en quintales de arroz por hectárea), de forma que el tamaño de la muestra fue calculada en 60 encuestas en total, según se muestra a continuación:

$$n = \frac{378 (484)}{(377) \frac{(5.4)^2}{4} + 484} = 60 \text{ encuestas para la caracterización de productores}$$

El total de encuestas aplicadas fue de 64 encuestas. Para realizarlas se buscaron sitios estratégicos como ventas de agroquímicos, reuniones y charlas, esto debido a la dificultad de ubicar a los productores en su finca. Y su análisis estadístico fue realizado en el programa SAS.



## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Caracterización de productores**

La caracterización de productores, realizada a través de una encuesta y giras de campo, además de participación en reuniones y charlas, da como resultado diferencias importantes entre los tres estratos de productores estudiados.

#### **4.1.2 Productores pequeños**

Los productores pequeños son en su totalidad beneficiarios de proyectos de reforma agraria llevados a cabo por el Instituto de Desarrollo Agrario (IDA). Dentro del distrito de riego se ubican seis asentamientos de campesinos, el más reciente de ellos se encuentra en Bagaces, La Soga, con aproximadamente 384 beneficiarios.

La mayoría de los productores no viven dentro del asentamiento, sino que se deben desplazar grandes distancias para llegar a su parcela. El área de las mismas oscila entre cinco y diez hectáreas.

La mayoría no cuenta con maquinaria propia, por lo que la deben de alquilar. Además no poseen carro lo que dificulta su traslado a la parcela y el transporte de insumos.

El tiempo de dedicarse a la producción de arroz oscila entre 15 y 5 años, la mayoría de ellos se dedican exclusivamente a la actividad productiva y complementan su ingreso prestando servicios a otros productores en el cuidado de parcelas y realización de labores ocasionales como fertilizaciones y aplicaciones de agroquímicos.

El nivel de educación es bajo, la gran mayoría sólo logró finalizar la primaria, aunque también existen productores analfabetos. El tamaño de los grupos familiares es entre cinco y siete miembros.

Este estrato es el que presenta mayor número de productores afiliados a alguna organización tales como: cooperativa, Unión de pequeños productores (UPANACIONAL) y comité de usuarios de agua.

El financiamiento es uno de sus mayores problemas, una parte importante de ellos se financió a través de la cooperativa CoopeBagatzí, que cuenta con fondos del proyecto de Reconversión productiva. Este proyecto además les brinda servicios de asistencia técnica y capacitación. Otra parte de este grupo se financia con bancos estatales, estos son sobretodo productores con más años de estar en la actividad. Otra parte de este estrato se financió con socios, generalmente personas dedicadas a otra actividad quienes no tienen capacidad para dedicarse a la actividad del arroz. Los socios brindan dinero para la adquisición de insumos o traen directamente los productos a la finca, posteriormente el productor le cancela la deuda cuando cosecha el arroz. Este medio de financiamiento se da en al base de una relación de amistad y confianza.

Los pequeño productores ocupan más mano de obra puesto que la mayoría de aplicaciones las realizan manualmente, por lo que acuden a empleados ocasionales a los que se les paga un sueldo bajo y no se le brinda ninguna garantía social.

En general, este estrato muestra ventaja en la producción debido a la atención que le brinda a su cultivo, sin embargo, tiene menor posibilidades de acceder nueva tecnología y adquirir productos nuevos.

Este grupo de productores mostró menos voluntad de aportar información y participar en la investigación. Además que la recopilación de la información fue más difícil pues no cuentan, en su mayoría, con registros de las actividades y los que no contaban con financiamiento no mantenían las facturas. Las razones para mostrar apatía al brindar información se pueden deber a varias razones. Cortés Alvarado, et al (1992) resalta como principales limitaciones en su investigación el no deseo de proporcionar datos reales sobre ingresos y actividades productivas y el recelo e inconformidad al referirse al tema. Dentro de las razones que justifican este comportamiento se encuentran:

- ☞ La serie de investigaciones de que han sido objeto por parte del MAG, IDA, UCR, INA, SENARA y otras.
- ☞ Por no poner en evidencia una condición económica que lo pondría en capacidad de pagar una mayor cuota de riego.
- ☞ Por las expectativas que fueron experimentando con las instituciones y no se lograron concretar en un beneficio continuo.

✍️ Y en el periodo particular en que se realizó la presente investigación se suma a las razones anteriores, la inestabilidad de la actividad arrocerá. Principalmente, las importaciones de arroz, por lo que los productores temían que la información recopilada sirviera como insumo para conocer su situación real y poder traducirse en prejuicio para él.

Las razones anteriores se mantienen también para el resto de los productores. El sentimiento de desconfianza y temor de sufrir consecuencias negativas por brindar información, se manifestó principalmente en productores medianos y pequeños.

#### **4.1.2 Productores medianos.**

El estrato de productores medianos es el que muestra menos estabilidad dentro del sector. El 30% de ellos son empleados y el 76% de ellos se dedican a otras actividades, por lo que el arroz es secundario.

Al tener otros ingresos y mayor nivel educativo, contar con carro propio y otras propiedades, el productor mediano tiene mayor acceso al crédito y a la tecnología. Además de poder transportar sus insumos y empleados ocasionales cuando los necesita. De tal modo que el proceso se le facilita considerablemente en comparación con el productor pequeño.

Parte de este grupo cuenta con maquinaria propia, lo que se convierte en otra actividad productiva puesto que brinda servicios a otros productores. Los años en la actividad arrocerá varían mucho, pues depende de los resultados obtenidos en la cosecha continúan o se retiran temporalmente de la actividad. Aproximadamente el 37% de los productores medianos también poseen tierra propia, puesto que son a su vez beneficiarios del IDA, por lo que manejan su propia parcela y alquilan otras para completar un promedio de 30 hectáreas hasta 50 ha.

La mayoría de ellos no están afiliados a ninguna organización relacionada con el arroz. El número de personas en el grupo familiar varía de 2 a 5 personas.

### **4.1.3 Productores grandes**

La gran mayoría de este estrato corresponde a haciendas grandes tradicionales, que además de producir arroz tiene otras actividades productivas como: caña, tilapia, forrajes y ganado.

Todos cuentan con maquinaria propia lo que les brinda autonomía en la ejecución de todas sus labores. Además que cuentan con personal permanente capacitado y con gran acceso a la tecnología.

Este estrato de la población son los líderes en la actividad con respecto a la adquisición de nueva maquinaria, equipo y el uso de insumos nuevos, por lo que se pueden considerar como diseminadores de tecnología, puesto que una vez que las fincas grandes empiezan a usar un paquete nuevo, posteriormente los medianos y pequeños tratan de adquirirlo para probarlo.

El financiamiento para estos productores no es una gran limitación, pues debido al tiempo dedicado a la actividad, además del prestigio desarrollado, las relaciones con bancos son muy buenas. Por otra parte al contar con otras actividades productivas, en algunas ocasiones, estas actividades pueden financiar la actividad arrocera.

## **4.2 Cálculo de índices de ecoeficiencia**

Los índices de ecoeficiencia, tal y como se menciona en la metodología, fueron calculados individualmente, sin embargo, para su presentación se incluye la media y la desviación estándar de cada uno de los estratos.

### **4.2.1 Índices de uso y toxicidad de agroquímicos**

Este índice se incluye gracias a la experiencia de La Pacífica, que ya por tres años lleva datos del consumo de agroquímicos. Como parte de la política ambiental de esta empresa se establece no usar agroquímicos de etiqueta roja, los cuales representan el grupo más tóxico. Además se limita el consumo de agroquímicos de etiqueta amarilla a un máximo

de 10 por ciento del total consumido por año. Al iniciar el estudio se esperaba que el consumo de agroquímicos en las demás fincas estudiadas estaría muy lejos de estos límites. Sin embargo, como se aprecia en el cuadro 3, los resultados obtenidos fueron distintos.

Cuadro 3. Resultados de los índices de ecoeficiencia consumo y toxicidad de agroquímicos para los tres estratos, media y desviación estándar.

Estrato	Area	Índices de ecoeficiencia	
		Kg de ia/ha	% etiqueta amarilla
<b>I Pequeños</b>			
Media	7.73	2.27	13.11
Desviación estándar	1.83	0.71	14.93
<b>II Medianos</b>			
Media	31.50	4.12	16.67
Desviación estándar	8.53	2.29	11.72
<b>III Grandes</b>			
Media	294.38	4.34	12.08
Desviación estándar	162.16	2.42	7.21

El consumo total de ingrediente activo (i.a) por hectárea es más alto en las fincas grandes, puesto que estas cuentan con mayor acceso a recursos y menor eficiencia en su uso, pues debido a la escala, el desperdicio de agroquímicos es mayor. Mientras que los productores pequeños son los que menos consumen químicos, esto debido a sus recursos limitados para adquirir más insumos.

La cantidad de ingrediente activo aplicada por hectárea, no sólo brinda información sobre el impacto ambiental que la actividad puede estar generando, sino a su vez puede mostrar la incidencia de plagas y enfermedades que se tuvo en el cultivo. Por lo tanto es de esperar que al aplicar mayor cantidad de agroquímicos el rendimiento se pueda ver disminuido.

Otro aspecto que se puede conocer a través de este índice es el manejo del cultivo brindado por el productor, sobre todo el manejo de plagas y enfermedades. Una finca con un índice bajo no sólo puede mostrar menos contaminación, menor incidencia de plagas y enfermedades, sino también la capacidad del productor de manejar adecuadamente el cultivo.

En las 22 fincas analizadas, durante el verano 2002, el mayor consumo de ingrediente activo se dio por herbicidas, seguido por los insecticidas y los fungicidas. Se debe recalcar, que en algunas fincas el mayor consumo se dio en insecticidas. De modo que depende de la incidencia de plagas y enfermedades.

Para el caso de Costa Rica y, específicamente, para el arroz bajo riego en Guanacaste no se encontró documentado el consumo de ingrediente activo, excepto la información generada por este estudio. De modo que en promedio se consumieron 2.55 kg de ingrediente activo por hectárea. Para comparar otros países, Barker y Herdt (1985) citados por Rola y Pingali (1993) reportan para la India un consumo de 0.33 kg i.a/ha. En contraste, el consumo en Corea reportado es de 10.7 kg i.a/ha y en el Japón de 14.3 kg i.a/ha. Además mencionan que para 1988 los insecticidas usados en el arroz sumaron el 15% del consumo global de insecticidas. Para el caso de Filipinas, quien comparte el 2.6% del mercado total de pesticidas, más de la mitad de los pesticidas vendidos fueron insecticidas (55%), herbicidas 19% y fungicidas 15%.

El porcentaje de ingrediente activo de etiqueta amarilla consumido no es muy lejano al 10% establecido por La Pacífica y el resultado más sorprendente fue que sólo en una de las 22 fincas estudiadas se aplicó un 0.6% de etiqueta roja. De modo que el tipo de agroquímicos usado no es tan tóxico como se esperaba.

Actualmente, la tendencia de las casas fabricantes de agroquímicos es de desarrollar productos menos tóxicos y más fáciles de manejar. Sumado a esto la crisis actual de la actividad arrocera a causado una disminución en los precios de los agroquímicos y una disposición mayor de los comerciantes de insumos a ofrecer mejores servicios a los productores, tales como análisis de suelos y asistencia técnica por la compra de sus productos.

En la actividad arrocera el ciclo de producción se limita a cuatro meses, dependiendo de la variedad, por lo que cada seis meses se cambia el paquete tecnológico, al menos en uno de sus aspectos. Con respecto a los agroquímicos la rotación es grande, no obstante, en cada ciclo se consumen mucho de los productos nuevos, sin aplicarse una combinación, con el fin de evitar el desarrollo de resistencia por parte de las plagas y enfermedades.

De modo que la elección de aplicar un agroquímico de etiqueta roja, amarilla o verde no responde a una conciencia ambiental por parte del productor, sino a la disponibilidad del producto, el precio y la moda entre los productores. Puesto que, sobre todo en los pequeños, al no tener asistencia técnica ni definir el consumo de químico basados en criterios técnicos, es muy frecuente escuchar que una de las razones por las que escogieron aplicar cierto químico fue por que ese producto es el más usado en la temporada o por recomendación de algún vecino.

No obstante, los índices de consumo de ingrediente activo y toxicidad del mismo, brindan información valiosa. Respecto a la contaminación ambiental se debería tomar otras características de los agroquímicos tales como: degradabilidad, persistencia, relación con otras poblaciones, entre otros. De esta manera se puede conocer más a fondo el impacto ambiental que pueden estar provocando las fincas.

Ongley (1996) menciona los factores a los que está asociado el impacto sobre la calidad del agua asociado con agroquímicos:

- ☞ Ingrediente activo en la formulación del pesticida
- ☞ Contaminantes existentes como impurezas en el ingrediente activo
- ☞ Aditivos que son mezclados con el ingrediente activo (agentes humectantes, solventes, diluyentes, adhesivos, emulsificantes y preservantes)
- ☞ Los compuestos degradados que se forman durante la degradación química, microbiana o fotoquímica del ingrediente activo.

De modo que no se puede sólo considerar la toxicidad como única característica para elegir el tipo de pesticidas a usar, en orden de disminuir la contaminación ambiental. Además Ongley (1996) menciona también factores que afectan la toxicidad de los pesticidas en sistemas acuáticos. Y al tratarse de producción de arroz bajo riego

permanente este aspecto cobra gran importancia, pues la contaminación del agua provocada por la actividad arrocerá debe de ser prioridad, sobre todo al encontrarse el distrito de riego rodeado de zonas protegidas y ecosistemas muy frágiles. Entonces el impacto ecológico de los pesticidas en el agua es determinado por los siguientes criterios presentados en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Criterios para determinar el impacto ecológico provocado por pesticidas.

<b>Criterio</b>	<b>Impacto ecológico</b>
Toxicidad	<p>La toxicidad para mamíferos y no mamíferos se expresa usualmente como DL<sub>50</sub> (Dosis letal media. Concentración del pesticida que mataría la mitad de los organismos luego de un periodo de prueba específico). Entre más baja es la DL<sub>50</sub>, más alta la toxicidad, valores entre 0-10 son extremadamente tóxicos.</p> <p>El efecto tóxico puede ser mortal o crónico (un efecto que no causa la muerte durante el periodo de prueba pero causa efectos visibles en el organismo tales como: cáncer y tumores, infertilidad, inhibición del crecimiento, efectos teratogénicos, etc.</p>
Persistencia	<p>Se mide como la vida-media, que es el tiempo requerido para que la concentración ambiental disminuya al 50%. Persistencia es determinada por procesos de degradación bióticos y abióticos. Los procesos bióticos son degradación y metabolismo, los procesos abióticos son principalmente hidrólisis, fotólisis y oxidación. Los pesticidas modernos tienden a tener vida-media corta, lo que refleja el periodo sobre el cual las plagas deben de ser controladas.</p>
Comportamiento ambiental	<p>El comportamiento ambiental de un pesticida es afectado por la naturaleza del mismo. Los minerales, la solubilidad y la volatilidad. Por lo que parámetros como la absorción en el suelo, solubilidad en el agua se usan para predecir su comportamiento.</p>
Compuestos degradados	<p>El proceso de degradación puede llevar a la formación de compuestos que pueden tener mayor, igual o menos toxicidad que el compuesto original.</p>

Adaptado de Ongley (1996)

Con los factores anteriormente mencionados, queda claro que al tratar de medir la contaminación provocada por el uso de agroquímicos no se debe de limitar a la cantidad de producto usado y su toxicidad. Por lo tanto se debe de tomar en consideración y continuar, tal y como lo enfoca la ecoeficiencia, innovando en este aspecto para mejor el uso y el monitoreo de los pesticidas.



#### 4.2.2 Índice de consumo de nitrógeno

El consumo de Nitrógeno en la producción arroceras provee información clave con respecto al manejo de las fertilizaciones y además de la contaminación ambiental que puede estar provocando esta práctica.

En el cuadro 5 se muestran los resultados de los tres estratos. La variación en este aspecto es menor, la media de los pequeños es menor, sin embargo, la variación en los tres estratos es alta.

Cuadro 5. Resultados del consumo de Nitrógeno por hectárea, media y desviación estándar por estrato de productores.

Estratos	Área	Índice de ecoeficiencia
		Kg de N /ha
<b>I Pequeños</b>		
Media	7.73	158.82
Desviación estándar	1.83	22.45
<b>II Medianos</b>		
Media	31.50	174.16
Desviación estándar	8.53	29.94
<b>III Grandes</b>		
Media	294.38	159.66
Desviación estándar	162.16	42.99

El estrato de los productores grandes y medianos se muestra mayor consumo de nitrógeno por hectárea. Mientras que los pequeños son los que consumen menos, esto debido directamente a sus limitaciones de financiamiento, disponibilidad de efectivo y de transporte de los insumos. A pesar de estas limitaciones los productores siempre dan prioridad a las fertilizaciones sobre las demás actividades.

En general se establece que el arroz de verano necesita 60 kg/ha de Fósforo, 30 kg/ha de Potasio y de 140-180 Kg/ha de Nitrógeno. También requiere el aporte de unos 30 kg/ha de Azufre y de 10 a 20 kg de Sulfato de Zinc (Sanabria, 1998). Pero esta no es la regla, sobre todo en el ciclo de verano, que debido a los fuertes vientos que azotan esta zona durante el periodo de verano. Los productores tratan de recuperar el estrés hídrico sufrido por el viento aplicando grandes cantidades de nitrógeno.

Esta situación no sólo provoca un mayor crecimiento en el cultivo, sino que aumenta considerablemente los costos de producción.

Al ser una zona de arroz bajo riego, la mayoría de los productores manejan una lámina constante de agua en el cultivo. Para realizar las fertilizaciones detienen el ingreso del agua por uno o tres días, tiempo que ellos consideran suficiente para que la planta absorba el fertilizante. Sin embargo, se pueden estar generando pérdidas en el agua del fertilizante que disminuyan su efecto.

#### **4.2.3 Índice de rendimiento y costos por hectárea.**

El rendimiento se habla de quintales por hectárea, de arroz húmedo y sucio. Este es el rendimiento de campo y es el más importante para los productores, para comparar su desempeño. Sin embargo, el rendimiento por el cual le pagan su producto es el calculado en la arrocería luego del análisis de calidad al que someten el arroz.

En el análisis de calidad se miden el porcentaje de humedad y el porcentaje de impurezas que tiene el arroz. Este análisis da un factor por el cual se multiplica el número de sacos de 73.6 kg que entregó el productor, este es el rendimiento en sacos seco y limpio.

El precio está establecido por saco de 73.6 kg de arroz limpio y seco. Es por esta razón que los resultados se presentan en esta unidad, puesto que de esta manera se recibirá el pago. El cual para el periodo de verano 2002 estuvo fijado en 6 240 colones por saco (\$ 17.33/saco ó \$235.5/tonelada).

El cuadro 6 muestra que el rendimiento obtenido por los productores pequeños, en el verano 2002, fue mayor que el obtenido por los medianos y grandes

Mediante este índice se puede mostrar los resultados de las fincas respecto a sus ingresos. De modo que al tener menores costos por unidad producida se puede considerar más eficiente.

Cuadro 6. Resultados de los índices de rendimiento por hectárea y costos por unidad  
Producida, media y desviación estándar por estrato.

Índices de ecoeficiencia					
Estratos	Área	Sacos /ha <sup>†</sup>	Ton/ha	Costo/saco (col)	Costo/ton(\$)
<b>I Pequeños</b>					
Media		61.02	4.49	5,541	209.20
D:E		9.68	0.71	1,129	42.63
<b>II Medianos</b>					
Media		58.02	4.27	4,727	178.46
D:E		6.53	0.48	977	36.89
<b>III Grandes</b>					
Media		57.55	4.24	3,880	146.49
D:E		5.33	0.39	1,024	38.67

<sup>†</sup> saco de 73.6 kg de arroz limpio y seco

A pesar de tener mayor rendimiento, los productores pequeños tienen a su vez los costos más elevados. Principalmente, el rubro que mayor gasto significa es la compra de los insumos, herbicidas, insecticidas, fungicidas y fertilizantes. Los productores pequeños, debido al poco volumen que consumen sólo compran en ventas de agroquímicos, quienes a su vez son revendedores o intermediarios. Esto provoca un sobreprecio en el producto de hasta un 25% del precio al que lo venden las casas comerciales o distribuidoras.

Entonces el productor pequeño gasta menos en mano de obra, pero mucho más en compra de insumos. Por su parte el productor grande y algunos de los medianos tienen capacidad de realizar sus compras directamente a los distribuidores, quienes además les brindan asesoría y le llevan los productos a las fincas, disminuyendo los costos por transporte.

Para el productor pequeño, a pesar de tener mayor rendimiento, el margen de utilidad es pequeño, pues sus costos son altos. Mientras que los productores grandes compensan sus rendimientos bajos con la disminución de costos, debida principalmente a su ventaja de poder adquirir insumos más baratos.

#### 4.3 Estructura de costos

La estructura de costos se presenta cada rubro en porcentaje del total de los costos que tuvo cada productor. El resultado es la media por cada estrato, sin embargo, el cálculo se

hizo individualmente. Al presentar la estructura de costos para cada estrato se pretende identificar los rubros que significan mayor gasto para los productores, además de conocer los costos totales por hectárea. En el cuadro 7 muestra los principales rubros definidos y el porcentaje que implicó cada uno dentro del total gastado por hectárea.

Cuadro 7. Resumen de las estructuras de costos de los tres estratos en porcentaje por cada rubro con respecto al total de costos, en colones y US dólares

Concepto	Estratos			
	Pequeños	Medianos	Grandes	Oficial*
<b>Gastos manejo</b>	<b>90</b>	<b>89.1</b>	<b>84</b>	<b>74.50</b>
Control malezas	6.7	6.6	17.6	10.7
Control plagas y enfermedades	10.1	7.8	10	15.1
Cosecha	25	21.8	21	10.2
Fertilización	18.8	20	21	17.0
Preparación terreno	11.3	8.1	12	10.6
Riego	3.4	2.3	1.4	1.9
Siembra	15	15.7	10	9.0
<b>Gastos generales</b>	<b>10</b>	<b>10.9</b>	<b>16</b>	<b>14.9</b>
Administración y técnico	0	0.8	3	4.7
Intereses	5	9	7	6.8
Seguro	4.5	1.1	5.9	3.4
Alquiler tierra	0	13	0	10.6
<b>Total costos por hectárea (\$)</b>	<b>800**</b>	<b>757</b>	<b>584</b>	<b>1090</b>
<b>Rendimiento (sac/ha)</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>57.5</b>	<b>58.5</b>
<b>Costo/ saco (\$)</b>	<b>13.1</b>	<b>13</b>	<b>10.1</b>	<b>18.6</b>
<b>Ingreso/hectárea***</b>	<b>1058</b>	<b>1006</b>	<b>997</b>	<b>1014</b>
<b>Utilidad/hectárea</b>	<b>258</b>	<b>249</b>	<b>413</b>	<b>-</b>

\* para enero 2002,

\*\*tipo de cambio:359.93

Precio por saco 6240 colones= \$17.34

\*\*\*estimado por estrato

Los productores pequeños son quienes tienen mayores gastos, siendo los rubros de cosecha y fertilización los más elevados. En el caso de la cosecha, deben de alquilar la maquinaria y el transporte del arroz a la arrocera, los precios que deben de pagar por estos servicios depende en gran medida por la oferta y demanda que impere en el momento de su cosecha. Puesto que el precio no está regulado y depende exclusivamente de las personas que ofrecen estos servicios. Mientras que los productores grandes alguno poseen maquinaria propia y otros cuentan con contratos establecidos con empresas que les brindan el servicio.

Los productores medianos muestran costos menores, principalmente logran esta baja en el control de plagas y enfermedades, una vez más por el precio al que adquieren los insumos y la preparación del terreno. Sin embargo, estos productores tienen un rubro alto que es el pago del alquiler de la tierra que les significó un 13% del total de los costos.

Por su parte los productores grandes tienen costos significativamente menores a los dos estratos anteriores. Uno de los rubros en los que tienen mayor ventaja es la siembra, puesto que la mayoría de ellos también son productores de semilla de arroz y además cuentan con maquinaria propia. Sin embargo, el control de malezas les resulta más caro, ya que se realiza a través de aplicaciones manuales y la contratación de mano de obra les resulta más caro.

Los productores grandes tienen costos más bajos y su margen de utilidad es mayor. A la hora de comparar la estructura de costos con el avío oficial, sobre el cual se realizan los préstamos bancarios, la ventaja de los productores grandes es mayor. Para el caso de los pequeños su margen es menor, por lo que es muy frecuente encontrar productores que no pudieron dar una buena asistencia al cultivo porque el préstamo no fue suficiente para cubrir los costos. Esto además refleja que el cultivo del arroz funciona mejor en escalas grandes.

El avalúo oficial responde a un paquete tecnológico específico, esto no significa que cada productor va a seguir dicho paquete, aunque este sea el ideal. Por lo contrario los gastos reflejados en este estudio corresponden a estrategias muy individuales. De modo que cada productor, al conocer el precio exacto que recibirá por su arroz, o sea el ingreso posible, trata de ajustar su paquete tecnológico, mejor dicho, sus gastos a ese ingreso estimado. Por este motivo se encuentran productores, quienes tratan de minimizar sus costos, implicando esto disminuir aplicaciones de agroquímicos, menos fertilizaciones, uso de mano de obra más barata, etc. Por el contrario otros productores tratan de maximizar sus ganancias cuidando bien su arroz para obtener mejores rendimientos. En ambos casos el riesgo de obtener pérdidas al final se mantiene debido a muy diversos factores.

En el caso específico del costo del riego, que incluye el agua y la mano de obra para mantener canales y verificar el agua, no alcanza el 4%, por lo tanto el agua no es un rubro

que preocupe a los productores, excepto al inicio de cada periodo cuando deben de contar con suficiente efectivo para cancelar el monto total del costo del agua por semestre.

Sin embargo, es evidente la necesidad de usar eficientemente el agua disponible para riego, pues dentro del Distrito de Riego la demanda ha aumentado considerablemente, especialmente por el desarrollo de proyectos de acuicultura. No obstante el SENARA, entidad encargada de suministrar el agua cuenta con pocos recursos para brindar educación a los productores e incentivar el desarrollo de tecnologías más apropiadas para mejorar el uso del agua en la producción de arroz.

#### 4.4 Paquetes tecnológicos

El análisis del paquete tecnológico usado por cada estrato se basa en la observación y entrevistas con los mismos productores. Los resultados se presentan en cada aspecto destacando el estrato que presenta ventaja sobre los demás estratos.

El cuadro 8 muestra que de los 15 aspectos principales seleccionados para comparar los tres paquetes tecnológicos encontrados.

Cuadro 8. Resultados de la comparación del paquete tecnológico usado por cada estrato de productores.

Aspecto	Pequeños	Medianos	Grandes
Manejo del agua	?	?	?
Semilla	?	?	?
Uso del suelo	?	?	?
Fertilizaciones	?	?	?
Uso de plaguicidas	?	?	?
Manejo de plagas	?	?	?
Manejo de malezas	?	?	?
Manejo de desechos	?	?	?
Comercialización	?	?	?
Uso de maquinaria	?	?	?
Cosecha	?	?	?
Acceso a tecnología	?	?	?
Innovación	?	?	?
Uso de mano de obra	?	?	?
Capacitación	?	?	?
Símbolos	? : Igualdad en los estratos		
	?: Se muestra en desventaja con respecto a los demás estratos		
	?: Se muestra en ventaja con respecto a los demás estratos		

De los 15 aspectos seleccionados los productores grandes muestran ventajas en nueve de ellos. Sin embargo, los paquetes tecnológicos encontrados no presentan grandes variaciones en cuanto a prácticas de manejo del cultivo en sí, sino más bien diferencias en calendario y maneras de ejecutar las actividades.

#### **4.4.1 Manejo del agua en fincas y el Distrito de Riego**

El manejo del agua puede ser la práctica más estándar dentro del paquete tecnológico usado por los productores de arroz dentro del distrito de riego. Esto puede deberse a que todos reciben el agua en la entrada de su finca, por gravedad y además todos pagan la misma tarifa por hectárea. El agua no significa un gasto importante (menos del 3,5% del total) de modo que no se le brinda mucha importancia.

Sin embargo, es el factor que puede convertirse en mayor limitación para la producción, por lo que en ocasiones en las que el abastecimiento del agua a fallado, los resultados han sido devastadores.

El método de riego usado por todos los productores participantes en la investigación fue el de riego con lámina continua. El consumo de agua para este tipo de riego es entre 8 000 y 15 000 m<sup>3</sup> / ha. Sanabria, 1994 reporta que si se realiza el fanguero el consumo se reduce a 8 000 m<sup>3</sup> / ha. En general el mayor consumo de agua se da durante la preparación del suelo, posterior a la siembra la demanda también es alta, pues se inunda el área de manera intermitente hasta que el cultivo esté bien establecido y con una altura de 15 a 20 cm. Es hasta entonces que se establece una lámina constante de agua de alrededor de 20-30 cm. Es entonces donde cubra gran importancia la nivelación del terreno, puesto que entre más uniforme se encuentre menor será el consumo de agua.

No obstante, la mayoría de productores están conscientes de la importancia de la nivelación del terreno para el buen manejo del agua y el cultivo, no todos tienen recursos para realizarlo. Puesto que los costos de la nivelación con el uso de rayo láser oscila entre 10 000 y 15 000 colones por hora. A esto se le suma la preparación previa, arada y rastreada del terreno, además de que las condiciones climáticas lo deben de permitir. La buena nivelación del terreno no sólo garantiza un mejor uso del agua, sino también facilita el manejo de malezas.

Otro aspecto importante en el uso del agua es el diseño mismo de la finca o lote. En el caso de productores pequeños, por limitaciones para invertir los canales regadores se encuentran en malas condiciones y en algunos casos hasta mal diseñados, lo que dificulta el ingreso del agua a la parcela aumentando de este modo el consumo total de agua.

En la mayoría de los casos el agua también es usada como herbicida, puesto que se limita el ingreso del agua para propiciar la germinación de las malezas no acuáticas, las que al inundar el terreno mueren. Sobre esta práctica, Bouman (2001) enfatiza que el control de malezas es un asunto especialmente crucial en el desarrollo de tecnologías para el ahorro del agua de riego, puesto que el agua pronto dejará de ser el herbicida más barato.

El consumo real de agua por hectárea o por tonelada de arroz producido no fue posible estimarlo, principalmente por limitaciones de infraestructura. A pesar de que algunos sectores del Distrito de Riego fueron diseñados para poder medir la cantidad de agua que ingresa a cada finca, esta infraestructura no se utiliza, sólo se realizan estimaciones y cálculos teóricos. SENARA tiene limitaciones tanto de personal como de equipo para realizar esta labor y en ninguna de las fincas visitadas cuenta con infraestructura diseñada para conocer el consumo real de agua. Además la tarifa de pago del agua de riego es por hectárea cultivada, no por volumen consumido, de tal manera que no existe ningún motivo por el cual el productor se preocupe por ahorrar agua.

La ecoeficiencia enfatiza en producir más utilizando menos recursos naturales y causando el menor impacto posible. Para el caso del distrito de Riego Arenal-Tempisque no sólo es importante usar eficientemente el agua, sino también procurar que el agua utilizada sea devuelta al sistema lo menos contaminada posible, de tal modo que a nivel de cuenca hidrográfica se cause el menor impacto posible. Para este efecto se hace necesario realizar un monitoreo de aguas residuales consistente y periódico.

SENARA ha realizado un monitoreo de aguas residuales y plaguicidas desde hace cuatro años, tres veces al año. Dentro de los parámetros monitoreados se encuentran: DQO, DBO, sólidos sedimentables, sólidos suspendidos totales, cloruros, sulfatos, potasio, alcalinidad, sodio, calcio, magnesio, sólidos totales, grasas y aceites. Además de 15



sustancias químicas de los agroquímicos más comunes. Así mismo la Hacienda La Pacífica ha tomado también la iniciativa de monitorear aguas residuales, para seguir su estrategia de ecoeficiencia y registrar su desempeño ambiental a través del tiempo.

No obstante en ambos casos existe un problema de diseño de muestreo, luego de analizar los resultados históricos obtenidos, en ambos casos menos del 0.5% estuvieron fuera de los rangos deseables. Esto debido, entre otros factores, a que el muestreo de las aguas se da completamente aislado de todas las demás actividades que determinan la contaminación. No se toma en cuenta el área que cubre el punto donde se toma la muestra, la edad del cultivo y las actividades que se han realizado recientemente. Además que no se ha medido el caudal presente en el momento y lugar de tomar la muestra de agua. De tal modo que se encontraron, en el caso de SENARA, por ejemplo, análisis de agroquímicos que ya no están en uso durante ese periodo en la actividad arrocera. Entonces se hace necesario el trabajo en conjunto con el productor y la recopilación sistemática de información.

Otro aspecto fundamental es la legislación existente en el país, ya que la que está vigente no es específica para las actividades agrícolas y no se aplica un monitoreo a la ejecución de la misma. De tal modo que no existe ningún incentivo o apoyo para las iniciativas, como la de La Pacífica, de mejorar su desempeño ambiental.

Además de la legislación, otro aspecto que complementa a la ecoeficiencia es la investigación. Puesto que es necesario conocer cuáles son los niveles de contaminación que se deben de manejar en el caso específico del Distrito de Riego y cada actividad que se realice dentro del mismo.

#### **4.4.2 Semilla**

El estrato de productores grandes inicia su ventaja con la calidad de la semilla que utilizan. Ya sea que tienen capacidad de comprar toda su semilla certificada o registrada, o que ellos mismos se dediquen a la producción de semilla para la Oficina Nacional de Semillas, quienes garantizan la calidad de la misma. El hecho de iniciar con una semilla de buena calidad les garantiza un buen inicio en el cultivo, por su vigor y porcentaje de germinación. Por su parte los productores medianos y pequeños, que no se financian con

el sistema bancario nacional, tienden a usar semilla del mismo arroz que cosechan, con esto se ahorran en la compra de la semilla y el transporte. Pero no tienen garantía de iniciar el cultivo con buen vigor y germinación. Esta práctica, según lo expresaron los mismos productores, en muchas ocasiones no les ha provocado problemas en el cultivo. No obstante, están muy conscientes de que la pérdida de vigor de la semilla se puede manifestar en cualquier momento.

#### **4.4.3 Uso del suelo**

En cuanto al uso del suelo los productores grandes tienen ventaja con respecto a los demás productores puesto que al disponer de mayor área tienen la posibilidad de rotar algunos lotes, generalmente los que resultan más problemáticos y con menores rendimientos. Por su parte los productores medianos, también pueden cambiar las parcelas que tienen alquiladas y buscar otras mejores, siempre contando con la limitación de haber adquirido un contrato previo o que no encuentre otras parcelas disponibles de acuerdo a sus necesidades. Mientras tanto los productores pequeños se ven obligados a seguir cultivando la misma tierra aunque presente problemas de fertilidad, malezas, plagas o de abastecimiento del agua.

Un aspecto importante es la preparación del suelo antes de la siembra, de las 22 fincas estudiadas el 45% realizaron fanguero. Esta práctica es considerada perjudicial para el ambiente debido a que se necesitan gran cantidad de agua para mezclar el suelo con los residuos de la cosecha y malezas presentes. No obstante, la mayoría de productores consideran que si el agua se deja reposar por más de tres días el suelo se sedimenta de modo que a la hora de drenar el agua la pérdida de suelo es mínima. Las ventajas de la preparación del suelo en húmedo son varias, principalmente se considera un método efectivo de control de malezas, McCoy et al (1994) reportan una disminución en costos por herbicidas 4.5 veces menor que en terreno preparado en seco (arado). Además de 137 kg más de rendimiento por hectárea. También Sanabria (1998) confirma que el consumo de agua para riego disminuye cuando el terreno ha sido fanguero, eso como resultado de la compactación que sufre el suelo.

#### **4.4.4 Fertilizaciones**

El programa de fertilizaciones, en las fincas grandes se aplica de una manera más puntual, de acuerdo al desarrollo del cultivo. Puesto que al contar con recursos adquieren los fertilizantes con anticipación, no tienen que preocuparse por buscar transporte y tienen mano de obra contratada con antelación para realizar estas labores. Los productores medianos a pesar de tener recursos para adquirir los fertilizantes y transportarlos, tienen algunas limitaciones con la contratación de mano de obra para realizar la labor. En cambio los productores pequeños al realizar ellos mismos la labor, la disponibilidad de recursos y el transporte se convierten en su principal limitación para realizar las fertilizaciones a tiempo.

#### **4.4.5 Uso de plaguicidas**

El uso de plaguicidas (herbicidas, fungicidas, insecticidas) es un aspecto en el que los productores pequeños muestran ventaja con respecto a los demás. En este caso, los pequeños logran hacer un uso más eficiente que los demás, puesto que las aplicaciones las realizan en su mayoría manualmente y son ejecutadas por ellos mismos o peones contratados pero que se mantienen bajo su supervisión. De esta manera se evitan desperdicios y malas aplicaciones. Por otra parte al tratarse de dosis pequeñas, en caso de que sobre parte de algún producto, se conserva y se utiliza en otra ocasión. Los productores medianos, al tratarse mayoritariamente de personas que se dedican a otras actividades, no pueden supervisar el uso de los plaguicidas tan de cerca, por lo que dependen del uso que le den sus empleados.

El caso de las fincas grandes la mayoría de las aplicaciones las realizan de manera aérea. Esta práctica se ve afectada significativamente durante el verano por el viento muy fuerte que afecta la zona, por lo que pierde efectividad. Además las aplicaciones manuales realizadas, por tratarse de cantidades grandes de producto, los desperdicios y malas aplicaciones se pueden dar en mayor proporción que en las fincas medianas y pequeñas.

#### **4.4.6 Manejo de plagas**

El manejo de plagas es un aspecto de gran importancia en la producción de arroz. A pesar de que se habla mucho de las grandes pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades en el cultivo, los productores no han hecho conciencia de la necesidad de hacer un manejo integrado de plagas. Para los productores pequeños, revisar la incidencia de plagas frecuentemente y valorar si es necesario una aplicación, es una tarea relativamente fácil, por el área pequeña que manejan y además de que su presencia en la finca es constante. Además, debido a su necesidad de usar los recursos de la mejor manera, evalúan constantemente el desempeño de los productos utilizados. Por lo tanto tienen ventaja sobre los demás productores. Además fue el único estrato en el cual se encontraron productores realizando labores propias del manejo integrado de plagas como el monitoreo de especies predatoras de plagas y el uso de índices de poblaciones para valorar las aplicaciones.

El caso de los productores medianos en el manejo de plagas, es distinto. Se encuentran productores que se han mantenido más estables en la actividad y han desarrollado más conciencia sobre la importancia del manejo de plagas, pero sólo un 3% contrata asesores para que les ayude a definir el tipo de productos y dosis a usar, además de identificar las plagas y enfermedades. Pero la mayoría maneja el cultivo de manera que las aplicaciones se hacen, prácticamente, siguiendo un calendario, de acuerdo a la edad del cultivo y no debido a la incidencia de plagas o enfermedades.

Para los productores grandes, que cuentan con personal calificado y la asesoría de expertos, el manejo de plagas debería ser más fácil. Sin embargo, por la dimensión de sus plantaciones se dificulta el monitoreo y control eficiente de las mismas. En la mayoría de las fincas cuentan con personal para monitorear la incidencia de plagas y enfermedades, pero no pasan de cuatro a cinco visitas por ciclo productivo. Por lo que terminan haciendo aplicaciones calendarizadas o aplicaciones de emergencia para disminuir el daño provocado.

Una plaga de gran importancia, especialmente durante el ciclo de verano, son las aves que consumen la semilla luego de la siembra. Esto debido a la ubicación del distrito de riego, que se encuentra en una zona de refugios de vida silvestre y parques nacionales.

Las aves, de las cuales se reportan más de seis especies predadoras de semillas (McCoy, 1994), son aves migratorias las que de enero a marzo hacen de las áreas protegidas su hábitat durante el día, para en la noche salir a comer el arroz de las fincas vecinas. Desde el momento que la semilla se deja en el campo y se drena el agua queda expuesta hasta que la planta alcanza dos o tres semanas de edad. Las aves no sólo consumen la semilla, sino que también sacan las plantas del suelo. McCoy (1994) reporta pérdidas en Bagatzí de hasta la mitad de los 1 800 kg de semilla sembrada en 10 hectáreas de terreno.

La plaga de aves no sólo significa un aumento significativo en el costo de mano de obra, puesto que se debe contratar personal para cuidar las plantaciones durante la noche, durante al menos tres semanas. Por otra parte existe el riesgo de tener que sembrar de nuevo el área, con los costos elevados de la semilla y la maquinaria o mano de obra para realizar la siembra. Con la de que en ocasiones se debe de resembrar dos veces, lo que conlleva un problema en la edad de la plantación, trayendo como consecuencia final menor rendimiento en la producción, pues se llega a la cosecha con plantas en estados de desarrollo diferente.

#### **4.4.7 Manejo de malezas**

El manejo de malezas se le facilita a los productores grandes, que como en el caso del uso del suelo, al contar con suficiente área pueden realizar rotaciones de lotes. De modo que si tienen lotes muy problemáticos con alta contaminación de malezas, los pueden someter a tratamientos y usar otras áreas. Lo mismo pueden hacer los productores medianos, teniendo en cuenta las limitaciones de contrato de la tierra alquilada o la disponibilidad de más tierra para alquilar. Por su parte los productores pequeños no tienen opción, puesto que no tienen más tierra ni suficientes recursos para poder dejar sin sembrar un ciclo para aplicar tratamientos caros que le ayuden a disminuir la población de malezas. La solución que han tomado, sobre todo con respecto al manejo de los arrozces contaminantes, ha sido la extracción manual de las malezas. Esta práctica es la solución más ajustada a su realidad, puesto que son ellos mismos y sus familias quienes ejecutan las labores.

El mayor problema de malezas lo representan los arrocetes contaminantes, los que por ser la misma especie y género que el arroz comercial dificulta seriamente su control. Además de tener características como un ciclo más corto (90-110 días), mayor altura, rápida diseminación, fácil desgrane, semillas con germinación diferencial, alta viabilidad (20-40 años) y alta resistencia al efecto de herbicidas selectivos (Castro Espitia, 1994), los convierte en una batalla casi perdida.

Si a lo anterior se le suma que para su control se recomienda el uso de semilla limpia, rotación de cultivos, limpieza de equipos, entre otros se puede notar que los productores pequeños y medianos están más expuestos a tener serios problemas con los arrocetes contaminantes. De hecho esta es la situación actual, en las fincas de productores medianos y pequeños la mayoría de ellos se vieron obligados a tratar el suelo practicando pregerminaciones y aplicaciones de herbicidas por un periodo de entre uno y dos meses y medio. Esto conlleva a un atraso en el ciclo de producción, además de los altos costos en herbicidas, aplicaciones, alquiler de maquinaria y el tiempo que la tierra no se está usando.

Por su parte las fincas grandes también están expuestas a este problema, pero en menor grado. Puesto que no comparten maquinaria con otros productores, no tienen vecinos cerca y pueden adquirir semilla de buena calidad, además de que si tienen problemas serios pueden dejar sin sembrar los lotes problemáticos para someterlos a tratamiento.

#### **4.4.8 Manejo de desechos**

El manejo de los desechos generados por la actividad arrocera, principalmente, envases de insumos, es un problema serio en el ámbito del distrito de riego. El consumo de insumo es muy similar en todos los estratos, por lo que la generación de desechos es un problema a cualquier escala. Para los productores pequeños el manejo se dificulta más, pues no cuentan con maquinaria para construir fosas y enterrarlos, como sí lo hacen algunos productores medianos. Tampoco posee vehículo propio para transportarlo al relleno sanitario, como también lo hacen algunos medianos. De modo que la única solución factible para este grupo es arrojarlos en algún sitio dentro de la parcela, donde se van acumulando, hasta que sean suficientes para quemarlos. Los recipientes de lata que no se queman quedan expuesto y en el mismo sitio, de esta manera se manejan los

desechos generados de los insumos que ingresan a la finca. Por su parte los productores grandes cuentan, en su mayoría, con el servicio de recolección por parte de las distribuidoras de agroquímicos, quienes al vender grandes volúmenes de producto prestan este servicio como un premio a sus clientes.

#### **4.4.9 Comercialización**

La comercialización, aunque no se considera parte del paquete tecnológico, es un aspecto determinante en el éxito del productor, por esta razón se incluye en el presente análisis y será ampliado en la parte de análisis de la situación actual de la actividad arroceras. La comercialización del arroz se encuentra regulada por el gobierno, puesto que el precio del arroz es fijado por decreto. A pesar de estar regulada existen diferencias significativas entre los estratos a la hora de vender el producto. Para el caso de los productores grandes cuentan con gran ventaja sobre los demás estratos, puesto que al producir grandes cantidades son clientes preferenciales de las arroceras, además de que tienen muchos años de producir, por lo que la relación es muy fuerte. En varios casos incluso son socios de las mismas arroceras, por lo que vender su producto y obtener un análisis justo que les garantiza un buen precio es una tarea fácil. Además cuentan con beneficios y privilegios, pues reciben premios por la calidad de su producto. Los productores medianos no cuentan con dichas ventajas, ellos también al igual que los pequeños están expuestos a no recibir un trato justo a la hora de realizar el análisis de calidad del arroz que entregan en la arrocera. Sin embargo, tiene facilidades como teléfono y transporte por lo que pueden buscar la mejor opción antes de llevar su producto a una arrocera.

En este aspecto los productores pequeños llevan las de perder. Pues en su mayoría no cuentan con la facilidad de comunicarse y transportarse para buscar la mejor oferta para su producto, por lo que una vez estando el producto en el camión que lo va a transportar deben decidir a cual arrocera llevarlo. Generalmente basan su decisión en los comentarios que hacen sus vecinos sobre los resultados obtenidos en el análisis los días anteriores. Una vez tomada la decisión no hay marcha atrás, de modo que se exponen a realizar largas filas para que su arroz sea recibido y a un análisis poco justo, de tal modo que el pequeño margen de utilidad que manejan los productores pequeños se puede perder hasta el último momento en que le realizan su análisis.

#### **4.4.10 Uso de maquinaria**

El uso de maquinaria agrícola es intenso en el proceso productivo del arroz, particularmente en la preparación del suelo. En este aspecto ocurre un fenómeno curioso y es que los productores pequeños tienen ventaja con respecto a los demás en cuanto a la eficiencia en el uso de la maquinaria. Los productores pequeños, casi en su totalidad, no cuentan con maquinaria propia, por lo que la deben alquilar. Actualmente, las tarifas cobradas por cada labor han ido disminuyendo, como consecuencia de la disminución en el área sembrada y el aumento en el número de maquinaria existente. Por su parte el productor pequeño al tener limitaciones de recursos, usa muy eficientemente la maquinaria, de modo que planifica muy bien que labores necesita su parcela y alquila esos servicios. Mientras tanto el productor mediano que alquila maquinaria y cuenta con mayores recursos, paga por los servicios pero no supervisa tan cuidadosamente la calidad del trabajo como sí lo hace el pequeño. También los productores medianos que cuentan con su propia maquinaria y que además prestan servicios, usan más la maquinaria e incluso le cuesta más cara la labor, pues debe de pagar otros servicios como el operario. Los productores grandes todos cuentan con maquinaria propia (tractores, sembradoras, aspersores) lo que les permite usarla sin limitaciones, de modo que se encuentran fincas que realizan hasta cinco veces la misma labor en el mismo lote. Finalmente, los productores que cuentan con maquinaria propia, dependiendo de las condiciones de cada caso, podría estar pagando más caro que los productores que alquilan los servicios de la maquinaria.

#### **4.4.11 Cosecha**

La labor de cosecha cierra el ciclo productivo. Los productores grandes tienen ventaja sobre los demás, puesto que algunos de ellos cuentan con cosechadora propia y sino, cuentan con contratos previos por este servicio. De modo que tienen a su disposición la maquinaria para iniciar esta labor en el momento que mejor lo decidan, además de tipo de maquinaria a usar, velocidad y otros aspectos que pueden disminuir la pérdida de grano a la hora de cosechar el producto. Por su parte los productores medianos deben de ajustarse a la oferta de maquinaria, que en época de cosecha se puede encontrar maquinaria procedente de distintas zonas arroceras del país que ya han terminado la



cosecha y se trasladan a la zona para aprovechar la ocasión de brindar el servicio. Los productores medianos, al tener mayores facilidades de contactar los servicios, conocen generalmente la disponibilidad de la maquinaria, además de poder negociar precios al contar con mayor área. Por su parte los productores pequeños se tienen que conformar con la maquinaria que llega cerca de su finca y contratar los servicios sin poder negociar precio y esperar su turno. Por lo general, al tratarse de área muy pequeñas se deben de ajustar a la fecha que decida el dueño de la maquinaria, puesto que es muy difícil que se pongan de acuerdo grupos de productores para contratar los servicios de maquinaria exclusivamente para un sector determinado.

#### **4.4.12 Uso de tecnología**

La tecnología en el arroz puede cambiar rápidamente, puesto que al tratarse de un cultivo con un ciclo tan corto, la tecnología se puede validar y adoptar rápidamente. Referente a este, aspecto los productores grandes tienen ventaja, una vez más, puesto que al tener un contacto directo con las casas comerciales proveedoras de insumos y equipo tienen acceso primero a la nueva tecnología. Además cuentan con personal especializado que puede aprender y poner en práctica las nuevas técnicas y también cuentan con recursos para poder hacer ensayos y validar su tecnología. Por su parte los productores pequeños y medianos, generalmente, se enteran de la nueva tecnología, luego de que las fincas grandes han hecho uso de la misma. En el caso de los pequeños la adopción de nueva tecnología es más lento, tanto por su limitación de recursos, como por el riesgo tan grande que significa cambiar la manera de manejar su cultivo.

#### **4.4.13 Innovación**

En cuanto a la innovación en el cultivo del arroz en esta zona, es prácticamente nula. Tanto productores grandes, medianos y pequeños no generan nuevas prácticas y técnicas de manejo del cultivo. Lo que ocurre normalmente es que se adoptan prácticas promovidas por casas comerciales y que corresponden a prácticas ya comunes en otros países. La innovación debería estar liderada por el gobierno tanto por el ministerio de agricultura y ganadería (MAG) como por la Corporación Nacional Arrocera (CONARROZ). No obstante, actualmente se encuentra prácticamente paralizada la investigación, o al menos los productores no están teniendo acceso a los resultados.

#### **4.4.14 Uso de mano de obra**

El uso de mano de obra no es tan intensivo en el arroz como en otros cultivos como el café. Sin embargo, hay labores como la fertilización que se realizan manualmente. El uso de la mano de obra es más eficiente en los productores pequeños, puesto que son ellos quienes más demandan mano de obra, por que la mayoría de labores (siembra, control de malezas, fertilizaciones, control de plagas) las realizan manualmente, dependiendo de la disponibilidad de efectivo. Además al contar con mano de obra familiar o de personas cercanas se supervisa muy bien las labores de modo que es muy efectivo el uso de la mano de obra. Por parte de los productores medianos, la desventaja está en que al no estar presente el productor durante la realización de las labores no se puede supervisar tanto la calidad de las labores como el rendimiento del personal, esto queda a cargo de algún empleado de confianza. Mientras que las fincas grandes cuentan con cuadrillas de empleados grandes que cubren extensiones también grandes, por lo que la supervisión y control de calidad se dificulta más. Otro aspecto es el precio pagado de la mano de obra, en las fincas grandes la mayoría paga los salarios fijados por ley además de todas las garantías sociales vigentes, esto convierte el precio de la mano de obra muy alto en comparación con el pagado por los pequeños y medianos, quienes no mantienen personal fijo y el precio de la jornada de trabajo se negocia entre las partes o incluso se llega a ser canjeado por otros servicios.

#### **4.4.15 Capacitación**

Otro aspecto importante dentro del paquete tecnológico es la capacitación, tanto del productor, como de su personal. Es a través de conocer nuevas prácticas, productos y equipo que se puede mejorar la manera de producir arroz y tratar de solucionar los problemas actuales. En el caso de los productores grandes, que ya son reconocidos dentro de la actividad, que además tienen acceso a toda la información relacionada con la actividad. Pero además tienen recursos disponibles para capacitar a su personal y adquirir material de apoyo, como libros, revistas que ayudan a mantenerse informados de las nuevas tendencias en la actividad. De esta manera se mantienen en ventaja sobre los demás estratos.

Los productores medianos al estar involucrados en otras actividades productivas o ser empleados tienen acceso a información que les ayuda a mantenerse informados, aunque no invierten mucho en capacitarse. Finalmente los productores pequeños sólo pueden contar con la capacitación que les brindan las instituciones públicas, que actualmente está representada en la zona por el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA).

Al asistir a charlas patrocinadas por alguna casa comercial, se pudo observar que sólo asistieron productores medianos y grandes, la participación de los pequeños fue nula a pesar de haber sido invitados. Al entrevistar a varios productores al respecto, expresaron no sentirse a gusto en dichas presentaciones, puesto que el nivel y el vocabulario usado no se ajustaban a su conocimiento. Ellos prefieren enterarse de los nuevos productos a través de sus vecinos y de la persona a quien le compran los insumos, en un ambiente más de confianza.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

1. Para analizar la ecoeficiencia de fincas productoras de arroz dentro del Distrito de Riego Arenal–Tempisque se necesita, además de, la información correspondiente a las labores de producción conocer mejor la capacidad de carga estimada de la tierra en que se genera dicha actividad productiva de tal modo que se tenga un rango dentro del cual se pueda ubicar el desempeño de cada productor.
2. La recolección de información para definir la ecoeficiencia de los productores debe de realizarse consistentemente durante varios ciclos productivos tanto de invierno como de verano, para poder realizar comparaciones válidas entre ellos y así conocer cual es la tendencia de la actividad arrocera en la zona. Sin embargo, cabe destacar que es precisamente en la recolección de información en donde la hacienda La Pacífica muestra ventaja con respecto a los demás productores, junto con el manejo de desechos y aspectos de seguridad laboral.
3. Los índices de ecoeficiencia utilizados en el estudio representan de manera confiable el desempeño de la actividad arrocera de la zona. No obstante es básico poder realizar la medición del consumo de agua real y también monitorear de manera representativa y constante los niveles de contaminación generados a este nivel, puesto que se trata de arroz bajo riego. Además la metodología utilizada se puede aplicar a otros sistemas productivos y así poder conocer el impacto ambiental y social generado por la actividad y sus resultados económicos.
4. Los tres estratos de productores estudiados mostraron paquetes tecnológicos muy similares. Sin embargo, los productores grandes mantienen el liderato en adopción de nuevas tecnologías, esto asociado con mayor y mejor acceso al financiamiento y la comercialización de sus cosechas.

## **5.2 Recomendaciones**

### **5.2.1 Ampliación de la metodología**

Un resultado importante de esta investigación es que, luego de seleccionar la muestra, definir los índices de ecoeficiencia pertinentes para la actividad arrocera, recolectar la información para poder calcularlos y obtener los resultados finales, se determina que no es suficiente para poder comparar dichos resultados entre los distintos productores. De modo que no se puede afirmar cuál es más ecoeficiente.

Por lo tanto se hace necesario extender la metodología planteada, sin embargo, no fue posible realizarlo durante esta investigación. Pero se recomienda para estudios posteriores adicionar los siguientes pasos a la metodología.

De acuerdo con la definición de ecoeficiencia, la cual busca modificar los sistemas productivos para que operen en un nivel en línea con la capacidad de carga estimada de la tierra. En primer lugar es necesario conocer cuál es la capacidad de los distintos ecosistemas que absorben el impacto ambiental generado por la actividad arrocera dentro de la cuenca del río Tempisque. De esta manera se pueden establecer niveles óptimos de contaminación que se deben estar generando. En este caso en general se cuenta con mucha información pero no a un nivel específico, por lo que se debe de considerar como más ecoeficiente el productor que menos ingrediente activo consume, insumos de menor toxicidad, menos nitrógeno, etc. Una vez establecido el nivel o rango óptimo se asigna una calificación, con la que cada productor puede tener una nota para cada índice y así establecer su desempeño en cada una de las áreas.

De los seis índices de ecoeficiencia seleccionados para analizar las fincas productoras de arroz, sus resultados no son suficientes para poder determinar cual finca o estrato de productores son los más ecoeficientes, puesto que los resultados varían mucho. Algunos obtuvieron índices positivos en los aspectos ambientales pero no en los económicos o sociales y viceversa. Por lo que se debe de ponderar cada uno de los índices y otorgar un peso a cada uno de acuerdo a la importancia que se le brinde en cada una de las áreas social, ambiental y económica. Este proceso se debe de realizar en consenso con los mismos participantes de la investigación. La ponderación se debe basar tanto en datos

técnicos específicos para cada índice como en la opinión de los interesados en la investigación.

La herramienta a utilizarse para poder definir la ponderación de los índices debería ser la encuesta estructurada dirigida directamente a los participantes de la investigación y acogida a los objetivos del estudio. Ya que es muy difícil definir cuál índice es más importante.

Con la ponderación para cada índice, posteriormente, se puede calcular una nota global que brinde un resultado final para cada productor, sería como una nota final obtenida en el periodo de estudio. De esta manera el resultado final será cada productor con una nota global que resume los resultados en cada índice de ecoeficiencia definido y así poder compararlos individualmente o entre estratos y finalmente conocer cuál es el más ecoeficiente, también conocer la tendencia de cada productor con el paso del tiempo y en general de la actividad arrocera dentro del distrito de riego.

### **5.2.2 Otras recomendaciones**

Diseñar un mecanismo de incentivo que motive a los productores a proporcionar información actualizada y a tiempo, que ayude a conocer mejor el sector arrocero. Además de crear un sistema de información único en el cual todas las instituciones puedan aportar información y también usarla.

Realizar investigaciones para conocer el consumo real de agua en la producción de arroz y la contaminación provocada por esta actividad

Es urgente desarrollar un programa de Manejo Integrado de Plagas, que ayude a disminuir el uso de agroquímicos y las pérdidas ocasionadas por este problema.

Para ayudar al desarrollo del distrito de riego es indispensable la coordinación entre las instituciones privadas y públicas que trabajan dentro del distrito, para poder enfocar mejor el rango de acción y así lograr usar los recursos disponibles de mejor manera.

## 6. LITERATURA CITADA

- Bouman, B.A.M. 2001. Water-efficient management strategies in rice production. IRRI International Rice Research Notes. 26.2:17-22.
- Catrol Espitia, H; Soto Aguilar, A. 1994. Control químico de arroces contaminantes con el uso de preemergentes selectivos al arroz comercial (*Oryza sativa* L.) en la Hacienda Mojica, Bagaces, Guanacaste. UCR.
- Cordero, V.A.1996. Situación actual, logros y perspectivas del cultivo de arroz en Costa Rica. Sp. *In* Congreso Nacional Agronómico y de Recursos Naturales.(IX, 1996, San José, Costa Rica). 1996. Sesiones de actualización y perspectiva: La agricultura de hoy para la Costa Rica de mañana. San José CR. Sp.
- Cortés Alvarado, A.P; Baltodano Mendoza, A.; Fonseca Murillo, G.; Gutierrez Espinoza, A. 1992. Las condiciones que determinan la organización de Asentamientos beneficiarios de Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Tesis Lic. UCR. Costa Rica. 291 p.
- Coto, M. 2001. El proyecto de riego Arenal Tempisque. *In* OET. 2001. La cuenca del río Tempisque: Perspectiva para un manejo integrado. Jorge A. Jiménez y Eugenio Gonzáles. 5 ed. Compiladores. San José, CR.150 p. p 73-82.
- Gutierrez, C.; Lücke, O. ; Solorzano, R. 1986. Proyecto Regional de Manejo de Cuencas CATIE.AID/ROCAP. 55 P.Turrialba, Costa Rica. *In* (CATIE-UICN). 1986. Integración de la conservación con el desarrollo en el proyecto de riego Arenal-Tempisque. Vol II. Documento de los consultores. Ed. Tirso Maldonado. Turrialba. CR.136 p.
- Hernández Roura, J.A. 1973. Algunos aspectos agronómicos, sociales y económicos de la producción de Arroz (*Oryza sativa* L), zona de Liberia. Tesis UCR. 94 p.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). 2000. IX Censo nacional de población y vivienda del 2000: Resultados generales. San José, CR. 80 p. Disponible en [www.inec.go.cr](http://www.inec.go.cr).
- Mateo-Vega, J. 2001. Características generales de la cuenca del río Tempisque. *In* OET.2001. La cuenca del río Tempisque: Perspectiva para un manejo integrado. Eds.Jorge A. Jiménez y Eugenio Gonzáles. San José, CR.150 p. p 32-72.
- Mora F, FM. 2002. Boletín informativo de arroz. Dirección mercadeo y agroindustria. Servicio de información de mercados. 3 p. Disponible en [www.mercanet.cnp.go.cr](http://www.mercanet.cnp.go.cr)

- Murillo, W. 2001. Desarrollo regional integral de la cuenca media del río Tempisque. *In* OET. 2001. La cuenca del río Tempisque: Perspectiva para un manejo integrado. Eds. Jorge A. Jiménez y Eugenio Gonzáles. San José, CR. 150 p. p 83-89.
- OET. 2001. La cuenca del río Tempisque: Perspectiva para un manejo integrado. Eds. Jorge A. Jiménez y Eugenio Gonzáles. San José, CR. 150 p.
- Oficina de arroz. 2001. Informe anual. San José, CR. 78 p.
- Rodríguez, A. 1986. Contaminación por agroquímicos: Estimación del Impacto Ambiental en el Área del Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. *In* CATIE-UICN. 1986. Integración de la conservación con el desarrollo en el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Vol II. Documento de los consultores. Ed. Tirso Maldonado. Turrialba. CR. 136 p. p. 67-85.
- Rola, A.C.; Pingali, P. 1993. Pesticides, rice productivity and farmer's health: an economic assessment. IRRI-WRI. Filipinas. 100p.
- Sanabria Loaiza, R. A. 1998. Guía técnica de la producción de arroz bajo riego. Guanacaste, Costa Rica. SENARA. 45 p.
- Scheaffer, R.L; Mendenhall, W. 1987. Elementos de muestreo. Editorial Iberoamérica. México. 321 p.
- SENARA-IICA-BID. 1993. Proyecto de Riego Arenal-Tempisque: Programa de riego en pequeñas áreas. Vol II. Estrategias del desarrollo de riego. Guanacaste, CR. 33 p.
- SENARA-MAG-IICA. 1992. Tecnología de producción para el cultivo de arroz en riego. Mejores Alternativas en el distrito de riego Arenal. Cuaderno Informativo para productores. No 2. Cañas, Guanacaste, Costa Rica.
- UNEP-WBCSD. 1998. Cleaner Production and eco-efficiency: complementary approaches to sustainable development. 5<sup>th</sup> International High level Seminar on Cleaner Production. September 28- Oct 1<sup>st</sup> 1998. Phoenix Park, Republic of Korea. Disponible en [WWW.wbcsd.org](http://WWW.wbcsd.org).
- WBCSD. 2000. Eco-efficiency creating more value with less impact. WBCSD. Suiza. 32 p. Disponible en [www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)
- WBCSD. 2000. Measuring Eco-efficiency: a guide to reporting company performance. WBCSD. Suiza. 36 p. Disponible en [www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org)
- Vazquez, A. 1986. Aspectos de suelo en el área del PRAT. *In* CATIE-UICN. 1986. Integración de la conservación con el desarrollo en el Proyecto de Riego Arenal-Tempisque. Vol II. Documento de los consultores. Ed. Tirso Maldonado. Turrialba. CR. 136 p. p 1-11



## ANEXOS

### Anexo 1. Producción mundial de arroz, principales productores (Mora, 2002)

ARROZ PILADO SEGÚN MERCADO: PRODUCCION, OFERTA TOTAL, COMERCIO, USO TOTAL E INVENTARIOS FINALES. En millones de toneladas.					
P. Agrícola	Producción	Of. Total	Comercio	Uso Total	Inv. Finales
<b>Mundial</b>					
99/00	408,45	541,52	24,09	398,50	143,01
00/01	396,99	540,01	25,02	403,00	137,01
01/02	392,61	529,62	23,40	404,20	125,42
<b>Estados Unidos</b>					
99/00	6,50	7,52	2,80	3,85	0,87
00/01	5,94	7,15	2,60	3,67	0,89
01/02	6,57	7,81	2,71	3,78	1,31
<b>China</b>					
99/00	138,94	234,94	3,23	133,76	98,50
00/01	131,54	230,04	1,33	134,34	94,23
01/02	126,70	220,93	1,81	134,61	85,12
<b>Japón</b>					
99/00	8,35	10,84	0,84	9,45	1,83
00/01	8,64	10,47	1,33	9,30	1,30
01/02	8,25	9,55	0,85	9,30	0,80
<b>Tailandia</b>					
99/00	16,50	17,56	6,55	9,60	1,41
00/01	16,83	18,24	7,50	9,99	0,75
01/02	16,83	17,58	7,00	10,05	0,53
<b>Vietnam</b>					
99/00	20,93	21,28	3,41	16,77	1,18
00/01	20,47	21,65	3,64	16,96	1,13
01/02	20,60	21,73	4,04	17,10	0,67
<b>Indonesia</b>					
99/00	33,45	40,28	1,50	35,40	6,37
00/01	32,00	38,37	1,30	35,88	3,80
01/02	32,50	36,30	1,60	36,36	1,54

SIM/CNP/MERCANET

[flormora@cnp.go.cr](mailto:flormora@cnp.go.cr)

<http://www.mercanet.cnp.go.cr> 1 de 3

Anexo 2. Proyección de importaciones de arroz para el periodo 2002/2003 (Mora, 2002)

ARROZ: ABASTECIMIENTO NACIONAL. PROYECTADO DE ENERO A DICIEMBRE/02 (En toneladas métricas y pilado)				
MES	INV. INIC.	1/.PROD. NAL 2/.	CONSUMO 1/.	SALDO
ENE/02	50.190	12.954	17.007	46.137
FEB.	46.137	554	17.007	29.684
MAR.	29.684	982	17.007	13.659
ABR.	13.659	982	17.007	-2.366
MAY	-2.366	3.901	17.007	-15.472
JUN.	-15.472	9.044	17.007	-23.435
JUL.	-23.435	23.522	17.007	-16.920
AGO.	-16.920	33.775	17.007	-152
SET.	-152	10.132	17.007	-7.027
OCT.	-7.027	17.537	17.007	-6.497
NOV.	-6.497	11.462	17.007	-12.042
DIC.	-12.042	45.833	17.007	16.784

1/. Los datos de Inventarios iniciales y consumo es suministrado por la Oficina del Arroz.

2/. Los datos de Producción Nacional corresponden a los estimados por las Direcciones Regio

3/. Importaciones estimadas.

Anexo 3. Producción de arroz por zonas (1992-1999). (Oficina del Arroz, 2001)

Zona/años	Producción (ton)							
	92/93	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00
Chorotega	23.883	22.242	22.418	19.191	22.114	24.828	25.442	30.578
Pacífico Central	10.998	8.749	8.114	7.939	9.171	7.105	7.378	8.324
Brunca	13.308	9.534	10.066	10.126	13.673	13.514	11.879	14.772
Huetar Norte	4.026	2.281	3.436	3.709	13.298	13.760	11.449	13.392
Huetar Atlántica	0	0	0	0	84	125	36	463
Central	266	54	77	0	53	0	0	0
<b>Total</b>	<b>52.480</b>	<b>42.861</b>	<b>44.112</b>	<b>40.966</b>	<b>58.394</b>	<b>59.333</b>	<b>56.184</b>	<b>67.531</b>

Anexo 4. Formulario para la recolección de datos

Fecha	Actividad	Insumo	Cantidad	Costo/unid	Costo insumo	Mano de obra	Costo M.O	Costo total/lat
Feb	Herbicida	Prowl	112,50	4.152,00	467.100,00			467.100,00
		Aura	37,50	21.385,00	801.937,50			801.937,50
		Invest	2.422,50	172,91	418.874,48			418.874,48
		Dash	15,00	3.465,00	51.975,00			51.975,00
		talcor	9,75	5.984,00	58.344,00			58.344,00
		Magnum	2,25	1.993,36	4.485,06			4.485,06
		Ally	187,50	274,54	51.476,25			51.476,25
Feb	Herbicida	Aura	15,00	21.385,00	320.775,00			320.775,00
		Invest	969,00	172,91	167.549,79			167.549,79
		Dash	6,00	2.345,00	2.345,00			2.345,00
		talcor	3,90	5.984,00	23.337,60			23.337,60
		Magnum	0,90	1.993,36	1.794,02			1.794,02
		Cosmo aguas	0,90	2.065,00	1.858,50			1.858,50
	avion	aplicación	1.050,00	221,76	232.848,00			232.848,00
-Mar	Aplicación	Propanil	180,00	2.242,24	403.603,20			403.603,20
		Karate	18,00	4.576,00	82.368,00			82.368,00
		Kadostin	18,00	9.130,88	164.355,84			164.355,84
		Garlon	48,00	5.632,00	270.336,00			270.336,00
		Aplicación	1.200,00	221,76	266.112,00			266.112,00
Abr	Aplicación	Metamidofos	90,00	1.946,30	175.167,00			175.167,00
		Applaus	12,00	11.418,00	137.016,00			137.016,00
		BioMq	30,00	3.254,90	97.647,00			97.647,00
		avión	900,00	221,76	199.584,00			199.584,00
May	Aplicación	Metamidofos	90,00	1.946,30	175.167,00			175.167,00
		Foliar	120,00	1.056,00	126.720,00			126.720,00
		Carbendazina	60,00	2.453,44	147.206,40			147.206,40
		Azufror	90,00	766,65	68.998,50			68.998,50
		Aplicación	1.200,00	221,76	266.112,00			266.112,00
-Ene	Siembra	1113 (kg)	11.040,00	206,52	2.279.980,80			2.279.980,80
	siembra	18-46-0	150,00	4.150,00	622.500,00			622.500,00
	1 fert	29-0-0	180,00	4.086,00	735.480,00			735.480,00
	2 fert	30-0-15	180,00	3.418,00	615.240,00			615.240,00
	3 fert	26-0-26	180,00	3.426,00	616.680,00			616.680,00
	4 fert	30-0-15	120,00	3.418,00	410.160,00			410.160,00
	aplic. Manual		810,00	675,00	546.750,00			546.750,00
	compactar			4.750,00	285.000,00			285.000,00
	siembra			15.000,00	900.000,00			900.000,00
Jun	cosecha			39.000,00	2.340.000,00			2.340.000,00
	mo riego			12.580,37	754.822,08			754.822,08
	administración			3.169,00	190.140,00			190.140,00
	agua			7.300,00	438.000,00			438.000,00
	asesoría			1.250,00	75.000,00			75.000,00
	gastos financiero			25.433,31	1.525.998,60			1.525.998,60
	transporte		7.024,67	100,00	702.467,00			702.467,00
								18.223.311,00

Anexo 5. Encuesta realizada para la caracterización de productores (julio 2002).

**Encuesta para Caracterización de productores de arroz ciclo verano 2002.  
CODIFICACIÓN**

**Aspectos generales**

1. Cuántos años tiene de producir arroz? \_\_\_\_\_  
1. hasta 5 \_\_\_\_\_ 2. 5-10 \_\_\_\_\_ 3. más de 10 \_\_\_\_\_
2. Tiene tierra:  
1. propia \_\_\_\_\_ 2. alquila \_\_\_\_\_ 3. ambas \_\_\_\_\_
3. Cuánta área sembró en el verano 2002 \_\_\_\_\_  
1. hasta 10 ha \_\_\_\_\_ 2. 10-50 ha \_\_\_\_\_ 3. más de 50 ha \_\_\_\_\_
4. ¿Qué distancia debe recorrer para llegar a su plantación? \_\_\_\_\_  
1. menos de 5 km \_\_\_\_\_ 2. de 5 a 20 km \_\_\_\_\_ 3. más de 20 km \_\_\_\_\_
5. ¿Cómo se moviliza?  
1. carro propio \_\_\_\_\_ 2. otro \_\_\_\_\_
6. Nivel de educación  
1. Primaria \_\_\_\_\_ 2. secundaria \_\_\_\_\_ 3. otra \_\_\_\_\_
7. Número de personas en su familia \_\_\_\_\_  
1. hasta 2 \_\_\_\_\_ 2. de 2 a 5 \_\_\_\_\_ 3. más de 5 \_\_\_\_\_
8. Es afiliado a alguna (s) organización  
1. Cooperativa \_\_\_\_\_ 2. Asociación \_\_\_\_\_ 3. UPA \_\_\_\_\_ 4. Comité usuarios \_\_\_\_\_ 0. No \_\_\_\_\_
9. Realiza otras actividades además de la producción de arroz?  
1. Empleo \_\_\_\_\_ 2. otro cultivo \_\_\_\_\_ 3. comercial \_\_\_\_\_ 0. No \_\_\_\_\_
10. Obtuvo financiamiento para el arroz?  
1. banco \_\_\_\_\_ 2. cooperativa \_\_\_\_\_ 3. venta agroquímicos \_\_\_\_\_ 4. Socio \_\_\_\_\_ 5. otro \_\_\_\_\_ 0. No \_\_\_\_\_

**Aspectos técnicos**

1. Recibió usted asistencia?  
1. INA \_\_\_\_\_ 2. IDA \_\_\_\_\_ 3. MAG \_\_\_\_\_ 4. casa comercial \_\_\_\_\_ 5. otro \_\_\_\_\_ 0. No \_\_\_\_\_
2. Cuál aspecto cree usted que necesita mayor apoyo técnico?  
1. Manejo riego \_\_\_\_\_ 2. malezas \_\_\_\_\_ 3. fertilización \_\_\_\_\_ 4. manejo plagas \_\_\_\_\_  
0. No necesita \_\_\_\_\_
3. Cómo preparó el terreno: 1. fanqueo \_\_\_\_\_ 2. cero \_\_\_\_\_ 3. convencional \_\_\_\_\_
4. Hizo aplicaciones aéreas? 0 no \_\_\_\_\_ Cuántas? \_\_\_\_\_. En total \_\_\_\_\_

5. Cuántas fertilizaciones realizó?\_\_\_\_\_
6. La maquinaria la 1. alquiló\_\_\_\_\_ 2. es propia\_\_\_\_\_
7. En qué lugar (es) adquirió los insumos agrícolas?  
1. Cooperativa\_\_\_ 2. Bagaces\_\_\_ 3. Cañas\_\_\_ 4. Liberia\_\_\_ 5. Casa comercial\_\_\_
8. La semilla la  
1. compró\_\_\_\_\_ 2. autoconsumo\_\_\_\_\_
9. Qué variedad? 1. CR1113\_\_\_ 2. CR1821 3. FeDe 50\_\_\_ 4. 4338\_\_\_\_\_
10. Del arroz cosechado deja para el consumo de su familia? 1. Sí\_\_\_\_\_ 2. compra\_\_\_\_\_
11. Cuántos empleados fijos tuvo durante el ciclo verano 2002?\_\_\_\_\_
- 12.Cuál fue el rendimiento que obtuvo?\_\_\_\_\_ quintales/ha
- 13.Cuál fue el mayor problema que tuvo en la producción?  
1. Malezas\_\_\_ 2. Plagas\_\_\_ 3. Enfermedades\_\_\_ 4. clima\_\_\_ 5. Agua\_\_\_  
6. Financiamiento\_\_\_\_\_

#### **Aspectos ambientales**

- 1.Cuál actividad considera que tiene mayor impacto ambiental negativo?  
1. Preparación de suelo\_\_\_\_\_ 2. aplicación de químicos\_\_\_  
3. mal uso del agua\_\_\_\_\_ 4. Otra\_\_\_\_\_
2. Qué hace con los envases y la basura en su finca?  
1. Los quema\_\_\_\_\_ 2. los entierra\_\_\_\_\_ 3. otro\_\_\_\_\_
3. Considera usted que el agua se usa:  
1. eficientemente\_\_\_\_\_ 2. se desperdicia\_\_\_\_\_
4. Si se desperdicia cual considera que es la causa  
1. Por falta de conocimiento\_\_\_ 2. es muy barata\_\_\_ 3. falta incentivos\_\_\_ 4. 0. No\_\_\_

#### **IV Aspectos institucionales**

- 1.Cuál institución tiene mayor contacto con usted  
1. INA\_\_\_ 2. IDA\_\_\_ 3. MAG\_\_\_ 4. SENARA\_\_\_ 5. CNP\_\_\_ 6. otra\_\_\_ 0. Ninguna\_\_\_
2. Considera usted que el análisis de calidad en la arrocera fue justo?  
1. Si\_\_\_ 2. No\_\_\_\_\_