



Solutions for environment and development  
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL  
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
ESCUELA DE POSGRADO

Adopción de sistemas diversificados de producción agropecuaria como  
mecanismos de adaptación al cambio climático en el marco del manejo  
y gestión de cuencas hidrográficas en Sixaola, Costa Rica

por

Paola Karolina Pinto Valencia

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

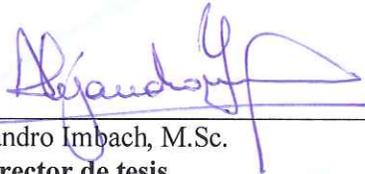
*Magister Scientiae* en Manejo y gestión integral de cuencas  
hidrográficas

Turrialba, Costa Rica, 2012

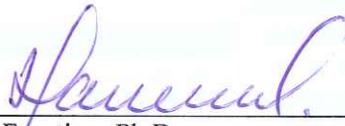
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por la División de Educación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del estudiante, como requisito parcial para optar por el grado de

**MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y GESTIÓN INTEGRAL DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

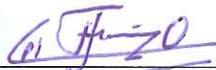
**FIRMANTES:**



Alejandro Imbach, M.Sc.  
**Codirector de tesis**



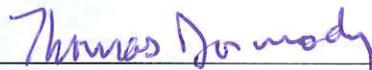
Jorge Faustino, Ph.D.  
**Codirector de tesis**



Laura Benegas, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Ariel Amoroso, M.Sc.  
**Miembro Comité Consejero**



Thomas Dormody, Ph.D. / Francisco Jiménez, Dr. Sc.  
**Decano / Vicedecano de la Escuela de Posgrado**



Paola Karolina Pinto Valencia  
**Candidata**

## **DEDICATORIA**

A mis padres Vicente y Adelita,  
a mis hermanos y sobrina Vane, Majo, Esteban y Valeria,  
con todo mi amor.

A mi familia y a mis amigos/as de siempre.  
A toda mi promoción, CATIE 2011.

## AGRADECIMIENTO

*Con infinita gratitud...*

A los miembros de mi comité asesor de tesis, Alejandro Imbach, Jorge Faustino, Ariel Amoroso y Laura Benegas, así como a Francisco Jiménez; el tiempo brindado, todos sus aportes y guía fueron pilares fundamentales para mi investigación; merece un reconocimiento especial la calidez humana de cada uno de ellos.

A la Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza (UICN) – Oficina regional Mesoamérica (ORMA), por brindarme un espacio profesional y humano por demás gratificante para el desarrollo de mi investigación.

A Pedro Cordero, Rosa Bustillos y Juan Carlos Barrantes por la acogida dentro del equipo técnico de UICN – Sixaola y del Corredor Biológico Talamanca Caribe (CBTC), pero sobre todo por su hospitalidad y su valioso apoyo en el desarrollo de la investigación.

Al equipo técnico y todo el personal de CBTC por hacer de mi estancia en Hone Creek un verdadero hogar y compartir conmigo su profesionalismo y alegría, principalmente Alejandro, Wilson, Karla, Sebastián, Jonathan, Gustavo, Benito y Doña Gume.

A todos los expertos de CATIE a los cuales consulté; al equipo de Biometría, en particular a Sergio Vilches y en Cambio Climático a Angela Diaz y Christian Brenes; a todo el personal de la escuela de posgrado, especialmente Aranjid, Marta, Alfonso, Jeannette, Azalea y Juanito; el valioso tiempo de cada uno en medio de sus múltiples ocupaciones dan cuenta de todo su profesionalismo y generosidad.

A las familias de Paraíso y Catarina, por permitirme compartir momentos inolvidables de aprendizaje y amistad; esta experiencia marca un hito en mi vida profesional; con todo mi afecto principalmente a Sonia, Luis, Marvin, Juan y Ana, Walter, Yeyo, Omar, Griselda, Daniela, Gladys, Clara, Yorleni, Noemy, Zeneida, Ramón y a toda la gran familia Vindas.

A las familias de Olga y José Luis Zúñiga, Mauricia y Gonzalo Moreno, y a las familias de Wilbert Gómez y Marvin Serrano; todos son un referente en el manejo sostenible de la agrobiodiversidad, pero principalmente son un ejemplo claro del “*buen vivir*”.

A las familias de Cayambe, en los Andes del Ecuador, quienes inspiraron originalmente este trabajo.

A todos y a cada uno de mis amigos y compañeros de promoción, por todos los días compartidos, por todas las sonrisas y momentos especiales, por ser para mí una verdadera familia; un particular agradecimiento a mis amigos de maestría Fer, Naty, Jhon, Caluca, Edgardo y Tulio; así como a Juanita, Ale, Yuriza, Majo, Nelly, Andre, Alfredo, Meme, Mafe, Eri, Josy, Rosita, Luis y Oscar. Definitivamente “*los amigos no se hacen, se reconocen*”.

A CATIE, porque estos años de maestría quedan guardados como una de las mejores experiencias de mi vida.

# CONTENIDO

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO REFERENCIAL</b>	<b>4</b>
<b>2.1 SISTEMAS DIVERSIFICADOS EN EL MARCO DE LA GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS</b>	<b>4</b>
<b>2.2 LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO</b>	<b>5</b>
2.2.1 Variabilidad climática y cambio climático	5
2.2.2 Vulnerabilidad al cambio climático	6
2.2.3 Vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria y opciones de adaptación al cambio climático	7
2.2.4 La seguridad alimentaria como opción para la adaptación al cambio climático	10
<b>2.3 LITERATURA CITADA</b>	<b>12</b>
<b>III. SEGURIDAD ALIMENTARIA COMO MECANISMO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DE LAS COMUNIDADES PARAÍSO Y CATARINA EN LA CUENCA DEL RÍO SIXAOLA</b>	<b>17</b>
<b>3.1 RESUMEN</b>	<b>17</b>
<b>3.2 ABSTRACT. FOOD SECURITY AS A MECHANISM OF ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE. THE CASE OF THE COMMUNITIES IN PARADISE AND CATARINA SIXAOLA RIVER BASIN</b>	<b>18</b>
<b>3.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>19</b>
3.3.1 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DE PARAISO Y CATARINA	19
3.3.2 PRINCIPALES RECURSOS (CAPITALES) DE PARAISO Y CATARINA	20
<b>3.4 RESULTADOS</b>	<b>23</b>
3.4.1 ESTADO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS DE PARAÍSO Y CATARINA	23
3.4.1.1 Disponibilidad de alimentos	23
a. Producción agrícola en Paraíso y Catarina	23
b. Procesos de cambio o reducción en la producción de granos básicos en Paraíso y Catarina	24
3.4.1.2 Acceso a alimentos	26
a. Medios y estrategias de vida de las familias campesinas de Paraíso y Catarina	26
b. Uso de alimentos y patrones de consumo	28
3.4.2 SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS Y MECANISMOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO	29
3.4.2.1 Percepción de impacto esperado (exposición)	29
3.4.2.2 Impacto provocado sobre los medios de vida productivos (sensibilidad)	30
3.4.2.3 Medidas de respuesta (capacidad adaptativa)	33
3.4.3 CAMBIOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, FACTORES DETERMINANTES	36
3.4.3.1 Factores que posibilitan la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria	37
3.4.3.2 Limitantes para la diversificación	39
3.4.4 Alternativas para promover la diversificación de sistemas productivos agropecuarios	40
<b>3.5 BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>41</b>

<b>IV. ARTÍCULO I. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA Y SU FUNCIÓN EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE PROVISIÓN DE ALIMENTOS EN LA CUENCA DEL RÍO SIXAOLA, COSTA RICA</b>	<b>42</b>
<b>4.1 RESUMEN</b>	<b>42</b>
<b>4.2 ABSTRACT. FARMING SYSTEMS AND THEIR ROLE IN THE PROVISION OF FOOD SUPPLIES IN THE RIVER BASIN SIXAOLA, COSTA RICA</b>	<b>43</b>
<b>4.3 INTRODUCCIÓN</b>	<b>44</b>
<b>4.4 METODOLOGÍA</b>	<b>46</b>
4.4.1 Procedimientos metodológicos para determinación de variables e indicadores para la tipificación y caracterización de los sistemas de producción agropecuaria	47
4.4.2 Procedimientos metodológicos para la determinación del estado de seguridad alimentaria de las familias	48
4.4.3 Procedimientos metodológicos para el análisis de sistemas de producción agropecuaria con relación al Índice de Seguridad Alimentaria (ISA)	49
<b>4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>49</b>
4.5.1 TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE PARAÍSO Y CATARINA	49
4.5.2 ESTADO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS EN PARAÍSO Y CATARINA	55
4.5.2.1 Disponibilidad de alimentos y agua segura	55
4.5.2.2 Acceso a alimentos	57
4.5.2.3 Consumo de alimentos y balance de nutrientes (energía y proteínas)	58
4.5.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD ALIMENTARIA (ISA)	60
4.5.4 ESTADO DE DIVERSIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA Y SU RELACIÓN CON EL NIVEL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS	61
<b>4.6 CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>4.7 LITERATURA CITADA</b>	<b>64</b>
<b>V. ARTICULO II. SISTEMAS DIVERSIFICADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA COMO MECANISMOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS EN LA CUENCA DEL RÍO SIXAOLA, COSTA RICA</b>	<b>67</b>
<b>5.1 RESUMEN</b>	<b>67</b>
<b>5.2 ABSTRACT. DIVERSIFIED FARMING SYSTEMS AS MECHANISMS OF ADAPTATION OF CLIMATE CHANGE OF PEASANT FAMILIES IN SIXAOLA RIVER BASIN, COSTA RICA</b>	<b>68</b>
<b>5.3 INTRODUCCIÓN</b>	<b>69</b>
<b>5.4 METODOLOGÍA</b>	<b>71</b>
5.4.1 Procedimientos metodológicos para la tipificación y caracterización de los sistemas de producción agropecuaria	72
5.4.2 Procedimientos metodológicos para la determinación del nivel de vulnerabilidad de los sistemas productivos	73

5.4.3	Procedimientos metodológicos para el análisis del nivel de exposición de los sistemas productivos _____	73
5.4.4	Procedimientos metodológicos para el análisis del nivel de sensibilidad de los sistemas productivos _____	74
5.4.4.1	Procedimientos metodológicos para el análisis de la capacidad adaptativa local _____	75
5.4.5	Procedimientos metodológicos para el análisis de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria _____	76
<b>5.5</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____</b>	<b>76</b>
5.5.1	TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE PARAÍSO Y CATARINA _____	76
5.5.2	VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS _____	82
5.5.2.1	Análisis del nivel de exposición de los sistemas productivos _____	82
c.	Nivel de cambio esperado a nivel comunitario _____	82
d.	Estimación del impacto esperado a nivel de finca _____	86
5.5.2.2	Nivel de impacto provocado sobre los medios de vida productivos a nivel local (sensibilidad de los sistemas productivos) _____	87
5.5.2.3	Capacidad adaptativa local y principales opciones de respuesta _____	87
e.	Capacidad adaptativa local, a nivel comunitario _____	87
f.	Elementos de adaptación a nivel de finca identificados en la zona de estudio _____	89
5.5.3	VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN LAS COMUNIDADES PARAÍSO Y CATARINA _____	90
<b>5.6</b>	<b>CONCLUSIONES _____</b>	<b>92</b>
<b>5.7</b>	<b>LITERATURA CITADA _____</b>	<b>93</b>
<b>VI.</b>	<b><i>ARTÍCULO III. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN DE SISTEMAS DIVERSIFICADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA COMO MECANISMOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO _____</i></b>	<b>96</b>
<b>6.1</b>	<b>RESUMEN _____</b>	<b>96</b>
6.2	ABSTRACT. PROPOSED METHODOLOGY FOR EVALUATION AND PROMOTION OF DIVERSIFIED FARMING SYSTEMS AS MECHANISMS OF ADAPTATION _____	98
<b>6.3</b>	<b>INTRODUCCIÓN _____</b>	<b>100</b>
<b>6.4</b>	<b>METODOLOGÍA _____</b>	<b>102</b>
6.4.1	Procedimientos metodológicos de la investigación _____	104
<b>6.5</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____</b>	<b>106</b>
6.5.1	Etapas del proceso metodológico propuesto _____	106
6.5.2	Aspectos considerados para la realización de análisis y determinación de índices _____	111
6.5.2.1	Variables e indicadores utilizados para la caracterización y tipificación de sistemas de producción agropecuaria _____	111
6.5.2.2	Variables e indicadores para la determinación del índice de seguridad alimentaria (ISA) _____	112
6.5.2.3	Variables e indicadores para la determinación del nivel de vulnerabilidad de los sistemas productivos (NV) _____	113
6.5.2.4	Estrategias para la promoción de prácticas para la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria _____	117

6.6	LECCIONES APRENDIDAS _____	128
6.7	LITERATURA CITADA _____	130

## INDICE DE CUADROS

<i>Cuadro 1. Objetivos y preguntas de investigación .....</i>	<i>2</i>
<i>Cuadro 2. Tipos y ejemplos de opciones de adaptación para el sector agropecuario .....</i>	<i>8</i>
<i>Cuadro 3. Principales recursos (capitales) de las comunidades Paraíso y Catarina .....</i>	<i>20</i>
<i>Cuadro 4. Factores determinantes en el cambio de producción de granos básicos en Paraíso y Catarina .....</i>	<i>24</i>
<i>Cuadro 5. Factores que determinan el cambio o reducción en la producción de granos básicos en Paraíso y Catarina .....</i>	<i>25</i>
<i>Cuadro 6. Medios de vida productivos de Paraíso y Catarina.....</i>	<i>27</i>
<i>Cuadro 7. Características de las inundaciones del río Sixaola, y sus efectos en Paraíso y Catarina de acuerdo a su nivel de intensidad y cercanía al cauce principal .....</i>	<i>29</i>
<i>Cuadro 8. Principales daños provocados por las inundaciones del río Sixaola en las poblaciones de Paraíso y Catarina en función de los medios y estrategias de vida afectados .....</i>	<i>30</i>
<i>Cuadro 9. Percepción del impacto provocado sobre los capitales natural y físico debido a eventos climáticos o hidrológicos .....</i>	<i>32</i>
<i>Cuadro 10. Opciones de respuesta (elementos de adaptación) identificadas por las familias de Paraíso y Catarina, frente a la ocurrencia de fenómenos climáticos e hidrológicos .....</i>	<i>34</i>
<i>Cuadro 11. Nivel de reacción de las familias frente a los eventos climáticos e hidrológicos percibidos .....</i>	<i>34</i>
<i>Cuadro 12. Elementos de adaptación al cambio climático identificados en las fincas familiares, de acuerdo al énfasis de la producción .....</i>	<i>35</i>
<i>Cuadro 13. Beneficios proporcionados por los sistemas agropecuarios, de acuerdo al énfasis de la producción.....</i>	<i>35</i>
<i>Cuadro 14. Factores que posibilitan la diversificación de los sistemas productivos.....</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 15. Limitantes identificadas en Paraíso y Catarina para la diversificación de los sistemas productivos.....</i>	<i>39</i>
<i>Cuadro 16. Propuesta para el diseño y ejecución de proyectos de diversificación.....</i>	<i>40</i>

<b>Cuadro 17. Tipos de sistemas productivos y variables de clasificación .....</b>	<b>51</b>
<b>Cuadro 18. Tipos de sistemas productivos y variables de clasificación .....</b>	<b>78</b>
<b>Cuadro 19. Registro de inundaciones históricas ocurridas en la Cuenca del río Sixaola .....</b>	<b>83</b>
<b>Cuadro 20. Nivel de asociación para las variables de sensibilidad, según análisis de correlación.....</b>	<b>87</b>
<b>Cuadro 21. Análisis comparativo entre los tipos de sistemas productivos con relación a las variables de vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa) .....</b>	<b>91</b>
<b>Cuadro 22. Etapas de la propuesta metodológica y productos esperados.....</b>	<b>105</b>
<b>Cuadro 23. Métodos específicos para la toma de datos para caracterización de las estrategias y medios de vida .....</b>	<b>107</b>
<b>Cuadro 24. Métodos específicos para la toma de datos para la evaluación del estado de seguridad alimentaria.....</b>	<b>108</b>
<b>Cuadro 25. Métodos específicos para la toma de datos para el análisis de vulnerabilidad de los sistemas productivos.....</b>	<b>109</b>
<b>Cuadro 26. Métodos específicos para la toma de datos para el análisis de vulnerabilidad de los sistemas productivos.....</b>	<b>110</b>
<b>Cuadro 27. Variables e indicadores para la caracterización y tipificación de los sistemas de producción agropecuaria.....</b>	<b>112</b>
<b>Cuadro 28. Variables e indicadores para la determinación del índice de seguridad alimentaria (ISA).....</b>	<b>113</b>
<b>Cuadro 29. Variables para el análisis del nivel de vulnerabilidad de los sistemas productivos .....</b>	<b>114</b>
<b>Cuadro 30. Indicadores construidos para el análisis de la capacidad adaptativa local .....</b>	<b>115</b>
<b>Cuadro 31. Principales resultados obtenidos a partir de la aplicación de la propuesta metodológica a nivel de finca.....</b>	<b>121</b>
<b>Cuadro 32. Principales resultados obtenidos a partir de la aplicación de la propuesta metodológica a nivel comunitario .....</b>	<b>124</b>
<b>Cuadro 33. Principales resultados obtenidos a partir del análisis realizado de acuerdo el enfoque de manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas.....</b>	<b>125</b>

## INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Uso de la tierra en la cuenca del río Sixaola (izquierda) y en la subcuenca “Sixaola medio” (derecha)</i>	19
<i>Figura 2. Tipos de sistemas agroforestales implementados en la zona</i>	38
<i>Figura 3. Cuenca del río Sixaola (izquierda) y ubicación de las comunidades Paraíso y Catarina en la subcuenca Sixaola Medio (derecha)</i>	46
<i>Figura 4. Parámetro de clasificación para balance energético y proteico, con un valor de <math>Z=1,64</math></i>	49
<i>Figura 5. Tipos de sistemas productivos identificados en la zona de estudio</i>	50
<i>Figura 6. Tipos de sistemas productivos en función de variables categóricas identificadas</i>	52
<i>Figura 7. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable de agrobiodiversidad</i>	53
<i>Figura 8. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable área productiva total</i>	54
<i>Figura 9. Procedencia de alimentos de la dieta diaria familiar según índice de Shanon (izquierda); principales componentes de la dieta con relación al origen (derecha); <math>n=44</math></i>	55
<i>Figura 10. Frecuencia relativas para el índice de disponibilidad de agua; <math>n=44</math></i>	56
<i>Figura 11. Medios de vida productivos de las familias de Paraíso y Catarina (derecha); diferenciación entre actividades según género (izquierda); <math>n=44</math></i>	57
<i>Figura 12. Principales componentes de la dieta diaria familiar en las comunidades Paraíso y Catarina; <math>n=44</math></i>	58
<i>Figura 13. Balance de energía y proteínas en relación a la categorización establecida con un valor de <math>Z=1,64</math>: bien (dentro del rango); sobre / bajo el rango; <math>n=44</math></i>	59
<i>Figura 14. Índice de seguridad alimentaria en relación al tipo de sistema productivo y error estándar; <math>n=44</math></i>	60
<i>Figura 15. Cuenca del río Sixaola (izquierda) y ubicación de las comunidades Paraíso y Catarina en la subcuenca Sixaola Medio (derecha)</i>	71
<i>Figura 16. Esquema del proceso dinámico de la adaptación</i>	76
<i>Figura 17. Tipos de sistemas productivos identificados en la zona de estudio</i>	77
<i>Figura 18. Tipos de sistemas productivos en función de variables categóricas identificadas</i>	79

<b>Figura 19. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable de agrobiodiversidad</b>	<b>80</b>
<b>Figura 20. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable área productiva total</b>	<b>81</b>
<b>Figura 21. Inundaciones históricas del río Sixaola, según testimonio de la zona</b>	<b>83</b>
<b>Figura 22. Percepción de las familias respecto a distribución de precipitación y cambios en los patrones de lluvia a partir de 2008</b>	<b>84</b>
<b>Figura 23. Cambios estimados para precipitación y temperatura anual, en la década de 2050 Model Ensemble Average, SRES emission scenarios</b>	<b>85</b>
<b>Figura 24. Nivel de impacto esperado en relación a las variables cercanía al cauce principal y niveles de intensidad de las inundaciones ocurridas</b>	<b>86</b>
<b>Figura 25. Análisis de capacidad adaptativa local en relación a las etapas del ciclo de adaptación</b>	<b>88</b>
<b>Figura 26. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable elementos de adaptación</b>	<b>89</b>
<b>Figura 27. Marco conceptual base para la generación de la propuesta metodológica</b>	<b>102</b>
<b>Figura 28. Cuenca del río Sixaola (izquierda) y ubicación de las comunidades Paraíso y Catarina en la subcuenca Sixaola Medio (derecha)</b>	<b>103</b>
<b>Figura 29. Etapas del proceso metodológico propuesto</b>	<b>104</b>
<b>Figura 30. Propuesta para la incorporación de enfoques conceptuales en la generación de alternativas y promoción de la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria a diferentes escalas: finca familiar, comunidad y cuenca hidrográfica</b>	<b>118</b>
<b>Figura 32. Esquema del proceso dinámico de la adaptación</b>	<b>123</b>
<b>Figura 33. Proceso metodológico propuesto para la evaluación y promoción de sistemas diversificados de producción agropecuaria a nivel de comunidad sobre la base del esquema del proceso dinámico de la adaptación</b>	<b>123</b>

## LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

<b>ACC</b>	Adaptación al cambio climático
<b>ASOPLATUPA</b>	Asociación de plataneros unidos de Paraíso
<b>CBTC</b>	Corredor Biológico Talamanca - Caribe
<b>DHS</b>	Desarrollo humano sostenible
<b>GRD</b>	Gestión del riesgo a desastres
<b>ISA</b>	Índice de seguridad alimentaria
<b>MGICH</b>	Manejo y gestión integrada de cuencas hidrográficas
<b>SSP</b>	Sistemas silvopastoriles
<b>SAF</b>	Sistemas agroforestales
<b>SP</b>	Sistemas productivos
<b>SA</b>	Seguridad alimentaria
<b>ODM</b>	Objetivos de desarrollo del milenio
<b>UICN</b>	Unión Internacional para la conservación de la Naturaleza
<b>PNUD</b>	Programa de Naciones Unidas para el desarrollo
<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental para el cambio climático, por sus siglas en inglés
<b>IMN</b>	Instituto Meteorológico Nacional – IMN
<b>OCSAS</b>	Organizaciones comunitarias de servicio de agua y saneamiento

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en la cuenca del río Sixaola en Costa Rica con el objetivo de diseñar y validar una guía metodológica integral para la evaluación del estado de los sistemas de producción agropecuarios y la promoción de sistemas diversificados como mecanismos de adaptación al cambio climático.

El marco conceptual sobre el cual se trabajó contempla los enfoques dados para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas (MGICH), el desarrollo humano sostenible y la adaptación al cambio climático, siendo el elemento clave la seguridad alimentaria como resultado de un servicio de provisión de los sistemas de producción agropecuaria; los análisis se realizaron a nivel de finca (n=44), a nivel de comunidad y a nivel de cuenca hidrográfica.

Los resultados obtenidos se encuentran detallados en cuatro capítulos. El primer capítulo se presenta a manera de estudio de caso y caracteriza los medios y estrategias de vida locales encaminados a la satisfacción de necesidades fundamentales básicas, particularmente la de la alimentación, y describe las condiciones de vulnerabilidad que modifican el desarrollo de éstas. El segundo y tercer capítulo se presentan a manera de artículos (I y II) y son complementarios entre sí; los resultados obtenidos en ambos constituyen los insumos para la generación de la propuesta metodológica desarrollada en el cuarto capítulo (artículo III); en este capítulo final se detallan las variables e indicadores que posibilitaron la realización de análisis, los instrumentos recomendados para la toma de datos en campo, y los procesos llevados a cabo, así como los resultados de la aplicación de la metodología.

Las conclusiones constituyen lecciones aprendidas acerca de las condiciones que posibilitan a las familias la adopción de sistemas diversificados de producción agropecuaria y los aspectos que requieren ser profundizados al momento de la aplicación de la propuesta metodológica, así como los factores que posibilitan o limitan su aplicación en campo. Se incluye como parte del capítulo final consideraciones encaminadas a la incorporación de los enfoques para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas con el fin de que la promoción de los sistemas diversificados se lleve a cabo de manera integral dentro de un proceso de escalamiento horizontal y vertical, y no de manera aislada; se espera que los resultados obtenidos sean un aporte para la generación de alternativas de manejo a nivel de cuenca, enfocadas al mantenimiento de las funciones ecosistémicas de provisión y el desarrollo sostenible de las comunidades.

**Palabras clave:** sistemas de producción agropecuaria, agrobiodiversidad, seguridad alimentaria, medios y estrategias de vida, vulnerabilidad, capacidad adaptativa, enfoque de cuencas hidrográficas

## ABSTRACT

This research was conducted in the Sixaola River basin in Costa Rica, in order to design and validate a comprehensive methodological guide for the evaluation of the state of agricultural production systems and the promotion of diversified systems as mechanisms of adaptation to climate change .

The conceptual framework includes approaches for management and watershed management (MGICH), sustainable human development and adaptation to climate change, being the key food security as a result of service provision agricultural production systems, for this, it was considered as units of analysis of farm households surveyed (n = 44).

The results are detailed in four chapters. The first chapter presents a case study way and characterizes the media and local livelihood strategies aimed at satisfying basic fundamental needs, particularly of food, and describes the vulnerability that modify their development. The second and third chapters are presented by way of articles (I and II) and are complementary to each other, the results of both are the inputs for the generation of the methodology developed in the fourth chapter (Article III), in this chapter details the variables and indicators that enabled the analysis, the recommended instruments for data collection in the field, and the processes carried out and the results of the application of the methodology.

The conclusions are lessons learned about the conditions that enable families adopting diversified farming systems and aspects that need to be deepened at the time of application of the proposed methodology, and the factors that enable or limit its application in field. Included as part of the final chapter aimed at incorporating considerations of management approaches and watershed management in order to promote diversified systems is carried out comprehensively in a process of horizontal and vertical scaling and not in isolation, it is expected that the results are a contribution to the generation of alternative management at basin level focused on maintaining ecosystem functions of provision and sustainable community development.

**Keywords:** Farming systems, agro-biodiversity, food security and livelihood means, vulnerability, adaptive capacity, watershed approach

## I. INTRODUCCIÓN

El agua es considerada como el principal vínculo que existe entre el clima, la sociedad humana y el medio ambiente, de tal forma que cualquier modificación que afecte el ciclo hidrológico<sup>1</sup>, causada por el clima u otros factores, también tiene repercusión significativa sobre el desarrollo humano y la seguridad alimentaria (ONU-Agua 2010).

Desde el enfoque del manejo y la gestión de cuencas hidrográficas – MGICH, que reconoce que la cuenca es la unidad para la gestión de los recursos hídricos, el agua es considerada como el elemento central a partir del cual se articulan los demás componentes que funcionan como un sistema interconectado e indivisible en un territorio delimitado naturalmente; los fines de la MGICH enfatizan acciones tendientes a garantizar el abastecimiento de agua en calidad y cantidad, la sostenibilidad de los recursos asociados (suelo, bosque y biodiversidad y el mantenimiento de las dinámicas existentes (GWP e INBO 2009; Cervantes *et al.* 2009).

Bajo estos lineamientos, y con el surgimiento de nuevas necesidades de las sociedades, el concepto de desarrollo sostenible también se ha ido fortaleciendo y los esfuerzos se han dirigido al diseño de alternativas que tomen en cuenta la capacidad de los ecosistemas para soportar las actividades humanas, como lo es la incorporación del enfoque de cuencas, el cual busca minimizar los efectos negativos para lograr el mantenimiento de la funcionalidad ecológica de los sistemas, entre los que se incluyen los de tipo productivo (CCAD-PNUD-GEF 2002; Sepúlveda 2008).

No obstante, Altieri (1986) hace referencia al alto número de proyectos encaminados a mejorar los sistemas productivos de las familias campesinas, muchos de los cuales se han centrado únicamente en la dinámica de mercado y debido a esta lógica de competencia con grandes productores, se ha favorecido la creación de condiciones para que los agricultores busquen producciones de alto rendimiento, muchas veces basadas en el monocultivo que a la larga vuelven vulnerables a los sistemas agrícolas por la pérdida de biodiversidad local, entre otros factores limitantes.

Como alternativa, se presentan los sistemas diversificados y los esfuerzos realizados para promover sus beneficios productivos y ecológicos, se encaminan a generar estrategias para su implementación y mantenimiento, como los pagos por servicios ambientales (Imbach *et al.*), como una de las herramientas, entre otras, que permite incentivar la adopción de sistemas diversificados y “...*otros usos de la tierra amigables con el ambiente que favorezcan la rehabilitación ecológica de los paisajes dominados por la ganadería*” (Ibrahim *et al.* 2007).

---

<sup>1</sup> Según el IPCC (2007), los sistemas hidrológicos, están compuestos por los distintos sistemas que intervienen en el ciclo hidrológico.

Los beneficios ecosistémicos de los sistemas diversificados están asociados, además, según Pérez et al. (2003) al factor biótico de los suelos y a la dinámica dentro del sistema edáfico relacionado con la vegetación existente, tanto en el control de la erosión y pérdida de fertilidad como en la capacidad de retención del agua del suelo.

Sin embargo, aún cuando se demuestre que los sistemas diversificados son una alternativa de producción compatible con la conservación, su implementación y manejo aún se encuentra bastante limitada y ésta va a depender en muchos casos de los usos de suelo que se promuevan en cada región y del enfoque que los finqueros deseen para sus fincas (Pomareda 2008).

Esta es la razón por la cual es necesario estudiar los componentes de cada sistema e identificar los mecanismos más idóneos para determinar su real beneficio con el fin de establecer procedimientos para su adecuada implementación y manejo; para esto hace falta considerar además, el papel que los sistemas pueden desempeñar en relación a los mecanismos de adaptación de las comunidades al cambio climático (Pérez *et al.* 2006; Pomareda 2008).

Eizaguirre (2004), señala al respecto que, los procesos de desarrollo sostenible, entre los que se incluye la adopción de tecnologías, no pueden ser promovidos, de ninguna manera, sin que se conozcan las interacciones que en un contexto global bastante complejo se llevan a cabo en cada localidad; esto se debe a que se requiere una reflexión crítica por parte de los mismos actores sobre las experiencias llevadas a cabo y la realización de esfuerzos para la generación de nuevos aprendizajes de manera colectiva.

Con estas consideraciones, la presente investigación se constituye en un proceso metodológico encaminado a generar lineamientos de acción para promover la diversificación de sistemas de producción agropecuaria como mecanismos de adaptación al cambio climático en el marco de la gestión y manejo de cuencas hidrográficas.

Los objetivos planteados para el desarrollo del presente trabajo, así como las correspondientes preguntas de investigación se detallan en el Cuadro 1.

### **Cuadro 1. Objetivos y preguntas de investigación**

<b>Objetivo General</b>
Diseñar y validar una guía metodológica integral para evaluar el estado de los sistemas de producción agropecuarios y promover la adopción de sistemas diversificados como mecanismos de adaptación al cambio climático en el marco de la gestión de cuencas hidrográficas en Sixaola, Costa Rica.

Objetivos específicos	Preguntas de investigación
<p>1. Diseñar una metodología para la adopción de sistemas productivos diversificados como estrategias para garantizar la seguridad alimentaria en un contexto de adaptación al cambio climático.</p>	<p>¿Cuál es la metodología que se propone para esta tarea?</p> <p>¿En qué medida la metodología propuesta aborda los aspectos clave de interés?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Conocer los sistemas productivos</li> <li>– Evaluar el grado de diversificación de los sistemas productivos</li> <li>– Evaluar la SA de los diferentes sistemas</li> <li>– Evaluar la vulnerabilidad de los SP y de la SA asociada a ellos y al CC</li> <li>– Diseñar una estrategia de adopción de alternativas</li> <li>– Identificar los aspectos que requieran ser profundizados al momento de la aplicación de la propuesta</li> <li>– Lograr la aceptación de las familias locales respecto a las alternativas propuestas</li> </ul>
<p>2. Aplicar y validar la metodología con comunidades y campesinas de la cuenca del río Sixaola, Costa Rica</p>	<p>¿En qué medida es posible aplicar esta metodología en condiciones de campo con familias campesinas?</p> <p>¿Cuáles son los problemas que surgieron en la aplicación de la metodología?</p> <p>Cuáles son los factores que posibilitan y facilitan su aplicación?</p> <p>¿Qué opinan los pobladores y los expertos acerca de la utilidad de los resultados que surgen de esta metodología?</p> <p>¿Cuáles fueron las lecciones aprendidas en el proceso de aplicación de la metodología?</p>
<p>3. Generar la versión ajustada y validada de la metodología a partir de las lecciones aprendidas en la aplicación.</p>	<p>¿Es posible ajustar la metodología original a partir de las lecciones aprendidas?</p> <p>¿Cómo es la forma final ajustada de la metodología propuesta?</p>

El marco conceptual sobre el cual se desarrolló la presente investigación contempla los enfoques dados para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas - MGICH, el desarrollo humano sostenible y la adaptación al cambio climático, siendo el elemento clave la seguridad alimentaria como resultado de un servicio de provisión de los sistemas diversificados de producción agropecuaria.

## II. MARCO REFERENCIAL

### 2.1 SISTEMAS DIVERSIFICADOS EN EL MARCO DE LA GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS

La cuenca hidrográfica, como lo definen Andino *et al.* (2006) es un espacio territorial, cuyas características biológicas, físicas, económicas y sociales, con sus interacciones, la hacen desempeñarse como todo un ecosistema, el mismo que es capaz de generar bienes y servicios, como resultado de sus funciones. Es debido a esta razón, y a que los seres humanos se ven beneficiados directa o indirectamente por los procesos ecosistémicos que ocurren dentro de una cuenca hidrográfica, que estos espacios son idóneos para la planeación del desarrollo local y regional.

Con este fin, el manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas – MGICH, considera el establecimiento de plataformas para la elaboración e implementación de planes y estrategias elaboradas con la participación de diversos actores sociales, los cuales encaminan sus esfuerzos alrededor del manejo sostenible de los recursos hídricos; cabe resaltar el hecho de que la reducción de muchos de los problemas relacionados con los conflictos hídricos, dependen del rol que juegan las personas en la toma de decisiones respecto al manejo sostenible de sus recursos y de las estructuras sociales existentes en un territorio determinado (Andino *et al.* 2006; Llamas 2006; Benegas y Jiménez 2007).

Koppen *et al.* (2010) indican que en cuencas con estrés hídrico, la búsqueda de mecanismos que permitan incrementar el acceso a agua de las familias más pobres, tales como infraestructura o fortalecimiento de las organizaciones comunitarias de servicio de agua y saneamiento (OCSAS), contribuyen al mejoramiento de los medios de subsistencia; la razón se debe a la relación existente entre la gestión del agua y los sistemas productivos. Indican además, que las personas con acceso limitado al agua, dan un uso prioritario de este recurso para actividades productivas a pequeña escala, privilegiándolo inclusive sobre otros usos de tipo doméstico; de tal forma que un incremento en el nivel de acceso al agua posibilitaría realizar cambios significativos y mejoras en los sistemas de producción, cuyos costos pueden ser cubiertos a partir de los ingresos obtenidos por este mejoramiento.

Los sistemas diversificados de producción agropecuaria, en comparación a sistemas convencionales (monocultivos dependientes de insumos agroquímicos), optimizan sinergias capaces de mantener por si solos procesos claves para la sustentabilidad de los sistemas, como lo son la acumulación de materia orgánica, fertilidad del suelo, regulación biótica de plagas y la productividad de los cultivos; es debido a estos procesos que su adopción “...*implica, por lo general cambios favorables simultáneos en varios componentes y procesos agroecológicos*” (Altieri y Nicholls 2007).

Según Gliessman (1998), citado por Altieri y Nicholls (2007), el proceso de diversificación de los sistemas productivos, se encuentra relacionado también con la eliminación progresiva de insumos agroquímicos y su sustitución por productos alternativos; implica además el rediseño de los agroecosistemas, el aumento de la biodiversidad, la producción de biomasa y la disminución de los niveles de residuos tóxicos; otro de los procesos relacionados que dan como resultado un aprovechamiento eficiente de los recursos es el establecimiento de relaciones funcionales y complementarias entre componentes y la óptima planificación de secuencias y combinaciones de cultivos y animales.

Estos procesos requieren de la implementación y manejo de los sistemas de producción agrícola a través de estrategias para incorporar opciones de adaptación eficaces para hacer frente a la variabilidad del clima y el cambio climático; para lo cual es necesario una adecuada gestión del territorio, que incluye acciones de orden político y administrativo encaminados al fortalecimiento de los medios de vida de los agricultores y de los espacios para la toma de decisiones colectivas (Baethgen *et al.* 2003).

Es de esta manera, que se hace necesaria la evaluación del estado y funcionamiento de los sistemas, y su nivel de vulnerabilidad en función de las opciones con las que cada población cuenta para hacer frente a las situaciones adversas; siendo el análisis de medios de vida el enfoque que más se ajusta a esta necesidad, pues es el que mejor explica las formas en las que las comunidades desarrollan sus estrategias empleadas para la satisfacción de sus necesidades fundamentales así como las formas en las que logran fortalecer su capacidad adaptativa.

## **2.2 LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

### **2.2.1 Variabilidad climática y cambio climático**

Según el IPCC (2007), la variabilidad climática está dada por las variaciones en el “...*estado medio u otras características estadísticas del clima (desviaciones típicas, fenómenos extremos, etc.)...*”, lo cual según Lavell (2011), quien señala esta misma fuente, hace referencia a una escala temporal y territorial, más allá de eventos individuales del tiempo y que puede relacionarse con procesos internos naturales del sistema clima (variabilidad interna) o con variaciones en factores naturales o antropogénicos (variabilidad externa).

La variabilidad climática determina además dos aspectos importantes, el primero dado por los promedios de las variables climáticas que permiten definir el tipo de clima en un determinado sitio (latitud media templada; trópico-húmedo; trópico-seco, etc.) y el segundo dado por las facetas del clima que desobedecen la norma, denominados éstos como “extremos” (huracanes, tornados, sequías etc.), que aun cuando son procesos naturales, marcan los aspectos más notorios de la variabilidad (Lavell 2011).

En cuanto a cambio climático, éste está definido como el cambio en la tendencia de las variables climáticas (y en su variabilidad), y es caracterizada por una alteración, ya sea por encima o por debajo, de su valor promedio, y que generalmente está acompañada de cambios en los tipos, regularidad y características de las anomalías o extremos (Lavell 2011; González et al. s.f.).

Para el IPCC (2007), el cambio climático, se refiere a la “*variación en el estado del clima identificable (por ejemplo, mediante el uso de pruebas estadísticas), en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante un período prolongado, generalmente decenios o incluso más...*”; estos cambios pueden producirse debido a “*...procesos internos naturales o a forzamientos externos o a cambios antropogénicos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra*”.

Así mismo el IPCC (2007) indica que el clima varía de manera constante en todas las escalas de tiempo, y que el proceso de “*atribución de causas*” implica el establecimiento de las causas más probables “*...del cambio detectado con un nivel de confianza definido*”.

## **2.2.2 Vulnerabilidad al cambio climático**

La vulnerabilidad tal como lo define el IPCC (1997) es “*el grado en que un sistema natural o social podría resultar afectado por el cambio climático...*” y señala como los componentes de la vulnerabilidad “*...a la sensibilidad de un sistema a los cambios del clima y a la capacidad para adaptar el sistema a dichos cambios.*”

La sensibilidad, es en este marco, “*... el grado en que un sistema responderá a determinado cambio del clima, incluidos los efectos beneficiosos y perjudiciales...*” y la capacidad para adaptar el sistema a estos cambios (capacidad adaptativa), es “*...el grado en que los ajustes introducidos en las prácticas, procesos o estructuras pueden moderar o contrarrestar los posibles daños o beneficiarse de las oportunidades creadas, por efecto de determinado cambio del clima*” (IPCC 1997).

Dicho en otras palabras, el grado en el que un sistema resulte afectado (positiva o negativamente), va a depender de su capacidad adaptativa, la cual si es positiva, posibilitará llevar a cabo la implementación de medidas de adaptación efectivas (IPCC 2007).

Conceptualmente la vulnerabilidad no solo se encuentra definida desde el enfoque del cambio climático dado por el IPCC, sino también lo está desde el enfoque de la gestión del riesgo a desastres - GRD, el cual difiere en su contenido tal como lo señala Lavell (2011), en sus desafíos y problemas a enfrentar y en sus elementos de análisis, los cuales según el autor no son relevantes para la ACC.

Para PNUD (2011), por otro lado, estos dos enfoques tienen similitudes, pues tanto la GRD como la ACC reconocen la necesidad de encaminar procesos de política pública para generar prioridades de inversión, así como de apoyar procesos ciudadanos que apunten a lograr mayor participación y control social por parte de la población en función de sus propias prioridades; es a partir de estos elementos, que la vulnerabilidad estaría definida también como “...*la falta de resiliencia y resistencia y además condiciones que dificultan la recuperación y reconstrucción autónoma de los elementos afectados*”.

Sin embargo, en la presente investigación, y aún cuando para algunos autores como PNUD (2011) los enfoques son complementarios debido a que se los considera como parte fundamental del desarrollo, se tomarán únicamente las definiciones relacionadas con la adaptación al cambio climático, dadas por el IPCC, debido al marco institucional en el que se desarrollaron las actividades programadas.

Con estos argumentos, es posible señalar entonces, que la vulnerabilidad se encuentra expresada por el grado de exposición de un sistema (natural o social), el cual se ve afectado por la sensibilidad frente a la amenaza de un fenómeno (como lo son los cambios del clima, la variabilidad y los fenómenos extremos) en función de la capacidad de adaptación (González *et al.* s.f.), y que de acuerdo a lo señalado por IPCC (2007) y PNUD (2011), la reducción de esta vulnerabilidad puede ser posible a partir de la ejecución de procesos de desarrollo sostenible que reduzcan la sensibilidad y aumenten la adaptación.

### **2.2.3 Vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria y opciones de adaptación al cambio climático**

Según González *et al.* (s.f.), para los científicos no es simple distinguir si una tormenta severa o una sequía son producto de la variabilidad o del cambio climático, razón por la cual, lo importante es conocer en qué medida estos eventos afectan a los sistemas (naturales o humano), con el fin de adoptar las medidas necesarias

En la actualidad, se ha identificado una gran cantidad y variedad de medidas o acciones que pudieran llevarse a cabo frente al cambio climático, las mismas que proporcionan una base importante para la comprensión de las diversas dimensiones de la adaptación en el sector agropecuario. Entre las principales opciones de adaptación se distinguen las medidas establecidas en función del plazo de ejecución, así se pueden encontrar los tipos de respuestas a corto plazo (tácticas) y las de largo plazo (estratégicas) (Smit y Skinner 2002).

Prado (2011), en su investigación, señala que el ciclo de los procesos adaptativos, inicia a partir de un estímulo externo que es percibido por un grupo de individuos que deciden actuar frente a este estímulo que provoca alteraciones en los sistemas productivos y sociales.

Las medidas de adaptación incluyen los ajustes realizados en un mismo periodo de tiempo como respuesta a una condición climática temporal como la sequía, o lluvias intensas (venta de ganado, compra de suplementos alimenticios, arado, obtención de un préstamo bancario, etc.), mientras que las medidas de adaptación “estratégicas” se refieren a los cambios estructurales en el funcionamiento del sistema de finca frente a cambios más permanentes del clima (uso del suelo, seguros o diversificación de la producción) (Smit y Skinner 2002).

El diseño de un marco de actuación adecuado para el conjunto de iniciativas relativas al cambio climático supone, por lo tanto, coordinación con las actividades que llevan a cabo otros actores vinculados con la problemática; en este proceso es necesaria su inserción en los programas y proyectos como una variable más, con el fin de responder y contribuir a las estrategias nacionales, regionales y locales de desarrollo (González *et al.* s.f.). PNUD (2011) señala al respecto que la adaptación es entendida como una respuesta adecuada, asociada a los procesos de desarrollo, la cual puede facilitar el fortalecimiento y/o mejora de los medios de vida existentes.

Para el IPCC (2007), existe ya un cierto grado de adaptación planificada (de las actividades humanas) y señala que para reducir la vulnerabilidad al cambio climático “...será necesario que la adaptación sea de mayor alcance”. En cualquier caso, ante cualquier medida de adaptación, se deben evaluar los posibles efectos adversos y, en particular los que puedan afectar el medio ambiente y la salud (ONU-Agua 2010). El factor socio cultural, es por lo tanto, el determinante en la toma de decisiones de las familias campesinas respecto a la implementación de las diferentes opciones de adaptación.

El Cuadro 2, adaptado de Smit y Skinner (2002), muestra algunos tipos y ejemplos de opciones de adaptación para el sector agropecuario, las mismas que pueden ser pensadas como componentes de un sistema y por lo tanto a menudo son interdependientes entre sí.

**Cuadro 2. Tipos y ejemplos de opciones de adaptación para el sector agropecuario**

<b>DESARROLLO TECNOLÓGICO</b>	
<b>Desarrollo de los cultivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variedad de cultivos tolerantes a la temperatura, la humedad y otras condiciones climáticas</li> </ul>
<b>Sistemas de información sobre el clima</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistemas de información sobre el clima</li> </ul>
<b>Innovaciones de gestión de recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de innovaciones de gestión del agua, incluyendo el riego para hacer frente a las deficiencias y la creciente frecuencia de las sequías</li> <li>• Innovaciones a nivel de finca para la gestión de los recursos que permitan hacer frente a los riesgos asociados a los cambios</li> </ul>

<b>PROGRAMAS DE GOBIERNO Y SEGURO</b>	
<b>Subsidios agrícolas y programas de apoyo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de los programas de seguro de cosechas para influir al nivel de finca en las estrategias de gestión de riesgos respecto a las pérdidas de cosecha relacionadas con el clima.</li> <li>• Inversión en programas de estabilización de ingresos</li> <li>• Programas de subsidios, apoyos e incentivos para influir en las prácticas de producción y gestión financiera</li> <li>• Compensación y asistencia a nivel de finca para reducir las pérdidas de ingresos asociadas a desastres y eventos extremos</li> </ul>
<b>Seguros privados</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de seguros privados para reducción de los riesgos de la producción, ingresos e infraestructura a nivel de finca</li> </ul>
<b>Programas de manejo de recursos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo e implementación de políticas y programas para influir al nivel de finca sobre el uso de los recursos tierra y agua frente a las cambiantes condiciones climáticas</li> </ul>
<b>PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN</b>	
<b>Producción agrícola</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificación de los tipos de cultivos y variedades, incluyendo la sustitución de cultivos, para abordar las variaciones ambientales y los riesgos económicos asociados al cambio climático</li> <li>• Diversificación de los tipos de ganado para hacer frente a las variaciones ambientales y riesgos económicos asociados al cambio climático</li> <li>• Intensificación de la producción</li> </ul>
<b>Uso del suelo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicación de la producción de cultivos y el ganado para hacer frente a las variaciones ambientales y riesgos económicos asociados al cambio climático</li> <li>• Uso de alternativas prácticas de barbecho y labranza para hacer frente a la humedad relativa, al cambio climático y deficiencias de nutrientes</li> </ul>
<b>Terreno / topografía</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de la topografía del terreno para hacer frente a las deficiencias de humedad asociadas con el clima y reducir el riesgo de la degradación de las tierras agrícolas</li> </ul>
<b>Riego</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementación de prácticas de riego para hacer frente a deficiencias de humedad asociadas con el cambio del clima, y reducir riesgos de pérdida de ingresos por sequía recurrente</li> </ul>
<b>Programación de las operaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de la temporalidad de labores agrícolas para hacer frente a la duración de estaciones de crecimiento y cambios asociados a la temperatura y la humedad</li> </ul>

<b>GESTIÓN FINANCIERA DE LA FINCA</b>	
<b>Seguros de cosechas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compra de seguros de cosecha para reducir los riesgos del cambio climático relacionados con la pérdida de ingresos.</li> </ul>
<b>Acciones de los cultivos y el futuro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inversión en acciones de los futuros cultivos para reducir los riesgos del cambio climático relacionados con la pérdida de ingresos.</li> </ul>
<b>Programas de estabilización de ingresos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Participación en programas de estabilización de ingresos para reducir el riesgo de pérdida de ingresos debido a las condiciones cambiantes del clima y su variabilidad.</li> </ul>
<b>Ingreso de los hogares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diversificar las fuentes de ingresos de los hogares para hacer frente a los riesgos del cambio climático relacionados con la pérdida de ingresos.</li> </ul>

Adaptado de: “Types and selected examples of adaptation options in Canadian agriculture” Traducido del inglés

**Fuente:** Smit y Skinner (2002).

#### **2.2.4 La seguridad alimentaria como opción para la adaptación al cambio climático**

Según ONU-Agua (2010) *“los cambios en los patrones de las precipitaciones y las temperaturas extremas afectan la disponibilidad de los recursos hídricos mediante el cambio en la distribución de las lluvias, la humedad del suelo, las corrientes de los ríos y las aguas subterráneas, provocando además un deterioro en la calidad del agua”* y se requiere de tecnologías innovadoras y de soluciones integrales tanto para la adaptación como para la mitigación del cambio climático.

En términos prácticos, la diversificación de la producción agrícola a partir del uso de una amplia variedad de cultivos, cobra importancia al ser considerados también como reservorio de biodiversidad, siendo posible establecer en estos sistemas las prioridades de manejo y conservación a diferentes escalas tanto territoriales (espaciales) como temporales.

No obstante, el cambio de usos de suelo generado por las producciones a gran escala, reducen los espacios de producción agrícola diversificada, incrementando el nivel de vulnerabilidad de las comunidades cuyos medios de vida se basan en la producción agropecuaria, debido a la homogenización de los sistemas, que ignora la diversidad ambiental y socio económica de la agricultura campesina, en donde los impactos y riesgos asociados, aún son desconocidos (Altieri y Nicholls 2009a).

Altieri (1986), haciendo referencia al alto número de proyectos encaminados a promover una dinámica de mercado, para fomentar la producción agropecuaria, señala lo desfavorable que ha resultado la lógica de competencia para las familias campesinas, que al buscar producciones de alto rendimiento, muchas veces basadas en el monocultivo, han provocado cambios en los sistemas agrícolas tradicionales, los cuales se han vuelto más vulnerables por la pérdida de biodiversidad local, entre otros factores limitantes.

Este proceso de transformación origina paisajes rurales, donde los principales componentes de la matriz son los mosaicos de sistemas productivos que tienen características socio-económicas y biológicas propias, relativamente homogéneas entre sí (Altieri 1986). Por otro lado, esta transformación de los paisajes naturales trae consigo la pérdida y la fragmentación del hábitat (Hernández 2010).

Beer *et al.* (2003) y Granados y Hernández (2010) señalan que el nivel de conservación de la biodiversidad de un paisaje y los beneficios ecosistémicos que éstos proveen están relacionados directamente con el grado de protección y conectividad generado a partir de prácticas sostenibles como lo son los sistemas de producción diversificada.

## 2.3 LITERATURA CITADA

- Acevedo, J. 2001. Parámetros críticos para reducir los niveles de vulnerabilidad, en la microcuenca del río Jucuapa en Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 123
- Aignerren, M. 2010. La técnica de recolección de información mediante los grupos focales (en línea). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. p. 32. Consultado 10 Oct 2012. Disponible en <http://huitoto.udea.edu.co/~ceo>
- Altieri, MA. 1986. Bases ecológicas para el desarrollo de sistemas agrícolas alternativos para campesinos de Latinoamérica. *Ambiente y Desarrollo* 2(3):29-54.
- Altieri, MA; Nicholls, CI. 2007. Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16(1):3-12.
- Altieri, MA; Nicholls, C. 2009a. Escalonando la propuesta agroecológica para la soberanía alimentaria en América Latina. *Agroecología* 4(0):39-48.
- Altieri, MA; Nicholls, CI. 2009b. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *Leisa Revista de Agroecología*.
- Amoroso, A. 2010. Caracterización y análisis de vacíos en términos de GIRH para los sitios piloto en la cuenca del río Sixaola. Talamanca, CR, UICN. Oficina regional para Mesoamérica (ORMA). p. 28 (sin publicar).
- Andino, J; Campos, J; Villalobos, R; Prins, C; Faustino, J. 2006. Los servicios ambientales desde un enfoque ecosistémico. Una propuesta metodológica. Turrialba, CR, CATIE. p. 53 p.
- AVINA. 2011. Modelos de gobernabilidad democrática para el acceso al agua en América Latina. Vagliente P (coord. general) Ochoa E, Soto L, Burt P, Angola C de, Ruiz L ed., AVINA. 120 p.
- Baethgen, W; Meinke, H; Gimenez, A. 2003. Adaptation of agricultural production systems to climate variability and climate change: lessons learned and proposed research approach (en línea). 10 p. Consultado 11 oct. 2011. Disponible en <http://www.climateadaptation.net/docs/papers/Baethgen%20Meinke%85z%20NOAA%202003.pdf>
- Banco Interamericano de Desarrollo, BID. 2004. Desarrollo sostenible de la cuenca binacional del río Sixaola (en línea). Gutierrez E. y Espinoza T. ed. Costa Rica, BID. Consultado 5 oct. 2011. Disponible en <http://search.iadb.org/search/cgi-bin/query-meta.exe?v%3Asources=IDB-S-I-Bundle&v%3Aproject=IDB-P-Internet&query=diagnostico+sixaola>
- Barrantes, G; Vargas, J. 2011. La Zonificación de amenaza por inundación como herramienta para el ordenamiento territorial en el Valle del Río Sixaola. *Revista Geográfica de América Central* 46:67 - 85.
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, J; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10(37):80 - 87.
- Benavides, R; Brenes, C. 2010. Análisis hidrográfico e ictiológico de las capturas realizadas con una red de trampa fija en la laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. *Revista Mar. Cost* 2:9-26. Disponible en <http://132.248.9.1:8991/hevila/REVMAR/2010/vol2/1.pdf>
- Benegas, L. 2006. Propuesta metodológica para evaluar la adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente a la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.

- Benegas, L; Jiménez, F. 2007. Adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente a la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central. El caso de la subcuenca del río Aguas Calientes, Nicaragua. Turrialba, CR, CATIE - ASDI. 31 p.
- Bennet, A. 2004. Enlazando el Paisaje: El Papel de los Corredores y la Conectividad en la Conservación de la Vida Silvestre. San José, CR, UICN. 278 p.
- CCAD-PNUD/GEF. 2002. Proyecto para la consolidación del Corredor Biológico Mesoamericano (en línea). Managua. Consultado 25 feb. 2011. Disponible en [http://www.infoiarna.org.gt/media/file/areas/biodiversidad/documentos/interna/\(3\)-el%20corredor%20biologico%20mesoamericano.pdf](http://www.infoiarna.org.gt/media/file/areas/biodiversidad/documentos/interna/(3)-el%20corredor%20biologico%20mesoamericano.pdf).
- Cervantes, R; Faustino, J; Jiménez, F; Benegas, L. 2009. Principios y criterios para la cogestión de cuencas hidrográficas en América Tropical. Recursos naturales y ambiente 56(57):59-65.
- Deckelbaum, R; Palm, C; Mutuo, P; DeClerck, F. 2006. Econutrition: Implementation models from the Millennium Villages Project in Africa. Food & Nutrition Bulletin 27:335 - 342.
- DeClerck, F; Fanzo, J; Palm, C; Remans, R. 2011. Ecological approaches to human nutrition. Food & Nutrition Bulletin 32(1):41S - 50S.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Gonzalez, L; Tablada, M; Díaz, M; Robledo, CW; Balzarini, MG. 2008. Estadística para las ciencias agropecuarias. Córdoba, Ar p. 356.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2012. InfoStat versión 2012. Córdoba, Ar, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Eizaguirre, M; Urrutia, G; Azkunze, C. 2004. La sistematización, una neva mirada a nuestras prácticas. Guía para la sistematización de experiencias de transformación social. Bilbao, Es, ALBOAN, Instituto de Derechos Humanos Pedro Arrupe y HEGOIA. 69 p.
- Escudero, J. 2004. Análisis de la realidad local. Técnicas y métodos de investigación desde la animación sociocultural. Madrid, Es, NARCEA. p. 217.
- Fajardo, D; Johnston - González, J; Neira, L; Chará, J; Murgueitio, E. 2009. Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. Recursos naturales y ambiente 58:9-16.
- Federación internacional de sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, IFRC. 2008. Directrices generales para la evaluación de la seguridad alimentaria Ginebra, Sz, IFRC. 92 p.
- Fernández, M; Staffieri, G; Martínez-Pastur, G; Peri, P. 1998. Cambios en la biodiversidad del sotobosque a lo largo del ciclo del manejo forestal de la Lengua. Valdivia, Ch
- Geilfus, F. 2009. Diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. 80 herramientas para el desarrollo participativo. 8va, e. San José, CR, IICA. 217 p.
- Global Water Partnership, GWP; International Network of basin organizations, IMBO. 2009. Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas. 111 p.
- González, M; Di Prieto, L; González, M; Argerich, M; Castillo, N. s.f. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para la gestión y planificación local. 55 p.
- Granados, I; Hernández, D. 2010. Composición y estructura de la biodiversidad en paisajes transformados terrestres en Colombia (en línea). Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Consultado 19 jun. 2011. Disponible en <http://www.slideshare.net/mirtoblancocomposicion-y-estructura-de-la-biodiversidad-en-paisajes-transformados-terrestres-en-colombia>
- Harvey, C; Sáenz, JC. 2007. Evaluación y Conservación de Biodiversidad en Paisajes Fragmentados de Mesoamérica. Heredia, CR, INBio. p. 624 p.

- Hernández, F. 2010. Gestión del recurso hídrico para consumo humano en la microcuenca La Pagua, Sierra de Otontepec, Veracruz, México. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 184
- Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F. 2007. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica (en línea). *In.* 2007. Archivos Latinoamericanos de producción animal. Consultado 21 jun. 2011. Disponible en <http://www.bioline.org.br/abstract?id=la07035&lang=es>
- Imbach, A; Imbach, PMB; Gutiérrez M, I. 2009. Medios de vida sostenibles, bases conceptuales y utilización Costa Rica, Geolatina. 25 p.
- Imbach, A. 2012. Estrategias de vida. Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales. Turrialba, CR, GEOLATINA. p. 55.
- Imbach, P; Molina, L; Locatelli, B; Roupsard, O; Mahé, G; Neilson, R; Corrales, L; Scholze, M; Ciais, P. 2012. Modeling Potential Equilibrium States of Vegetation and Terrestrial Water Cycle of Mesoamerica under Climate Change Scenarios\*. *Journal of Hydrometeorology* 13(2):665-680.
- Jiménez, F; Velásquez, S; Faustino, J. 2004. Análisis integral de la vulnerabilidad a amenazas naturales en cuencas hidrográficas de América Central. VI Semana Científica del CATIE. Resúmenes. Turrialba, C.R.:p. 50-53.
- Jiménez, F. 2011. Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR, CATIE. p. 43.
- Kattan, GH; Murcia, C. 2003. A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation. *In* How landscapes change: Ecological Studies. Springer – Verlag 162:183 - 200.
- Koppen, B van; Smits, S; Moriarty, P; Penning de Vries, F; Mikhail, M; Boelee, E. 2010. Ascendiendo la escala del agua. Servicios de abastecimiento de agua de usos múltiples para la reducción de la pobreza. La Haya, Países Bajos, IRC Centro internacional del agua potable y saneamiento e Instituto internacional para la gestión del agua. 213 p. (Serie TP; no. 52)
- Lavell, A. 2011. Desempacando la adaptación al cambio climático y la gestión del riesgo: Buscando las relaciones y diferencias: Una crítica y construcción conceptual y epistemológica. UICN - FLACSO. 45 p.
- Llamas, MR. 2006. Avances científicos y cambios en viejos paradigmas sobre la política del agua. *Revista empresa y humanismo* 9(2):67-108.
- Magurran, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. *Vendrá.* p. 200.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. *Rev Col Cienc Pec* 15(2):226 - 231.
- Mendoza, M. 2008. Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 102
- Michelle, Y; Ibrahim, M; Gómez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. *Agroforestería en las Américas* 8(30):24 - 27.
- Ministerio de Ambiente, EyT, MINAET; Instituto Meteorológico Nacional, IMN. 2009. Segunda comunicación nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. San José, CR 264 p.
- Montoya, F; Drews, C. 2006. Livelihoods, Community well-being, and species conservation. San José, CR, WWF. 80 p.

- Morera, C; Pinto, J; Romero, M. 2007. Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual. Corredores biológicos, acercamiento conceptual y experiencias en América. San José, CR, Centro Científico Tropical; Universidad Nacional.
- Muñoz-Alonso, G. 2003. Técnicas de investigación en ciencias humanas. Madrid, Es p. 181.
- ONU-AGUA. 2010. Climate change adaptation: The pivotal role of water (en línea). UN-WATER. p. 16 p. Consultado 1 sep. 2011. Disponible en <http://www.unwater.org/documents.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. 2006a. Seguridad alimentaria. Informe de políticas. 2:3. Consultado 28 sep. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.htm>
- \_\_\_\_\_. 2006b. Guia de nutrición de la familia (en línea). Burgess, A; Glasauer, P. Roma p. 137. Consultado 6 Sept 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/008/y5740s/y5740s00.htm>
- \_\_\_\_\_. 2007. Cambio climático y seguridad alimentaria: Un documento marco, resumen. Roma, It, FAO. 24 p. Consultado 9 oct. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/climatechange/en/>
- \_\_\_\_\_. 2011. Perspectivas de la agricultura 2011. Consultado 28 sep. 2011. Disponible en <http://www.agri-outlook.org/dataoecd/13/0/48186264.pdf>
- \_\_\_\_\_. 2012a. FAOclim-Net. Climpag (el línea). Environment, Climate change and bionergy división. Consultado 20 Sept 2012. Disponible en [http://geonetwork3.fao.org/climpag/agroclimdb\\_en.php](http://geonetwork3.fao.org/climpag/agroclimdb_en.php)
- \_\_\_\_\_. 2012b. Tabla de composición de alimentos de América Latina (en línea). Consultado 6 sept 2012. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/que-hace-fao/estadisticas/composicion-alimentos>
- Organización Mundial de la Salud, OMS. 2012. Nutrición (en línea). Consultado 9 sept 2012. Disponible en <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>
- Panel Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, IPCC. 1997. Informe especial del IPCC. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. IPCC. 16 p. . Consultado 29 sep. 2011. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/region-sp.pdf>
- \_\_\_\_\_. 2007. Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. Pachauri, R.K y Reisinger, A (directores de la publicación) ed. Ginebra, Sz, IPCC. 104 p.
- Pérez, A; Bornemann, G; Campo, L; Arana, I; Sotelo, M; Ramírez, F; Castañeda, E. 2003. Biodiversidad y producción en sistemas silvopastoriles de América Central (en línea). Managua, Ni, UCA. Consultado 10 jun. 2011. Disponible en <http://www.asociacion-gaia.org/documentos/informesgaia/Silvopastoril%20ASSIES%20final.pdf>
- Pérez, A; Sotelo, M; Ramírez, I; López, A; Siria, I. 2006. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguas y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua) Revista Ecosistemas 15(3):125 - 141.
- Pomareda, E. 2008. Biodiversidad y producción ganadera en fincas bajo sistemas silvopastoriles en Esparza, Costa Rica. . Tesis Mag. Sc. San José, Universidad Nacional Costa Rica.

- Prado, P. 2011. Diseño e implementación de una metodología participativa de diagnóstico de la capacidad adaptativa a la variabilidad climática en la cuenca del Cahuacán, México. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 122
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. 2011. Tras las huellas del cambio climático en Bolivia. Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático, agua y seguridad alimentaria. La Paz, Bo, PNUD Bolivia. 144 p.
- Pujadas, J; Comas, D; Roca, J. 2010. Etnografía. Barcelona, Es p. 334.
- Rojas, N. 2011. Cuenca río Sixaola. Costa Rica, MINAET, IMN, PNUD. p. 19.
- Sepúlveda, S. 2008. Biograma: Metodología para estimar el nivel de desarrollo sostenible de territorios. San José, CR, IICA. 132 p.
- Smit, B; Skinner, M. 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 7:85-114.
- The Nature Conservancy, TNC. 2009. Climate wizard (en línea). Consultado 17 oct. 2011. Disponible en <http://www.climatewizard.org/>
- Unión Internacional para la conservación de la naturaleza, UICN. 2010. Buena gobernanza del agua para la adaptación. Documento de proyecto. . Talamanca, CR, UICN. Centro de Derecho ambiental y oficina regional para Mesoamérica. p. 5 (sin publicar).
- \_\_\_\_\_. 2011. Project: Climate Change Governance Capacity: Building regionally- and nationally- tailored ecosystem-based adaptation in Mesoamerica. Special report of pilot interventions. UICN. p. 47.

### III. SEGURIDAD ALIMENTARIA COMO MECANISMO DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. EL CASO DE LAS COMUNIDADES PARAÍSO Y CATARINA EN LA CUENCA DEL RÍO SIXAOLA

Paola Pinto Valencia<sup>2</sup>

#### 3.1 RESUMEN

El presente estudio de caso es una síntesis del trabajo de investigación realizado en la cuenca del río Sixaola en Costa Rica con el objetivo de diseñar una metodología para la evaluación del estado de los sistemas de producción agropecuarios y la adopción de sistemas diversificados como mecanismos de adaptación al cambio climático, en el marco de la gestión de cuencas hidrográficas.

Los procedimientos llevados a cabo posibilitaron por un lado la determinación del nivel en que los sistemas diversificados de producción agropecuaria permiten a las familias campesinas contar con un entorno alimentario seguro (seguridad alimentaria), y por otro lado la determinación del nivel de vulnerabilidad de estos sistemas y la capacidad de respuesta local frente a condiciones adversas. A partir de este proceso fue posible la generación de información clave acerca de las características de la zona y de manera particular de las comunidades Paraíso y Catarina, ubicadas en la subcuenca “Sixaola Medio”, en el lado costarricense de la cuenca Sixaola.

Para la toma de datos se aplicaron entrevistas semiestructuradas a 44 familias agricultoras (n=44), se realizaron grupos focales y un taller de validación de los datos obtenidos en campo. La triangulación de la información obtenida se la realizó mediante técnicas etnográficas como la observación participante, además de entrevistas semiestructuradas a informantes clave.

En este extracto, se detallan los recursos (capitales), medios y estrategias de vida de las familias campesinas que les permite la satisfacción de necesidades fundamentales básicas, particularmente la de alimentación y las condiciones de vulnerabilidad que modifican el desarrollo de estas actividades.

Los resultados de este capítulo constituyen lecciones aprendidas acerca de los factores que posibilitan o limitan la adopción de los sistemas diversificados de producción agropecuaria por parte de las familias campesinas, y las alternativas propuestas para su implementación.

**Palabras clave:** sistemas de producción agropecuaria, agrobiodiversidad, seguridad alimentaria, medios y estrategias de vida, vulnerabilidad de los sistemas productivos

---

<sup>2</sup> Paola Karolina Pinto Valencia, ppinto@catie.ac.cr. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

### **3.2 ABSTRACT. FOOD SECURITY AS A MECHANISM OF ADAPTATION TO CLIMATE CHANGE. THE CASE OF THE COMMUNITIES IN PARADISE AND CATARINA SIXAOLA RIVER BASIN**

This case study is a synthesis of the research conducted in the Sixaola River basin in Costa Rica, which was carried out with the aim of designing a methodology for assessing the state of agricultural production systems and adoption of diversified systems as mechanisms of adaptation to climate change in the context of watershed management.

Procedures carried out by one side enabled the determination of the level at which the diversified farming systems enable farm families to have a safe food environment (food security), and secondly to determine the level of vulnerability of these systems and local response capacity against adverse conditions. From this process it was possible to generate key information about the characteristics of the area and particularly the communities Paradise and Catarina, located in the subwatershed "Sixaola Middle" in the Costa Rican side of the basin Sixaola.

For data collection semi-structured interviews were applied to 44 farming families (n = 44), focus groups were conducted and a workshop to validate the field data. Triangulation of the information obtained is performed using ethnographic techniques such as participant observation, and semi-structured interviews with key informants.

In this excerpt, detailing the resources (capital), media and livelihoods of rural families aimed at satisfying basic fundamental needs, particularly the power and vulnerability conditions that modify the development of these activities.

The conclusions of this chapter are lessons learned about the factors that facilitate or hinder the adoption of diversified farming systems by rural families, and the alternatives proposed for implementation.

**Keywords:** farming systems, agro-biodiversity, food security and livelihood resources, vulnerability of production systems

### 3.3 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

#### 3.3.1 CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DE PARAISO Y CATARINA

El estudio se llevó a cabo en la cuenca binacional del río Sixaola, en la frontera entre Costa Rica y Panamá, específicamente en la subcuenca Sixaola Medio que se encuentra ubicada en la cuenca media baja en las coordenadas 9°34'17"N y 82°42'43"O., y a la cual pertenecen las comunidades Paraíso y Catarina (Costa Rica) en donde se colectó la información de campo. La cuenca del Sixaola tiene una extensión aproximada de 294 692 ha, siendo el 81% territorio costarricense y el 19% territorio panameño; la parte más alta de la cuenca se encuentra a 3800 msnm en la cordillera Talamanca y la parte baja llega hasta la planicie inundable en la vertiente Caribe. De acuerdo a la clasificación según Holdridge, la zona de vida corresponde a bosque húmedo Tropical (bh-T) (BID 2004; Rojas 2011; UICN 2011).

Datos de las estaciones meteorológicas Hitoy Cerere, y Sixaola, ubicadas en la cuenca media baja y cuenca baja, respectivamente, indican que la temperatura presenta una variación que va desde los 21 °C hasta los 30,8° C; en cuanto a los registros de precipitación, se indica una variación entre los 2500 y 3000 mm anuales, que varían de acuerdo al piso altitudinal (Amoroso 2010).

Los principales usos de la tierra (Figura 1), se encuentran relacionados con las actividades agrícolas llevadas a cabo en esta zona, siendo los principales cultivos el banano (*Musa acuminata*) a nivel comercial, y el cultivo de plátano (*Musa balbisiana*) a nivel familiar. Se encuentran además pequeñas fincas destinadas a la agricultura orgánica, y en el lado panameño se pueden observar bosques secundarios con buen estado de conservación (Amoroso 2010).

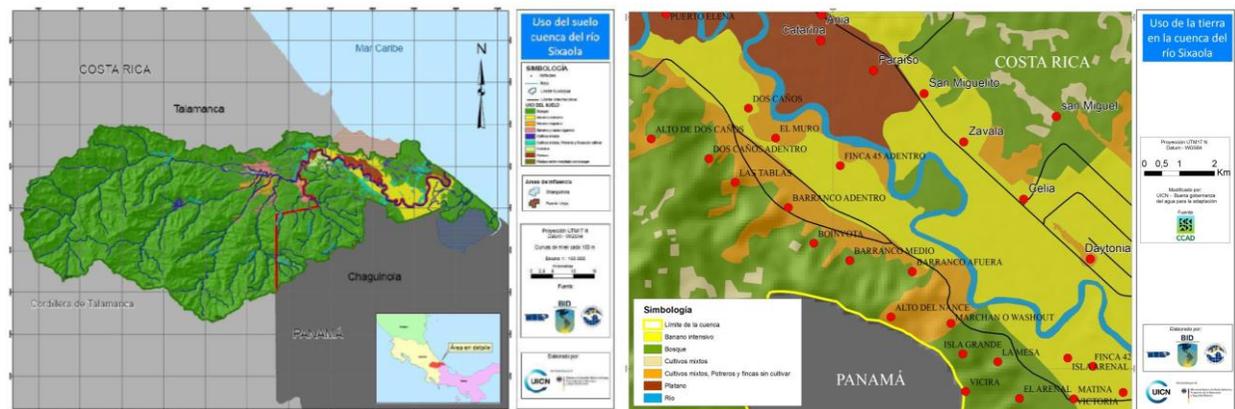


Figura 1. Uso de la tierra en la cuenca del río Sixaola (izquierda) y en la subcuenca “Sixaola medio” (derecha)

Fuente: BID (2004)

### 3.3.2 PRINCIPALES RECURSOS (CAPITALES) DE PARAISO Y CATARINA

Los agricultores de Paraíso y Catarina son provenientes de diversos sitios de Costa Rica, como Upala, San Carlos, Puriscal, Guanacaste, entre otros, que fueron atraídos a la zona debido a la oferta de trabajo en las plantaciones de banano cuyo auge inició en la década de los años 80, y por otro lado, debido al proceso de colonización que tuvo lugar en la zona por esas mismas fechas. Por la cultura agrícola, propia de sus lugares de origen, las familias recién llegadas iniciaron su producción intentando replicar prácticas en un contexto distinto al suyo, y es con el paso de los años que han tenido que ir adaptando sus formas de vida, así como sus sistemas de producción a las características del lugar.

El Cuadro 3 muestra los principales recursos (capitales) de las comunidades Paraíso y Catarina, relacionados con los medios de vida productivos de las familias, en base a las entrevistas realizadas en el presente estudio; no se incluyen en este cuadro, los recursos productivo y natural, por ser ejes centrales de los diferentes análisis realizados en la investigación.

**Cuadro 3. Principales recursos (capitales) de las comunidades Paraíso y Catarina**

Recurso (capital)	Elemento	Descripción
Humano	Población	<ul style="list-style-type: none"><li>– La población actual aproximada es de 300 familias, según estimaciones en base a los registros del comité local de emergencias<sup>3</sup> (87% en Paraíso; 13% en Catarina).</li><li>– En ambas comunidades habitan de manera temporal familias de jornaleros de fincas bananeras aledañas (población flotante de 30 familias aproximadamente).</li></ul>
	Educación	<ul style="list-style-type: none"><li>– Jóvenes, niños y niñas en edad escolar tienen acceso a educación formal (primaria y secundaria) en las dos comunidades. Jefes de familia y personas adultas, cuentan con educación primaria y en menor grado han realizado carreras de tipo técnico.</li><li>– En educación no formal, las familias hacen mención a eventos promovidos por INA o MAG en temas de capacitación sobre nutrición, o agricultura.</li></ul>
	Salud	<ul style="list-style-type: none"><li>– La única clínica se encuentra ubicada a 20 Km de la comunidad, en el sector de Daitonia. En la comunidad Paraíso se encuentra el EBAIS que atiende una vez al mes a un promedio de 25 personas.</li><li>– Las principales enfermedades que afectan a las familias son de tipo parasitario (dengue, diarrea), alimenticio (obesidad, diabetes, hipertensión arterial) y respiratorias (gripe, asma).</li></ul>

<sup>3</sup> El Comité local de emergencias es una forma de organización comunitaria conformada para atender las emergencias debido a inundaciones del río Sixaola.

Recurso (capital)	Elemento	Descripción
Cultural	Tradiciones	– Las tradiciones de tipo agrícola, festivo o incluso culinario que las familias guardan responden en la mayoría de los casos a sus sitios de origen.
	Preferencias religiosas	– Hay presencia de varias iglesias a las que las familias asisten, siendo común ver en una misma familia a diferentes miembros optar por diferentes creencias.
	Elementos de identidad	– Las personas entrevistadas en las dos comunidades señalan que en general, el sector es un sitio tranquilo para vivir y que este es uno de los aspectos que más los caracteriza, aún cuando comparten creencias y tradiciones distintas.
Social	Formas de organización	– Grupos conformados alrededor de temas religiosos, deportivos, educativos u otro aspecto en el que las familias tengan un interés en particular como lo son los conformados para buscar el acceso a servicios básicos (agua, salud, etc.), o garantizar los de tipo productivo (agricultura o comercialización).
	Participación	– De acuerdo a las entrevistas realizadas, las familias tienen un bajo nivel de participación, principalmente en las relacionadas con la provisión de servicios básicos.
	Nivel de conocimiento organización	– Sobre el nivel de conocimiento del trabajo que las instituciones públicas y privadas realizan en la zona, es notorio que únicamente los directivos de las organizaciones son quienes mantienen una relación con éstas.
Político	Gobierno comunitario	– Ninguna de las dos comunidades cuenta con un comité de desarrollo, asamblea u otro tipo de gobierno comunitario. Según testimonios esta es una necesidad presente, pues las organizaciones existentes se encuentran trabajando de manera separada y hay varias iniciativas importantes como la gestión de riesgos, que requieren de instancias de este tipo.
	Liderazgo	– Un liderazgo reconocido es el desempeñado por ASOPLATUPA, sin embargo, al ser ésta una organización creada específicamente para la comercialización agrícola, no puede cumplir un rol de coordinación, ni articulación de actores o ejecución de acciones encaminadas a atender las necesidades de la comunidad.

Recurso (capital)	Elemento	Descripción
Político	Relaciones gobierno central	– No existe un espacio de diálogo establecido; los únicos vínculos existentes son las relaciones de prestación de servicios de salud, educación, entre otros a través de las instituciones públicas presentes en la zona.
	Conocimiento sobre políticas públicas	– Las familias hacen referencia a la ley forestal que controla la tala ilegal, y la prohibición del uso de productos venenosos para la pesca, pero desconocen mecanismos de aplicación.
	Manejo del territorio	– Las familias desconocen sobre políticas vigentes y estructura del aparato público en relación a su ubicación en zona de frontera y su cercanía al margen principal del río. – Existe una marcada incertidumbre respecto a la tenencia de la tierra a nivel familiar, debido al proceso de precarización de la zona. – No existe hasta el momento ninguna instancia comunitaria que coordine acciones sobre estos temas.
Construido - físico	Infraestructura comunitaria	– Salón Comunal, colegio “Instituto Paraíso”, instalaciones para el empaque y comercialización de plátano (ASOPLATUPA). – Paraíso: EBAIS, CEN y oficina para Comité Local de riesgos. Catarina: Escuela y cancha de fútbol.
	Servicios básicos	– Al igual que en todo el Distrito Sixaola, en las dos comunidades, existe un déficit en el servicio de recolección de desechos y manejo de aguas servidas. – El agua para consumo es proveniente de pozos.
	Movilidad y comunicación	– A 500 m de las comunidades se encuentra la vía Bribri – Sixaola, siendo ésta una autopista de primer orden por donde circulan regularmente buses del servicio público. – A nivel interno las comunidades cuentan con caminos secundarios, que están en buen estado y que llegan a la mayoría de las fincas, y que funcionan a lo largo del año, con excepción de los días de fuerte precipitación. – La principal forma de comunicación en la zona, es mediante el uso de teléfonos celulares.
	Vivienda	– Construcciones con materiales de la zona (madera, o caña guadua y techo de cinc o similares), a nivel del suelo, aunque se necesiten construcciones elevadas debido a inundaciones.

Fuente: entrevistas familiares, grupos focales

### **3.4 RESULTADOS**

#### **3.4.1 ESTADO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS DE PARAÍSO Y CATARINA**

La información colectada en campo permite conocer el estado de seguridad alimentaria de las familias de las comunidades Paraíso y Catarina en función de los tres ejes que la definen, disponibilidad, acceso y uso de alimentos y agua, siendo posible evidenciar de esta manera las estrategias que desarrollan para satisfacer de manera estable y suficiente una de sus necesidades fundamentales básicas, como lo es la alimentación, y en qué medida lo logran.

##### **3.4.1.1 Disponibilidad de alimentos**

###### **a. Producción agrícola en Paraíso y Catarina**

Los cultivos de arroz (*Oryza sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris L*) y maíz (*Zea mayz*) o “*granos básicos*”, destinados para el autoconsumo y para el mercado interno, junto con el cultivo de plátano (*Musa balbisiana*), destinado principalmente para la exportación, constituyen la principal producción agrícola de las comunidades Paraíso y Catarina.

El área productiva total en promedio en las dos comunidades es de 3 hectáreas (ha), aunque hay familias que tienen menos de 1 ha y familias con más de 10 ha. Las estrategias productivas utilizadas por las familias son principalmente 1) producción en espacios junto a la vivienda y 2) producción en espacios junto a la vivienda más un espacio adicional en otro terreno; la tenencia del espacio junto a la vivienda es propia para todos los casos y para el terreno adicional puede ser propio o prestado.

En cuanto a la agrobiodiversidad, las familias que han diversificado su producción tienen en sus fincas entre 20 a 42 especies frutales, entre 10 a 20 cultivos diferentes (granos básicos, raíces y tubérculos y hortalizas) y entre 10 a 12 especies forestales; por otro lado las familias que no han diversificado sus fincas tienen menos de 5 especies frutales, entre 0 y 4 tipos de cultivos (granos básicos, raíces y tubérculos y hortalizas) y entre 0 y 4 especies forestales.

## b. Procesos de cambio o reducción en la producción de granos básicos en Paraíso y Catarina

Para las familias de Paraíso y Catarina, la forma de tener acceso permanente a una dieta balanceada cuando no cuentan con ingresos fijos es cultivando alimentos, aunque en la actualidad la mayoría de las familias consiguen los productos básicos de la dieta diaria en las pulperías (tiendas). El alimento más consumido por las familias es el arroz (*Oryza sativa*), el cual es a su vez el producto con mayor demanda en las tiendas (61%), mientras que el plátano (distintas variedades) es el producto más producido (73%). Otros productos de la dieta diaria que tienen alta demanda en las tiendas son aceite, atún, azúcar, café y distintos tipos de carne (embutidos y carne de res principalmente). En cuanto a los productos cultivados para autoconsumo se encuentran el ayote (*Cucurbita moschata L*), yuca (*Manihot esculenta*), chayote (*Sechium edule*) y carne de pollo y pescado que las familias producen y consiguen en el río respectivamente. El frijol (*Phaseolus vulgaris L*) que también es parte de la dieta diaria, es comprado por un 55% de las familias.

De acuerdo a las observaciones de campo y datos obtenidos, se evidencia una marcada tendencia a la reducción o sustitución del área de producción de granos básicos y raíces y tubérculos hacia la producción de musáceas, principal fuente de ingresos económicos; el mercado y eventos climáticos e hidrológicos han sido identificados como determinantes en este proceso (Cuadro 4).

**Cuadro 4. Factores determinantes en el cambio de producción de granos básicos en Paraíso y Catarina**

Factores	Principales razones
<b>Mercado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Inexistencia de canales de comercialización para granos básicos</li> <li>– Consolidación de mercado para la comercialización de musáceas, (mercado interno y exportación), a nivel empresarial y comunitario</li> <li>– Presencia de pulperías (tiendas) que comercializan productos alimenticios importados de menor precio</li> <li>– Falta de apoyo institucional para la comercialización de granos básicos y otros productos alimenticios</li> <li>– Inexistencia de programas dirigidos al fomento de granos básicos en la zona</li> </ul>
<b>Eventos climáticos e hidrológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Daños en las plantaciones, principalmente granos básicos debido a inundaciones y eventos climáticos (cultivos de ciclo corto más susceptibles)</li> </ul>

Fuente: Entrevista familias

Como ya se ha mencionado, la principal fuente de provisión de granos básicos para las familias de las dos comunidades son las pulperías (tiendas); en Paraíso funcionan 10 pulperías, y en Catarina 8, para una población de 260 familias y 40 familias, respectivamente. Los productos que más se comercializan son arroz y frijol, además de gaseosas, café, azúcar, y productos empaquetados como galletas; las dificultades de almacenamiento y la baja demanda son las principales razones por las cuales no se comercializan verduras y frutas, así como la dificultad de conseguir estos productos en el mercado local. En el Cuadro 5 se muestra, las razones por las cuales las familias prefieren comprar granos básicos en lugar de producirlos en sus fincas.

**Cuadro 5. Factores que determinan el cambio o reducción en la producción de granos básicos en Paraíso y Catarina**

Cultivo	Factores		
	Económicos	Agroclimáticos	Culturales
<i>Arroz (Oryza sativa)</i> ( <i>Oryza sativa</i> )	Producto importado más barato	Presencia de plagas	----
	Altos costos de producción	----	----
	Alta demanda de mano de obra	----	----
<i>Frijol (Phaseolus vulgaris L)</i>	No existe mercado	La lluvia echa a perder el cultivo (caída de flores)	----
	----	Alta humedad afecta la cosecha (germinación de granos en almacenamiento)	----
<b>Maíz</b> ( <i>Zea mayz</i> )	No existe mercado	Pérdidas en almacenamiento	Consumo de tortillas empacadas debido a costos más bajos

Fuente: Entrevistas informantes clave

Las familias que tienen una provisión permanente de granos básicos y otros alimentos, son quienes han diversificado su producción, y señalan que la cosecha de *Frijol (Phaseolus vulgaris L)* y de maíz (*Zea mayz*) puede abastecerles a lo largo de todo el año, siempre y cuando se realice una planificación de siembras y se cuente con infraestructura básica (tanques herméticos en espacios elevados) para el almacenamiento, con el fin de no perder la cosecha; con el cultivo de *Arroz (Oryza sativa)*, hay una mayor tendencia a la compra, incluyendo a los propietarios de fincas diversificadas, debido a que la producción se ha visto disminuida drásticamente, por los costos de producción y alta demanda de mano de obra de este cultivo.

La planificación de la finca es un factor determinante en cuanto al manejo de la producción y la reducción de pérdidas, y quienes tienen fincas diversificadas señalan esta actividad como una de sus principales herramientas de trabajo, aunque reconocen tener problemas debido a la irregularidad del clima, que según sus testimonios, en los últimos cuatro años no se ha presentado de acuerdo a las estaciones, y en las épocas ya conocidas por ellos; “...*hoy en día el clima es muy variado durante todo el año, y se dificulta la agricultura porque no se sabe las fechas en las que va a llover*” (Vindas 2012).<sup>4</sup>

En cuanto al acceso a agua para consumo humano, las familias señalan que cuentan con una buena disponibilidad de este recurso (cantidad), otorgando una calificación de 3 en una escala de 1 a 3 (siendo 3 la calificación más alta); sin embargo, se debe anotar que en los últimos 4 años, (desde 2008 aproximadamente), las familias indican que han experimentado por primera vez en 30 años una reducción en cuanto a la cantidad del agua de los pozos familiares (principales fuentes de acceso a agua), los cuales han llegado “*inclusive a secarse*”.<sup>5</sup>

Las familias señalan por otro lado un déficit en cuanto a la calidad del agua; la presencia de enfermedades de tipo parasitarias da cuenta de un inadecuado o deficiente manejo y gestión para garantizar la calidad de este recurso para consumo humano en la zona, que se debe principalmente a las condiciones de saneamiento en la zona, el cual ha sido calificado como bajo por las familias campesinas (1 en una escala de 1 a 3).

Las formas de almacenamiento del agua para consumo reducen la contaminación de pozos ocurrida tras la ocurrencia de eventos de tipo hidrológico o climático y marcan una diferencia, sin embargo, la inexistencia de un programa de manejo de aguas servidas, son una fuente de contaminación permanente, aún para las familias que han adaptado los sistemas de almacenamiento de agua.

### **3.4.1.2 Acceso a alimentos**

#### **a. Medios y estrategias de vida de las familias campesinas de Paraíso y Catarina**

Las familias de Paraíso y Catarina dependen de sus ingresos económicos para satisfacer sus necesidades alimenticias, siendo la producción agropecuaria la principal fuente de generación de ingresos en la zona.

---

<sup>4</sup> Comunicación personal, entrevista a Eliecer Vindas, Comunidad Paraíso, mayo de 2012.

<sup>5</sup> En la zona, los pozos no son de fuentes subterráneas, lo son de fuentes superficiales, como resultado de procesos de infiltración, lo cual a su vez las vuelve más susceptibles a procesos de contaminación.

El Cuadro 6 muestra las actividades económicas que constituyen los principales medios de vida productivos de las familias<sup>6</sup>, y a los que se hará referencia en el presente documento por estar relacionados directamente con los sistemas de producción agropecuaria, objeto de este estudio; se incluye en esta lista los quehaceres domésticos (medios de vida reproductivos), debido a la relación existente entre esta actividad y la provisión de alimentos y toma de decisiones alrededor la dieta familiar.

**Cuadro 6. Medios de vida productivos de Paraíso y Catarina**

Actividad	Descripción
Agricultura	Producción de granos básicos, tubérculos y hortalizas para autoconsumo; y/o producción de frutales para autoconsumo o comercialización
Producción de plátano	Cultivo de plátano ( <i>Musa balbisiana</i> ) para comercialización
Jornal (finca bananera)	Trabajo en fincas bananeras aledañas a las comunidades (salario fijo)
Jornal	Trabajos ocasionales de corte y empaque de plátano en la comunidad, en fincas familiares o con ASOPLATUPA
Servicios / Comercio	Prestación de servicios de conducción, limpieza, cocina o actividades de comercio (cuenta propia)
Quehaceres domésticos (Qdom)	Tareas de la casa (medio de vida reproductivo, relacionado con la provisión de alimentos)

Fuente: Entrevistas a familias

La identificación de los medios de vida productivos, permitió además la identificación de las diferentes opciones que las familias entrevistadas llevan a cabo, combinando estas actividades o realizándolas por separado, constituyéndose en las estrategias de vida con las cuales buscan satisfacer algunas de las necesidades fundamentales básicas, particularmente la de alimentación.

Para las familias de Paraíso y Catarina, las posibilidades de poder contar con dinero en efectivo establece una diferencia entre la satisfacción o no de sus necesidades fundamentales básicas particularmente la de alimentación, siendo éste el principal gasto en el que incurren.

---

<sup>6</sup> De acuerdo a Imbach (2012), la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales (básicas, de la persona, de entorno y de acción), solo es posible a través del establecimiento de las estrategias desarrolladas por las familias a partir de los diferentes medios de vida productivos y reproductivos, y de cómo éstos les permitan alcanzar este fin.

Un gasto importante en la zona es la producción agrícola, y para las familias que dependen del cultivo de plátano (*Musa balbisiana*), poder cubrir sus costos de producción y tener ganancias dependen de una buena negociación para la venta y de las variaciones del precio del mercado; por otro lado, los ingresos de las familias que tienen salarios como jornaleros, de alguna forma cuentan con un ingreso fijo, sin embargo, no siempre son trabajos permanentes. Frente a esto, las familias buscan estrategias para generar ingresos adicionales y poder contar con dinero en efectivo para comprar sus alimentos.

#### **b. Uso de alimentos y patrones de consumo**

La dieta tradicional de las familias campesinas, se ha basado en el consumo de maíz (*Zea mays*), arroz (*Oryza sativa*), frijol (*Phaseolus vulgaris L*), y una variedad de tubérculos y raíces como yuca (*Manihot esculenta*), malanga (*Xanthosoma violaceum*), tiquizque (*Xanthosoma sagittifolium*), ñame (*Dioscorea spp.*), entre otros que se han identificados en la zona; sin embargo, aunque el consumo de arroz y frijol se mantiene en el menú diario de las familias, el consumo de maíz se ha reducido drásticamente en los últimos 10 años, debido principalmente a un cambio en los patrones de alimentación de las familias, y a factores como el cambio en los sistemas de producción y tendencias del mercado.

Para las familias de las dos comunidades, el consumo de granos básicos es parte fundamental de su dieta diaria y al tratarse de productos de primera necesidad difícilmente son sustituidos con otros productos; para el caso del arroz (*Oryza sativa*), las familias indican que lo consumen inclusive sin ningún acompañamiento, sin que puedan dejar de consumirlo, a diferencia del frijol (*Phaseolus vulgaris L*) que en caso de faltar lo podrían sustituir con “picadillos” de plátano (*Musa balbisiana*), ayote (*Cucurbita moschata L.*) u otro producto de la finca que sirva para “acompañamiento o ajuste”; para el caso del maíz (*Zea mays*), las familias, han sustituido su consumo o inclusive, lo han retirado completamente de la dieta.

En este sentido, las familias mencionan como principal razón para no acceder a una variedad permanente de alimentos la dificultad de encontrar diversidad de productos en las pulperías y mencionan el cambio de precios, como una de los principales limitantes. Es evidente la tendencia de las familias hacia el consumo de productos empacados que son los de mayor oferta y demanda en los puntos de venta; el caso más evidente sobre este cambio es la reducción o reemplazo total del consumo de tortillas de maíz elaboradas en casa por paquetes de tortillas de trigo que se consiguen permanentemente en las pulperías (tiendas). Este patrón se mantiene para la dieta escolar, ya que los productos con los que se preparan estos alimentos también se consiguen en los mismos puntos de venta.

### 3.4.2 SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS Y MECANISMOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

#### 3.4.2.1 Percepción de impacto esperado (exposición)

Los eventos climáticos señalados por las familias campesinas que han afectado de alguna manera sus medios de vida productivos son fuertes precipitaciones, alta humedad relativa, altas temperaturas, y ausencia de lluvias; no obstante han señalado los eventos hidrológicos (inundaciones del río Sixaola) como los eventos a los que mayormente se encuentran expuestos, aunque la falta de lluvias recibe también alta valoración por parte de las familias.

En el Cuadro 7 se muestran las principales características de las inundaciones ocurridas en la zona, que de acuerdo a las información colectada en campo se las ha clasificado según su nivel de intensidad en tres tipos: 3 = intensidad fuerte; 2 = intensidad media; y 1 = intensidad leve.

**Cuadro 7. Características de las inundaciones del río Sixaola, y sus efectos en Paraíso y Catarina de acuerdo a su nivel de intensidad y cercanía al cauce principal**

Intensidad	Eventos previos	Orilla (hasta 300 m del cauce)	De 300 a 500 m del cauce	De 500 m a 1000 m del cauce
<b>Intensidad fuerte (nivel 3)</b>	Lluvia prolongada hasta 6 días seguidos	El agua arrastra todo a su paso (árboles, cultivos) Arrastre de sedimentos El barro permanece hasta 15 días, si hay buen sol	Incremento paulatino del nivel del agua; con menor velocidad La velocidad del agua no alcanza a arrancar árboles, daña cultivos debido a humedad	Inundación paulatina, llega a sitios altos en las comunidades No arrastra lodo; el agua se queda empozada hasta que pueda evacuar
		El agua se demora más de 6 días para bajar	El agua se demora de 4 a 6 días para bajar	El agua se demora de 2 a 4 días para bajar
<b>Intensidad Leve y media (niveles 1 y 2)</b>	Lluvia prolongada hasta 3 días seguidos	Junto al cauce el agua se lleva todo a su paso	Llega a una altura "moderada" (hasta 50 cm del piso), no causa mayor daño	El agua no llega a comunidades
		Puede ocurrir cada año Los agricultores que tienen plantaciones cerca del río siempre se ven afectados	El agua se demora en salir, si no hay canales o buen sol	

Fuente: entrevistas informantes clave y grupos focales

En cuanto al nivel de percepción sobre el impacto esperado de los eventos climáticos e hidrológicos en la zona, las familias perciben fácilmente las inundaciones, tanto que la comunidad se mantiene alerta en caso de lluvia continua, aunque su nivel de respuesta depende del tipo de inundación (intensidad) y de los daños causados. Contrario a esto, las familias perciben pero no creen posible actuar frente a variaciones o estimaciones de cambio esperado para eventos climáticos (precipitación, temperatura, humedad). En casos de ausencia de lluvia, las familias indican que no saben cómo actuar.

### 3.4.2.2 Impacto provocado sobre los medios de vida productivos (sensibilidad)

Todas las familias de Paraíso y Catarina han sufrido por varios años los efectos causados por las inundaciones, llegando en algunos casos a perder hasta el 100% de sus producciones y quedarse inclusive sin alimentos y agua limpia; se encontró una relación directa entre los principales daños provocados y la afectación sobre sus medios y estrategias de vida (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Principales daños provocados por las inundaciones del río Sixaola en las poblaciones de Paraíso y Catarina en función de los medios y estrategias de vida afectados**

Daños provocados		Estrategias y medios de vida afectados
<b>Afectación en sistemas productivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de garantías para otorgamiento de crédito, debido al alto riesgo que significa la inversión en terrenos cercanos al río</li> <li>• Falta de capital de inversión propio (ahorros familiares) para volver a sembrar, aprovechando el alto grado de fertilidad del suelo debido a la acumulación de nutrientes arrastrados por el río</li> <li>• Pérdida de semillas e insumos para la producción provenientes de la misma finca</li> <li>• Pérdida de espacios productivos (arrastré de terrenos cercanos al río) en función de la dirección que tome el río e intensidad de la inundación</li> </ul>	Agricultura para autoconsumo y para comercialización (cultivo de musáceas y granos básicos (principales cultivos de la comunidad)

Daños provocados		Estrategias y medios de vida afectados
<b>Desempleo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción en el número de plazas laborales en fincas bananeras, y suspensión de las actividades de empaque en ASOPLATUPA</li> </ul>	Trabajos como jornaleros/as en comunidad y fincas bananeras aledañas Prestación de servicios / comercio (cuenta propia)
<b>Viviendas afectadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pérdida de utensilios, enseres domésticos, electrodomésticos, e inclusive daños o pérdidas totales de la infraestructura</li> </ul>	Quehaceres domésticos
<b>Falta de alimentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problemas con el abastecimiento de alimentos debido a la falta de ahorros y reducción de los ingresos familiares (algunas veces se requiere de la donación de alimentos)</li> <li>Contaminación de pozos de agua</li> <li>Pérdida de cultivos para autoconsumo (en caso de no contar con sistemas de almacenamiento)</li> </ul>	Quehaceres domésticos

Fuente: Entrevistas familiares y informantes clave

El Cuadro 9 muestra el nivel de percepción del impacto ocasionado sobre los capitales natural y físico debido a eventos climáticos o hidrológicos.

**Cuadro 9. Percepción del impacto provocado sobre los capitales natural y físico debido a eventos climáticos o hidrológicos**

<b>RECURSO AFECTADO</b>	<b>Maíz (<i>Zea mays</i>),</b>	<b>Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L)</b>	<b>Arroz (<i>Oryza sativa</i>)</b>	<b>Plátano (<i>Musa balbisiana</i>)</b>
<b>Inundaciones fuertes</b>	Se pierde completamente (cultivo)	Se pierde completamente (cultivo)	Pérdida total en caso de arrastre de terrenos o acumulación de lodo	Pérdida total en caso de arrastre de terrenos o acumulación de lodo
<b>Inundaciones leve y media</b>	Se pierde completamente (cultivo)	Se pierde completamente (cultivo)	No se ve afectado por subida del nivel del agua (cultivo resistente a inundaciones)	Cultivo resistente a inundaciones (varios días)
<b>Alta precipitación y humedad</b>	Pérdida del cultivo debido a pudriciones de raíces y tallos	Pérdida de cultivo debido a pudriciones y caída de flores	Pérdida en caso de alta humedad relativa, debido a pudriciones	Daños en el cultivo debido a presencia de enfermedades
	Pérdida de la cosecha (germinación de granos)	Pérdida de la cosecha (germinación de granos)		
<b>Altas temperaturas</b>	Se pierde completamente	Se pierde completamente	Cultivo resistente	Cultivo resistente
<b>Ausencia de lluvia</b>	No le causa daño en general; si es severa seca las plantas (si están tiernas)	No le causa daño en general; si es severa seca las plantas (si están tiernas)	Se pierde completamente (cultivo)	Cultivo resistente
	Facilita el almacenamiento (cosecha)	Facilita el almacenamiento (cosecha)	Facilita el almacenamiento (cosecha)	

<b>RECURSO AFECTADO</b>	<b>Suelo</b>	<b>Infraestructura comunitaria</b>	<b>Agua (pozos)</b>	<b>Vivienda</b>
<b>Inundaciones fuertes</b>	Pérdida del terrenos cercanos al margen del río	Muy afectadas construcciones cercanas al río	Muy afectados, debido a contaminación en toda la comunidad	Muy afectadas viviendas cercanas al río; si llega a comunidades pérdida de muebles y enseres
<b>Inundaciones leve y media</b>	No se ve afectado	No se ve afectado	No se ven afectados (si no llega a comunidad)	No causa daños, si no llega a comunidad (familias guardan sus cosas)
<b>Alta precipitación y humedad</b>	Erosión debido a fuertes lluvias	No se ve afectado	Incremento en el nivel de agua	No se ve afectado
<b>Altas temperaturas</b>	No se ve afectado	No se ve afectado	No se ve afectado	No se ve afectado
<b>Ausencia de lluvia</b>	Resquebrajamiento del suelo; erosión	No se ve afectado	Escasez de agua para consumo humano	No se ve afectado

### **3.4.2.3 Medidas de respuesta (capacidad adaptativa)**

Frente a los eventos que han causado impacto directo en la zona, 40% de las familias dicen que no se encuentran preparadas en caso de presentarse nuevamente un evento de esta naturaleza, y 31% de las familias, dicen que si lo están, el restante 27% son familias que se encuentran parcialmente preparadas, y que dependen de la magnitud del evento y la situación económica por la que atraviesen en el momento de presentarse.

El Cuadro 10 muestra las opciones de respuesta (elementos de adaptación al cambio climático), a nivel de finca, frente a eventos extremos, identificadas en la zona, en relación a los recursos (capitales) de la comunidad.

**Cuadro 10. Opciones de respuesta (elementos de adaptación) identificadas por las familias de Paraíso y Catarina, frente a la ocurrencia de fenómenos climáticos e hidrológicos**

Capital	Elementos de adaptación al cambio climático
<b>Financiero</b>	Ahorro para emergencias
	Producción de plátano para la venta
	Acceso a crédito
	Diferentes fuentes de ingreso
	Ingresos diferentes a la producción agrícola
<b>Construido</b>	Tanques elevados para almacenamiento de agua
	Casa de alto
<b>Humano</b>	Capacitación
<b>Cultural</b>	Producción de alimentos variados en la finca

Fuente: grupos focales/ entrevistas familiares

De acuerdo a los testimonios, las opciones identificadas por las familias y las razones por las cuales no han sido implementadas se encuentran relacionadas con las posibilidades de inversión por parte de las familias, ya que algunas de estas iniciativas requieren contar con ingresos económicos para su ejecución; las razones por las cuales las familias no cuentan con fondos para realizar inversiones, se deben a gastos realizados en alimentación, producción agrícola y servicios básicos, señalados como principales gastos realizados. El Cuadro 11 muestra el nivel de reacción frente a eventos climáticos e hidrológicos percibidos

**Cuadro 11. Nivel de reacción de las familias frente a los eventos climáticos e hidrológicos percibidos**

	Alta (ex ante)	Media (ex post)	Reacción baja (pasividad)
Inundaciones severas	----	----	Es un "desastre" natural
Inundaciones leves y medias	----	Volver a sembrar para vender y recuperar inversión	----
Alta precipitación y humedad	----	----	No se puede hacer nada. El agua satura el suelo y los cultivos se mueren
Altas temperaturas	Siembra de varios cultivos (rotación, asociación)	----	----
Ausencia de lluvia	----	----	No se puede hacer nada "son cambios climáticos"

El Cuadro 12 indica los principales elementos de adaptación al cambio climático señalados por informantes clave entrevistados, en relación al énfasis productivo de sus sistemas agropecuarios.

**Cuadro 12. Elementos de adaptación al cambio climático identificados en las fincas familiares, de acuerdo al énfasis de la producción**

Finca diversificada	Monocultivo
Manejo escalonado, asociación, rotación de cultivos y diversificación de sus alternativas de comercialización	Búsqueda de trabajo en fincas bananeras aledañas a las comunidades, o en otras zonas del país como jornaleros, principalmente en las fincas productoras de piña
Desarrollo de tecnologías que permitan a las familias contar con una diversidad de componentes productivos destinados para el autoconsumo y la comercialización (implementación de sistemas de poscosecha)	Generación de ingresos económicos para compra de alimentos y otros gastos familiares
Desarrollo de tecnologías para la producción agrícola diversificada, tales como almacenamiento de semillas, conservación de la cosecha, almacenamiento de agua	---
Producción de alimentos para autoconsumo y para la venta	---

Fuente: Entrevista a informantes clave

El Cuadro 13 muestra un análisis comparativo entre los principales beneficios señalados por informantes clave entrevistados, en relación al énfasis productivo de sus sistemas agropecuarios.

**Cuadro 13. Beneficios proporcionados por los sistemas agropecuarios, de acuerdo al énfasis de la producción**

Finca diversificada	Monocultivo
Desarrollo de capacidades (en diferentes ámbitos) para los miembros de la familia	Especialización en el manejo de monocultivos y aplicación de paquetes tecnológicos específicos; generalmente para el/la jefe de familia
Desarrollo de capacidades empresariales (comercialización diversificada, principalmente para mercado interno)	Desarrollo de capacidades empresariales (comercialización a gran escala, principalmente para exportación)
Espacio para acercamiento con la naturaleza (inicio a edades tempranas)	---
Rubros múltiples para obtención de ingresos económicos	Rubro único para obtención de ingresos económicos

Finca diversificada	Monocultivo
Rubros múltiples para aseguramiento de la nutrición familiar	Generación de ingresos económicos para compra de alimentos
Rubros múltiples para diversificación del menú diario	Dependencia de ingresos económicos para provisión de alimentos para menú diario
Generación de ahorros, por la no compra de alimentos y por comercialización de productos	Generación de ahorros al concretar un buen negocio (comercialización exitosa)
Comercialización permanente	Una época de comercialización
Destino de ganancias para inversión en la finca y en hogar	Destino de las ganancias para nuevo ciclo de cultivo (muchas veces cubrir créditos)
Inversión en tecnologías de adaptación al cambio climático	Inversión únicamente en paquete tecnológico de cultivo
Diversificación del riesgo de inversión	Alto riesgo de inversión

Fuente: Entrevista a informantes clave

### 3.4.3 CAMBIOS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, FACTORES DETERMINANTES

Pese a los beneficios generados con el establecimiento y manejo de sistemas diversificados, en la zona de estudio se ha encontrado una tendencia marcada hacia la producción con énfasis en el monocultivo; 51% de las familias entrevistadas dependen directamente de los ingresos generados debido a la producción de plátano (producción propia o remuneración en las fincas bananeras aledañas).

Un factor motivante, señalado por las familias para destinar sus terrenos a la producción de plátano (*Musa balbisiana*) es la posibilidad de generar ingresos económicos a partir de este cultivo que cuenta con un mercado establecido, a diferencia del cultivo de granos básicos; no obstante, quienes han apostado por la diversificación de sus sistemas de producción señalan una ventaja comparativa al poder contar con varias alternativas para la generación de ingresos y la diversificación del riesgo a pérdidas económicas que es mayor para los plataneros que dependen de las fluctuaciones del mercado. La ubicación de Paraíso y Catarina junto a fincas bananeras que producen a gran escala las cuales influyen directamente la producción familiar que buscan manejar sus sistemas productivos con énfasis empresarial, aún cuando no siempre cuentan con las condiciones para competir en el mercado.

Como ya se ha mencionado, los factores identificados en Paraíso y Catarina como determinantes para el cambio de las formas de producción de granos básicos o su reemplazo por sistemas de monocultivo son las condiciones climáticas y eventos hidrológicos, las fluctuaciones de precios en el mercado; otro factor identificado en la zona es la tenencia de la tierra.

El acceso a la tierra es una de las razones manifiestas de las familias entrevistadas para su permanencia en las comunidades, pese a las dificultades enfrentadas y a su nivel de vulnerabilidad frente a eventos climáticos e hidrológicos, 40% de las familias dicen que la tierra representa su principal patrimonio; sin embargo, la posibilidad de contar con un espacio propio<sup>7</sup> no se encuentra relacionado con la toma de decisiones respecto al manejo de los sistemas productivos, y a su nivel de diversificación; así mismo no se encuentra relación entre tenencia de la tierra y actividad económica de la familia.

La situación de incertidumbre sobre tenencia de la tierra en la zona, ha sido uno de los principales factores que ha favorecido el establecimiento de sistemas de producción intensiva con énfasis en el monocultivo, ya que al tratarse de tierras de origen precarista, una de las fórmulas para garantizar la permanencia en el terreno ha sido precisamente la conversión de terrenos con vegetación nativa en fincas productivas, siendo el plátano (*Musa balbisiana*) la principal vía.

### 3.4.3.1 Factores que posibilitan la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria

“...la diversificación de sistemas productivos está muy ligado a la cultura y a las experiencias de vida de cada comunidad...” (Cordero 2012)<sup>8</sup>, sin embargo, varios factores son los que intervienen en la toma de decisiones de los productores para el establecimiento y manejo de los sistemas productivos. El Cuadro 14 muestra los principales factores identificados en la zona que posibilitan la diversificación de los sistemas productivos o el mantenimiento de la biodiversidad local.

**Cuadro 14. Factores que posibilitan la diversificación de los sistemas productivos**

CAPITAL	FACTOR IDENTIFICADO
<b>Humano</b>	Capacitación
	Sensibilización en la población acerca de la importancia de la diversificación
	Desarrollo y aplicación de tecnologías adaptadas en la zona (almacenamiento de semillas, manejo del agua, entre otras)
<b>Social</b>	Fortalecimiento de la comunidad para que la toma de decisiones no esté influenciada únicamente por factores externos

<sup>7</sup> Para efectos del presente trabajo, se considera terreno propio a aquellos señalados por las familias como tales, sin considerar la problemática existente en la zona respecto a la legalización de tierras, y los procesos de precarización.

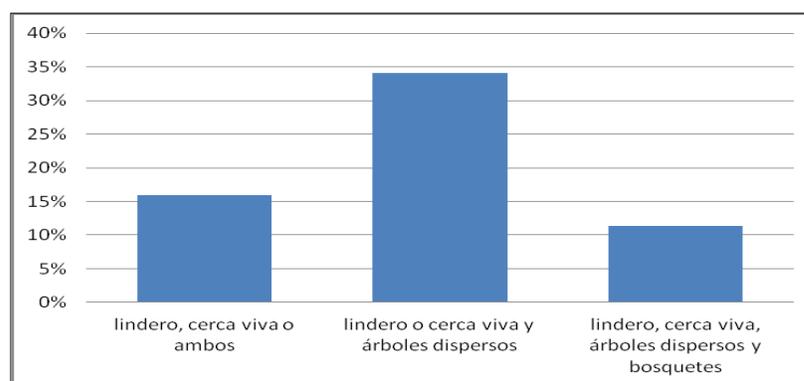
<sup>8</sup> Comunicación personal: entrevista Pedro Cordero, coordinador proyecto UICN, junio 2011.

CAPITAL	FACTOR IDENTIFICADO
<b>Cultural</b>	Valoración de los recursos disponibles y potencialidades de la comunidad, sin centrarse únicamente en la problemática: “...es necesario conocer lo que se tiene para darle valor y no adoptar formas de vida externas”
	Desarrollo de espacios comunitarios para garantizar el acceso y disponibilidad permanente de variedades de semilla
<b>Natural</b>	Valoración de los recursos naturales de la comunidad
<b>Político</b>	Involucramiento de todos los miembros de la familia en la toma de decisiones, promover la participación y no excluir a los/as hijos/as
<b>Productivo / financiero</b>	Generación de alternativas de comercialización: “La comercialización es importante, para que la producción genere ingresos; ... si se quiere diversificar la producción, es necesario también desarrollar mercados diversificados”
	Generación de fuentes de empleo, a partir de alternativas productivas desarrolladas con la diversificación

Fuente: Entrevistas a informantes clave y grupos focales

El 80% de las familias entrevistadas han comenzado con la siembra de árboles en sus terrenos, que incluyen especies frutales y forestales; el 100% de las familias reconocen los beneficios que las prácticas agroforestales generan, de las cuales 61% las han implementado hasta la fecha. La Figura 2 muestra el tipo de sistemas agroforestales implementados en la zona.

- “Es difícil cambiar los sistemas, pero las crisis son los que generan grandes cambios” (Ponce 2012)<sup>9</sup>
- “La última llena fuerte...(ocurrida en 2005) ...nos generó la necesidad de producir alimentos, porque se ha tenido que vivir en carne propia el hambre...” (Gómez 2012)<sup>10</sup>.



**Figura 2. Tipos de sistemas agroforestales implementados en la zona**

<sup>9</sup>Comunicación personal: entrevista a Luis Ponce, productor platanero. Mayo 2011.

<sup>10</sup> Comunicación personal: entrevista a Wilbert Gómez, productor diversificado. Mayo 2011.

### 3.4.3.2 Limitantes para la diversificación

Los agricultores de la zona tienen que enfrentar diversas limitantes para desarrollar su producción agropecuaria, las mismas que se han visto en riesgo y afectado sus medios de vida; los principales limitantes identificadas en la zona para la diversificación de los sistemas productivos se describen en el Cuadro 15.

**Cuadro 15. Limitantes identificadas en Paraíso y Catarina para la diversificación de los sistemas productivos**

Factores limitantes	Descripción
Políticas de gobierno	Existe un incentivo de la producción de monocultivos, debido la promoción de cultivos para la exportación y falta de mecanismos que generen opciones para abastecer el mercado interno
	La importación de productos básicos cuyos precios son más bajos que los costos de producción limita la producción de granos básicos y otros productos agrícolas
	Los mecanismos de comunicación están orientados a promover los beneficios de la exportación como única alternativa de mercado
Procesos productivos intensivos	La implementación de paquetes tecnológicos representan una fuerte inversión para las familias que han adoptado procesos productivos intensivos de monocultivo, los cuales deben sacar adelante para evitar perder
	Los agricultores de la zona deben cumplir con estándares de calidad exigidos para la exportación para poder garantizar la venta de sus productos, ya que de lo contrario se quedan sin ingresos
Cambio generacional	Existe una fuerte tendencia a que los hijos de las familias campesinas no realicen labores agrícolas, alejándolos de la toma de decisiones sobre el manejo de las fincas
Satisfacción de necesidades básicas	Debido a la relación existente entre tenencia de dinero en efectivo y satisfacción de necesidades básicas en la zona, los esfuerzos de las familias productoras se encuentran orientados a la generación de ingresos a corto plazo, inclusive para la compra de alimentos

Fuente: Entrevistas informantes clave, grupos focales <sup>11</sup>

<sup>11</sup> Entrevista: Rafael Trejos, Marvin Serrano, Wilbert Gómez, Juan Carlos Barrantes, Pedro Cordero, Junior Martin Wilson, José Luis Zúñiga, Gonzalo Moreno

### 3.4.4 Alternativas para promover la diversificación de sistemas productivos agropecuarios

La diversificación de los sistemas productivos ha sido promovida en la zona, principalmente a través de proyectos ejecutados por instituciones relacionadas con la conservación y manejo de los recursos naturales; el 100% de las familias que cuentan con sistemas diversificados se han relacionado de alguna manera con este tipo de proyectos donde una de las actividades determinantes, han sido las giras de intercambio de conocimientos con otros productores. En este sentido las alternativas identificadas en el estudio, que posibilitan la diversificación se encuentran relacionadas con las actividades que los proyectos ejecutan, y que de acuerdo a los criterios de las familias entrevistadas deberían promoverse, tomando en cuenta los aspectos descritos en el Cuadro 16.

**Cuadro 16. Propuesta para el diseño y ejecución de proyectos de diversificación**

Fase del proyecto	Alternativas propuestas
<b>Diseño</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Identificación de factores externos que influyen la toma de decisiones a nivel familiar y comunitario.</li> <li>– Identificación de intereses, necesidades y potencialidades de las familias (entender que las necesidades de las familias van más allá del abastecimiento de servicios básicos).</li> <li>– Caracterización de la zona de trabajo (incluir elementos que permitan desarrollar “de manera integral a la comunidad” y el fortalecimiento de sus capitales; es preciso para esto desarrollar varias alternativas que permitan que cada persona participe en el espacio en el que se sienta identificada.</li> <li>– Identificación de los principales fenómenos hidrológicos y condiciones climáticas adversas para la generación de opciones tecnológicas e implementación de medidas de adaptación al cambio climático.</li> </ul>
<b>Ejecución</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Generación de alternativas de mercado, tales como la industrialización de productos, y diversificación de ingresos.</li> <li>– Generación de alternativas que permitan lograr ingresos a corto y largo plazo; los árboles son componentes del sistema que permiten contar con un ingreso para el futuro, además de los otros beneficios que brindan; la producción de alimentos permite un ahorro a corto plazo.</li> <li>– Realización de análisis económicos participativos para conocer la rentabilidad de sistemas productivos diversificados en comparación con sistemas de monocultivo, con el fin de que las personas conozcan las ventajas comparativas.</li> <li>– Desarrollo de tecnologías apropiadas para la implementación y manejo de cultivos de ciclo corto, (actualmente afectados por condiciones climáticas y de mercado); esto implica el desarrollo de alternativas para guardar semilla, conservar la cosecha, y contar con opciones en caso de falta de agua, así como el desarrollo de tecnologías para el manejo de fincas integrales.</li> </ul>

Fuente: Entrevistas a informantes clave, grupos focales

### 3.5 BIBLIOGRAFÍA

- Amoroso, A. 2010. Caracterización y análisis de vacíos en términos de GIRH para los sitios piloto en la cuenca del río Sixaola. Talamanca, CR, UICN. Oficina regional para Mesoamérica (ORMA). p. 28 (sin publicar).
- Banco Interamericano de Desarrollo, BID. 2004. Desarrollo sostenible de la cuenca binacional del río Sixaola (en línea). Gutierrez E. y Espinoza T. ed. Costa Rica, BID. Consultado 5 oct. 2011. Disponible en <http://search.iadb.org/search/cgi-bin/query-meta.exe?v%3Asources=IDB-S-I-Bundle&v%3Aproject=IDB-P-Internet&query=diagnostico+sixaola>
- Imbach, A. 2012. Estrategias de vida. Analizando las conexiones entre la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales y los recursos de las comunidades rurales. Turrialba, CR, GEOLATINA. p. 55.
- Rojas, N. 2011. Cuenca río Sixaola. Costa Rica, MINAET, IMN, PNUD. p. 19.
- Unión Internacional para la conservación de la naturaleza, UICN. 2011. Project: Climate Change Governance Capacity: Building regionally- and nationally- tailored ecosystem-based adaptation in Mesoamerica. Special report of pilot interventions. UICN. p. 47.

## **IV. ARTÍCULO I. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA Y SU FUNCIÓN EN LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE PROVISIÓN DE ALIMENTOS EN LA CUENCA DEL RÍO SIXAOLA, COSTA RICA**

Paola Pinto Valencia<sup>12</sup>

### **4.1 RESUMEN**

La presente investigación se llevó a cabo en la cuenca del río Sixaola, en Costa Rica con el objetivo de determinar el nivel en que los sistemas diversificados de producción agropecuaria permiten a las familias campesinas contar con un entorno alimentario seguro (seguridad alimentaria).

Los resultados obtenidos constituyen un insumo para el diseño de la propuesta metodológica para la evaluación y promoción de la adopción de sistemas diversificados como mecanismos de adaptación al cambio climático en el marco de la gestión de cuencas hidrográficas (MGICH), desarrollada como parte de la presente investigación. De acuerdo a este enfoque las unidades de análisis fueron las fincas familiares (n=44), y los factores de estudio los sistemas productivos y la seguridad alimentaria.

El análisis de conglomerados realizado permitió identificar 4 variables y 4 indicadores con los cuales fue posible la caracterización y tipificación de los sistemas, siendo estas variables: agrobiodiversidad, área productiva total, estrategia productiva y tenencia del área productiva. La determinación del estado de seguridad alimentaria se realizó mediante las 3 variables que definen este concepto: disponibilidad, acceso y uso de alimentos y agua, y 5 indicadores con los cuales se calculó el índice de seguridad alimentaria (ISA).

A partir de estos análisis fue posible concluir que los sistemas de producción agropecuaria prestan servicios de provisión de alimentos y agua, y constituyen las principales estrategias de vida con las cuales las familias logran contar con un entorno alimentario seguro bajo condiciones normales; sin embargo estas condiciones podrían ser alteradas debido a cambios en el entorno provocados por eventos climáticos adversos.

**Palabras clave:** sistemas de producción agropecuaria, agrobiodiversidad, índice de seguridad alimentaria (ISA), medios y estrategias de vida, servicios de provisión de alimentos.

---

<sup>12</sup> Paola Karolina Pinto Valencia, ppinto@catie.ac.cr. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

#### **4.2 ABSTRACT. FARMING SYSTEMS AND THEIR ROLE IN THE PROVISION OF FOOD SUPPLIES IN THE RIVER BASIN SIXAOLA, COSTA RICA**

This research was conducted in Sixaola River Basin, in Costa Rica. The objective was to determine the level at which the diversified farming systems allow farm families to have a safe food environment (food security).

The results are an input for the design of the proposed methodology for evaluating and promoting the adoption of diversified systems as mechanisms of adaptation to climate change in the context of watershed management (MGICH), developed as part of this research. According to this approach the analysis units were family farms (n = 44), and the study factors were the production systems and food security.

Cluster analysis identified 4 variables and 4 indicators with which it was possible the characterization and classification system, the variables were: agrobiodiversity, total productive area, production strategy and ownership of productive area. Determining the status of food security was held from 3 variables that define this concept: availability, access and use of food and water, and 5 indicators which calculated the Food Security Index (ISA).

From these analyzes it was possible to conclude that the farming systems provide services of providing food and water, and are the main livelihood with which families can have a safe food environment under normal conditions, but these conditions could be altered due to changes in the environment caused by adverse weather events.

**Keywords:** farming systems, agro-biodiversity, food security index, middle and livelihoods, provision of food services.

### 4.3 INTRODUCCIÓN

Según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio – MEA (2005) los sistemas productivos, o “sistemas cultivados” son definidos como áreas donde al menos un 30% del paisaje se encuentra cubierto por tierra agrícola, agricultura migratoria, producción ganadera o acuicultura en agua dulce; éstos mismos cubren el 25% de la superficie de la tierra, porcentaje que tiende al aumento. Altieri (1986) señala al respecto, que la producción a gran escala ha provocado homogenización de los sistemas, ignorando la heterogeneidad ambiental y socioeconómica de la agricultura campesina, traducida en la incompatibilidad entre desarrollo, necesidades y potencialidades de las poblaciones locales.

Varios autores (Bennet 2004; Morera *et al.* 2007; Granados y Hernández 2010) indican que los procesos de fragmentación de los hábitats repercuten a nivel de todo un territorio, y mientras más separación tengan entre si los fragmentos, mayor será la pérdida de la biodiversidad y funcionalidad de los ecosistemas. En su mayoría estos procesos son provocados por el cambio de uso del suelo en un espacio y tiempo determinados.

Frente a esto los sistemas diversificados de producción agropecuaria constituyen una alternativa, pues según lo señalado por Fajardo *et al.*(2009), son espacios de producción sostenible que posibilitan por un lado el incremento de la productividad y generan por otro lado, “...oportunidades para la conservación de la diversidad...” rol que ha sido reconocido ya por diversos autores en distintas zonas de la región latinoamericana.

Pérez *et al.*(2003) señalan que estos sistemas pueden ser concebidos como espacios para la disminución de impactos en los ecosistemas, siempre y cuando se incluyan dentro de su diseño, componentes de tipo más estable como árboles o cultivos perennes, debido a que éstos permiten el mantenimiento de la funcionalidad de los ecosistemas, incluso a nivel de un territorio como lo es la cuenca hidrográfica.

Los sistemas diversificados son considerados como espacios de producción sustentable, que traen consigo beneficios económicos directos e indirectos, pero cuya implementación se ve limitada principalmente debido a la falta de capital, incertidumbre en los mercados, entre otros factores que se encuentran relacionados además con la poca información acerca de los sistemas alternativos con la que cuentan los productores, quienes muchas veces asocian la inversión para lograr cambios con sus malas experiencias con el sistema financiero (Michelle *et al.* 2001).

Existe la necesidad de aplicación de escalas espaciales y temporales para la realización de análisis más completos sobre el valor que tienen los sistemas diversificados de producción agropecuaria para contar con argumentos para la generación de propuestas de manejo a nivel de finca; las propuestas deben considerar una amplia gama de alternativas debido al alto nivel de incertidumbre acerca de los impactos del cambio climático que afectan los medios de vida de las familias, a escala regional y local (Baethgen *et al.* 2003; Kattan y Murcia 2003).

Debido a que los sistemas productivos son considerados como unidad de intervención en la cuenca, su caracterización, así como la evaluación de su nivel de vulnerabilidad y el conocimiento de los factores de tipo biofísico, cultural, socioeconómico, tecnológico y de las interacciones que influyen en la toma de decisiones de los agricultores respecto al mantenimiento de la agrobiodiversidad, van a permitir determinar mecanismos para promover la adopción de sistemas diversificados.

También es importante profundizar sobre la manera en la que la implementación y manejo de sistemas diversificados de producción agropecuaria pueden reducir los efectos del cambio climático, haciendo hincapié en el tema de la seguridad alimentaria, la cual puede ser fortalecida con información de base generada desde la perspectiva del enfoque de cuencas y el uso eficiente del agua.

La declaratoria de la “Cumbre mundial sobre alimentación 1996” señala que “existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus referencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana”; esta declaración señala además, a la seguridad alimentaria como uno de los derechos fundamentales del ser humano (FAO 2006a).

Este concepto se fundamenta sobre tres ejes centrales que son: 1) disponibilidad, 2) acceso, y 3) uso de alimentos con los que una persona, hogar, comunidad, región o nación puedan contar (IFRC 2008); sin embargo, la seguridad alimentaria no es una situación estática, razón por la que toda evaluación relacionada debe poner de manifiesto la forma en la que las poblaciones obtienen sus alimentos de manera ordinaria, pero además debe considerar los riesgos, causas y efectos de eventos extremos, y las formas para abordar estas situaciones.

El presente estudio tuvo como finalidad la determinación del nivel en que los sistemas diversificados de producción agropecuaria permiten a las familias campesinas contar con un entorno alimentario seguro (seguridad alimentaria), a partir de los elementos que definen este concepto: acceso, uso y disponibilidad de alimentos y agua. Los resultados obtenidos constituyen un insumo para el diseño de la propuesta metodológica para evaluación de la adopción de sistemas diversificados como mecanismos de adaptación al cambio climático en el marco de la gestión de cuencas hidrográficas, desarrollada como parte de la presente investigación.

Un análisis complementario a este trabajo y que considera los factores externos que afectan las condiciones normales de seguridad alimentaria de las familias campesinas, así como su capacidad de respuesta, se encuentra detallado en el segundo artículo de la presente investigación, denominado “*Sistemas diversificados de producción agropecuaria como mecanismos de adaptación en el marco de la gestión de cuencas, en Sixaola, Costa Rica*”.

#### 4.4 METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en la cuenca binacional del río Sixaola, en la frontera entre Costa Rica y Panamá, específicamente en la subcuenca “Sixaola Medio” (Figura 3) que se encuentra ubicada en la cuenca media baja en las coordenadas 9°34'17"N y 82°42'43"O., y cuya zona de vida de acuerdo a la clasificación de Holdridge, corresponde a bosque húmedo Tropical (bh-T) (Rojas 2011; UICN 2011). La información de campo fue recolectada entre febrero y junio de 2012 en las comunidades Paraíso y Catarina ubicadas en el lado costarricense. La población total estimada es de 300 familias (N=300) provenientes de diversos sitios de Costa Rica, que llegaron a la zona debido al proceso de colonización y a la oferta de trabajo en las plantaciones de musáceas que inició hace aproximadamente 30 años.



**Figura 3.** Cuenca del río Sixaola (izquierda) y ubicación de las comunidades Paraíso y Catarina en la subcuenca Sixaola Medio (derecha)  
**Fuente:** UICN (2011)

De acuerdo al enfoque de manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas (MGICH) las unidades de análisis fueron las fincas familiares (n=44)<sup>13</sup>, tomando como factores de estudio la seguridad alimentaria de las familias y los tipos de sistemas productivos como principales medios de vida productivos de la zona. Para la toma de datos se aplicaron entrevistas semiestructuradas (Geilfus 2009) a 44 familias agricultoras (n=44), se realizaron seis grupos focales con la participación de representantes de las dos comunidades y un taller de validación de los datos obtenidos en campo (Aigner 2010).

Para triangular la información obtenida se utilizaron técnicas etnográficas (Pujadas *et al.* 2010) como la observación participante y se aplicaron entrevistas semiestructuradas a informantes clave: pobladores de las dos comunidades, dirigentes, productores de fincas diversificadas, personal de instituciones locales y personal técnico de proyectos en ejecución en la zona.

Para todos los análisis estadísticos (métodos de estadística descriptiva y análisis estadísticos multivariados) se utilizó el "*Software Estadístico InfoStat*" (Di Rienzo *et al.* 2012). La valoración y construcción de indicadores se realizó mediante consulta a expertos (Escudero 2004) y consulta bibliográfica (Muñoz-Alonso 2003).

#### **4.4.1 Procedimientos metodológicos para determinación de variables e indicadores para la tipificación y caracterización de los sistemas de producción agropecuaria**

Para la identificación de los tipos de sistemas productivos se utilizó el análisis de conglomerados; se realizaron pruebas no paramétricas "*Kruskal Wallis*" para las variables continuas y "*Análisis de contingencia*" para las variables categóricas (Di Rienzo *et al.* 2012).

De acuerdo al análisis de conglomerados, las variables que permitieron identificar los tipos de sistemas productivos, con un nivel de confianza del 95%, fueron: agrobiodiversidad (granos básicos, hortalizas, tubérculos y raíces, frutales, forestales); área productiva total; estrategia productiva y tenencia del área productiva. La variable ubicación de las fincas, no fue un criterio de clasificación (p=0,5669). A continuación se indican los procedimientos utilizados para la determinación de cada una de las variables:

Para cuantificar la agrobiodiversidad en cada finca se utilizó el índice de Shannon (H') que contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio, (Magurran 1989), a partir de la siguiente fórmula:

$$H' = \ln(1 + \sum p_i)$$

Donde, H' = diversidad máxima; p<sub>i</sub> = proporción de individuos hallados de una especie iésima

---

<sup>13</sup> El trabajo de campo fue realizado en el marco del proyecto "Buena gobernanza del agua para la adaptación, basada en ecosistemas", ejecutado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en la Cuenca Binacional del río Sixaola, en donde se encuentran ubicadas las comunidades Paraíso y Catarina.

La determinación del área productiva total se realizó a partir de la sumatoria del área productiva alrededor de la vivienda y el área productiva en terreno adicional (en caso de que la familia cuente con otro espacio para producción alejado de su vivienda); se excluyeron áreas de bosque y pastizales. Así también se identificó el tipo de tenencia de estos espacios (propio o prestado).

Para las variables continuas (agrobiodiversidad y área productiva total) se utilizaron valores estandarizados (se asignaron valores entre 0 y 1); para las variables categóricas (producción en terreno adicional y tenencia de terreno adicional) se crearon variables auxiliares (binarias) (Di Rienzo *et al.* 2012).

#### **4.4.2 Procedimientos metodológicos para la determinación del estado de seguridad alimentaria de las familias**

La determinación del estado de seguridad alimentaria de las familias se realizó a partir de las variables dadas por IFRC (2008) para definir este concepto: disponibilidad, acceso y uso de alimentos y agua. Una vez obtenidos los valores para cada uno de los indicadores construidos para cada variable, se calculó el índice de seguridad alimentaria (ISA) mediante la sumatoria de los índices estandarizados. A continuación se indican los procedimientos específicos utilizados:

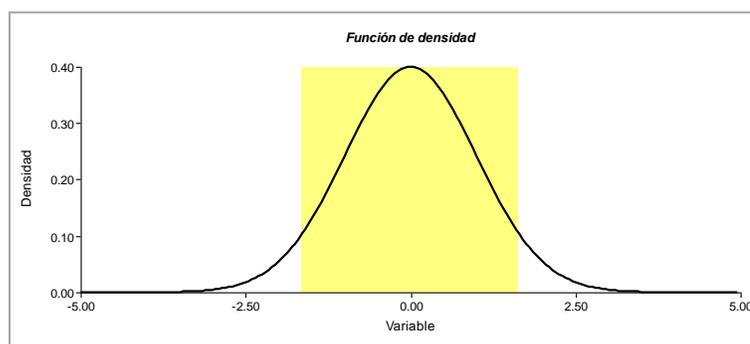
La disponibilidad fue determinada a partir de 1) procedencia de alimentos (producción, compra) mediante la metodología del “*índice de diversidad de Shanon*” (Di Rienzo *et al.* 2012), y, 2) índice de disponibilidad de agua (IA), que fue calculado mediante el producto de los valores obtenidos en base a una escala de 1 a 3 para fuente de origen (pozo, red pública, manantial, o pide a familiar) y para la forma de almacenamiento (tanque elevado, balde o no almacena), quedando como resultado valores entre 1 a 9, siendo 9 el valor más alto.

Los análisis sobre el acceso a alimentos fueron realizados en función de los medios de vida, mediante la metodología propuesta por Imbach *et al.*(2009), en referencia a las actividades económicas de las familias como principales fuentes de ingreso en las dos comunidades; se incluyó en este análisis los quehaceres domésticos (medios de vida reproductivos), debido a la relación existente entre esta actividad y la provisión de alimentos y toma de decisiones respecto a la dieta familiar.

Los análisis sobre el uso de alimentos fueron realizados a partir del balance de nutrientes (energía y proteínas). Se realizó una regresión lineal (Di Rienzo *et al.* 2012), tomando como variables independientes los requerimientos tanto de energía y proteínas y como variables dependientes el consumo total y el número de miembros por familia. Se utilizaron para el análisis las sumatorias estandarizadas de requerimiento y consumo, y los predichos para el balance ajustado.

Los requerimientos fueron determinados de acuerdo a los valores establecidos por FAO (2006b), según la edad y sexo de cada uno de los miembros de las familias; el consumo se determinó en función del aporte en energía y proteínas establecido por FAO (2012b) para los principales alimentos identificados en la dieta diaria familiar (Kg/día) mediante métodos de estadística descriptiva (Di Rienzo *et al.* 2008).

Para categorizar los resultados obtenidos con el balance de nutrientes (sobre lo esperado = sobre; dentro de lo esperado = dentro; y bajo lo esperado = bajo) en función de los valores estimados por FAO (2006b), se trabajó con los residuos de la regresión, con un 90% de nivel de confianza, utilizando el valor de  $Z=1,64$  (Figura 4).



**Figura 4. Parámetro de clasificación para balance energético y proteico, con un valor de  $Z=1,64$**

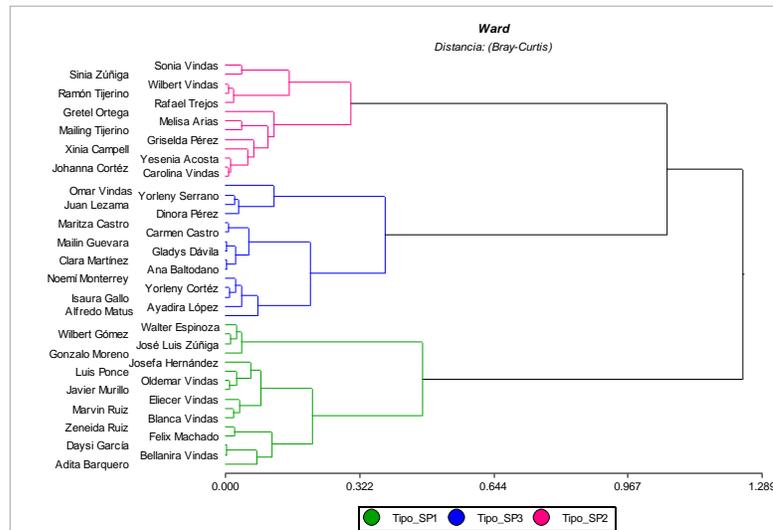
#### **4.4.3 Procedimientos metodológicos para el análisis de sistemas de producción agropecuaria con relación al Índice de Seguridad Alimentaria (ISA)**

Para la determinación de la relación existente entre los tipos de sistemas agropecuarios y la seguridad alimentaria de las familias, se realizó un análisis de varianza que tomó en cuenta la tipificación de los sistemas agropecuarios y el índice de seguridad alimentaria (ISA).

### **4.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.5.1 TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE PARAÍSO Y CATARINA**

Los sistemas de producción agropecuaria fueron identificados como los principales medios de vida productivos en la zona de estudio y representan las principales estrategias de vida con las cuales las familias buscan satisfacer sus necesidades fundamentales básicas, principalmente la de alimentación. La Figura 5 muestra los diferentes tipos de sistemas identificados, de acuerdo al análisis de conglomerados realizado.



**Figura 5. Tipos de sistemas productivos identificados en la zona de estudio**

Se puede observar en el gráfico tres grupos diferenciados, que corresponden a los tres tipos de sistemas agropecuarios identificados en la zona de estudio, tomado como distancia el 50% de la distancia máxima (0,64). Esta agrupación permite diferenciar las estrategias productivas (número de espacios identificados para la producción familiar) desarrolladas por las familias de cada grupo, la tenencia del área productiva y la agrobiodiversidad (granos básicos, frutales y forestales) de cada finca. No se incluye en esta caracterización hortalizas y raíces y tubérculos.

Las familias del primer grupo (Tipo 1) cuentan con dos espacios para la producción (área productiva total), uno junto a la vivienda y otro en un terreno diferente; la tenencia de estos dos espacios es propia. En cuanto a agrobiodiversidad en el tipo de sistema 1 las familias tienen por lo menos 2 especies de granos básicos cultivados; cuentan con 9 y 31 especies frutales y entre 2 y 8 especies forestales. Se observa al interior de este grupo, cuatro fincas integrales que se diferencian del resto por una mayor agrobiodiversidad (hasta 3 especies de granos básicos, 43 frutales y 10 especies forestales).

Las familias del segundo grupo (Tipo 2) cuentan con dos espacios para la producción, uno junto a la vivienda cuya tenencia es propia y otro espacio en un terreno diferente, el cual es prestado o arrendado. En cuanto a agrobiodiversidad las familias con este tipo de sistemas comparten características con los tipos 1 y 3. Estas familias cultivan entre 7 y 23 especies frutales, y entre 0 y 4 especies forestales, debido probablemente a la tenencia del terreno, pues al no ser de su propiedad se reduce la siembra de especies de tipo perenne. Se observa al interior de este grupo cinco fincas, que se diferencian del resto de fincas por la siembra de granos básicos (entre 1 y 3 especies).

Las familias del tercer grupo (Tipo 3) producen únicamente en los espacios ubicados junto a su vivienda, cuya tenencia es propia para todos los casos. En cuando a agrobiodiversidad en el tipo de sistema 3 las familias tienen entre 3 y 19 especies frutales y entre 0 y 4 especies forestales, con excepción de 2 fincas, cuyas áreas productivas superan las 10 hectáreas y que tienen más de 22 especies frutales y hasta 13 especies forestales. Se observa al interior de este grupo cuatro fincas que se diferencian del resto de fincas por la siembra de granos básicos (entre 1 y 3 especies).

En el Cuadro 17 se muestran las variables agrobiodiversidad, estrategia productiva y tenencia del área productiva que permitieron caracterizar a cada uno de los tres tipos de sistemas productivos identificados en la zona de estudio.

**Cuadro 17. Tipos de sistemas productivos y variables de clasificación**

Variables continuas		TIPO1	TIPO2	TIPO3	H	p
<b>Agro biodiversidad</b>	Granos Básicos	B	AB	A	5,31	0,0395
	Hortalizas	A	A	A	1,76	0,195
	Raíces y tubérculos	A	A	A	1,86	0,3236
	Frutales	B	AB	A	7,13	0,028
	Forestales	B	A	A	6,82	0,029
Área productiva total		B	AB	A	7,78	0,0202
<b>Colores distintos, representan diferencias significativas entre los tipos de sistemas B: mayor valor; A: menor valor; AB: comparte características</b>						
Variables categóricas		TIPO1	TIPO2	TIPO3	Chi2	p
Estrategia productiva <sup>14</sup>		B	B	A	50,2	< 0,0001
Tenencia área productiva adicional (prestado)		A	B	A	53,41	< 0,0001
Tenencia área productiva adicional (propio)		B	A	A	48,98	< 0,0001
<b>Colores distintos, representan diferencias significativas entre los tipos de sistemas B: Si; A: No</b>						

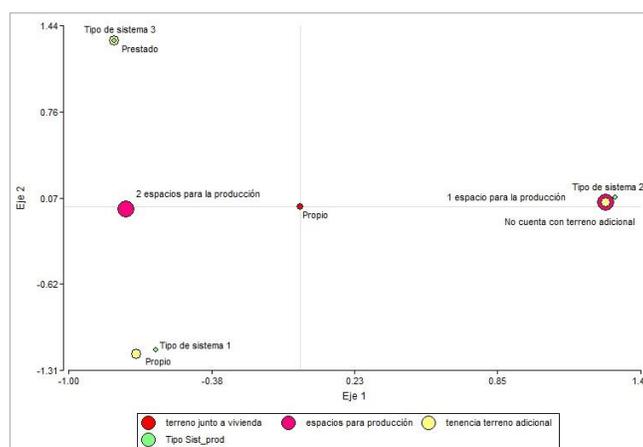
Se puede observar que no existen diferencias significativas entre los tres tipos para cantidad de especies de: raíces y tubérculos ( $p=0,323$ ) y hortalizas ( $p=0,195$ ).

<sup>14</sup> Estrategias productivas: Espacios adicionales para la producción, diferentes al terreno junto a la vivienda.

El tipo 1 es diferente significativamente ( $p < 0,001$ ) respecto a los tipos 2 y 3 en cantidad de especies forestales y en tenencia del área productiva adicional; el tipo 1 tiene en promedio mayor área productiva total, mayor diversidad de especies de granos básicos; frutales y forestales y presenta diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) respecto al tipo 3 en estas variables. El tipo 2 comparte características de agrobiodiversidad con los tipos 1 y 3.

El tipo 3 es diferente significativamente ( $p < 0,001$ ) respecto a los tipos 1 y 2 porque las familias producen únicamente en un espacio ubicado junto a la vivienda; los tipos 1 y 2 producen junto a la vivienda y en un terreno adicional y son diferentes entre sí ( $p < 0,001$ ) en cuanto a la tenencia del terreno adicional; las familias del tipo 1 producen en un terreno adicional propio y las familias del tipo 2 producen en un terreno adicional prestado.

La Figura 6 muestra los tipos de sistemas productivos identificados en relación a las variables categóricas identificadas.

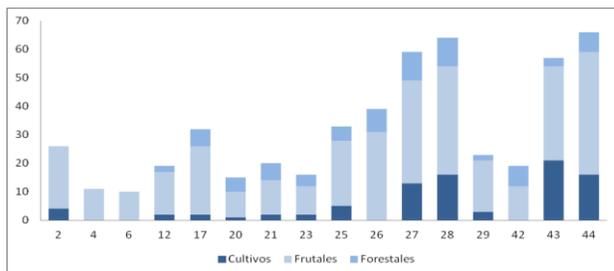


**Figura 6. Tipos de sistemas productivos en función de variables categóricas identificadas**

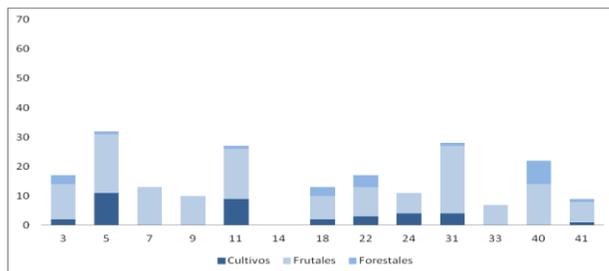
Se observa en la Figura los ejes correspondientes al cruce de las variables categóricas que permiten la caracterización de los sistemas de producción agropecuaria: estrategia productiva (Eje 1) y tenencia del área productiva (Eje 2); el segundo eje es el que permite explicar la máxima variabilidad entre los tipos de sistemas de producción identificados (98,44%).

La Figura 7 muestra los tipos de sistemas productivos identificados en relación a la variable agrobiodiversidad; se incluye en este análisis hortalizas y raíces y tubérculos, las cuales se encuentran en los tres tipos de sistemas productivos, sin que se presenten diferencias entre los tres tipos, debido a estas variables.

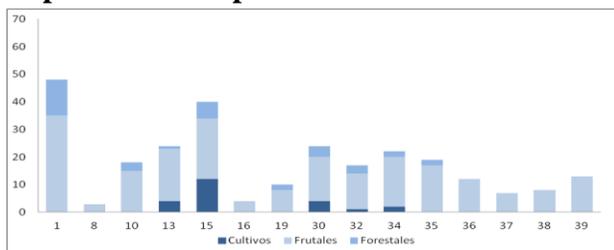
### Tipo de sistema productivo 1



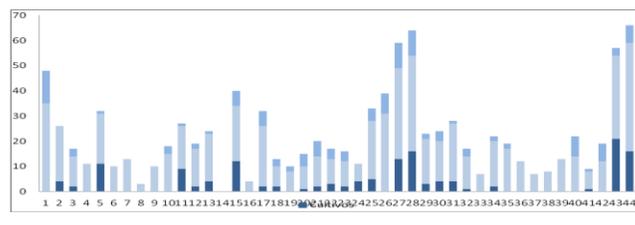
### Tipo de sistema productivo 2



### Tipo de sistema productivo 3



### Total



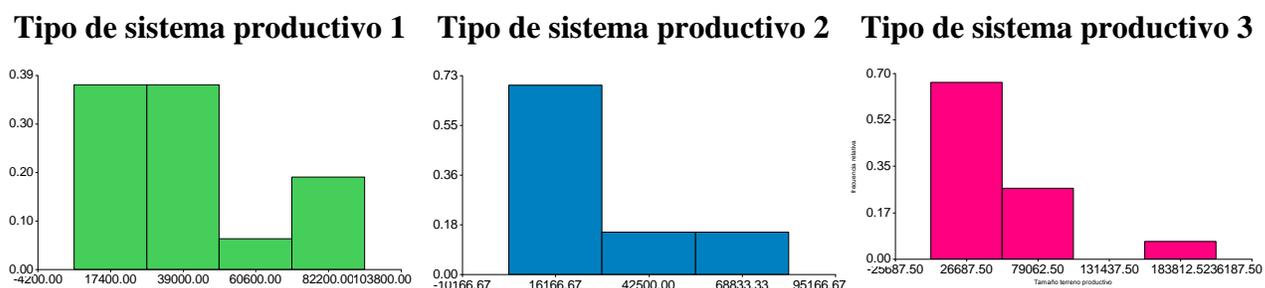
■ Cultivos ■ Frutales ■ Forestales

**Figura 7. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable de agrobiodiversidad**

Como se puede apreciar en el Figura 7, los sistemas de producción más diversos se encuentran en el grupo 1 (Tipo 1), especialmente las fincas 27, 28, 43 y 44 que cuentan con mayor presencia de especies frutales, especies forestales y cultivos (granos básicos, hortalizas, raíces y tubérculos). Las fincas 1 y 15 cuentan con mayor diversidad dentro de su grupo (Tipo 3), debido al interés de sus propietarios y la disponibilidad de terreno para la producción junto a la vivienda (60000 y 210000 m<sup>2</sup> respectivamente).

Los sistemas de producción menos diversos se encuentran en el grupo 2 (Tipo 2); las fincas de este grupo están destinadas principalmente al cultivo de plátano (*Musa balbisiana*) y otras especies de ciclo corto debido al tipo de tenencia (terreno prestado para la producción), así como la disponibilidad de un área de terreno para la producción ubicado junto a la vivienda (entre 0 y 2500 m<sup>2</sup>).

En cuanto al área productiva total, la Figura 8 muestra los valores promedio para cada tipo de sistema; se puede observar en el tipo de sistema 1 una mayor variabilidad en tamaño entre las diferentes fincas, encontrándose fincas con tamaño promedio de 1,7 ha (38%), 3,9 ha (38%) y 8,2 ha (19%); en los tipos de sistema 2 y 3 se encuentra una tendencia más definida, aunque también se encuentra variación en el tamaño de las fincas. En el tipo 2 el 69% de las fincas tienen un tamaño promedio de 1,6 ha y en el tipo 3 el 67% de las fincas tienen un tamaño promedio de 2,6 ha.



**Figura 8. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable área productiva total**  
**Se muestra en el eje de las abscisas el tamaño del área productiva y en el eje de las ordenadas la**  
**frecuencia relativa.**

De acuerdo a estas observaciones no es posible establecer una relación entre el tamaño de las fincas y el nivel de diversificación de los de producción agropecuarios.

La importancia de la diversificación de los sistemas productivos, radica como lo indican Beer *et al.*(2003) en su diversidad funcional y estructural, su origen y permanencia en el territorio y su localización respecto al hábitat natural remanente. Aún cuando continua el debate alrededor de los mecanismos que permiten una relación entre riqueza de especies y su rendimiento ecológico, la nutrición humana puede ser considerada como un servicio ambiental, encontrándose en la biodiversidad agrícola y la diversidad de la dieta el nexo entre la nutrición y la ecología (Declerck *et al.* 2011).

Es necesario profundizar en la importancia del mantenimiento de las funciones ecosistémicas generadas en los sistemas diversificados y su contribución en la generación de bienes y servicios para las familias campesinas, con relación a su seguridad alimentaria y el fortalecimiento de su capacidad adaptativa frente al cambio climático. Deckelbaum *et al.* (2006) indican que mantener la agrobiodiversidad en el paisaje es fundamental para la salud humana y los ecosistemas, sin embargo, señalan también que el mantenimiento de una agrobiodiversidad alta por si sola es insuficiente para satisfacer las necesidades de la dieta humana, ya que el mantenimiento de su funcionalidad, del cual dependen los ecosistemas, es crítica.

Aún cuando existen datos importantes sobre diversidad en ecosistemas fragmentados y sistemas diversificados, algunos autores (Beer *et al.* 2003; Pérez *et al.* 2006), consideran que la información con la que se cuenta sigue siendo escasa. Fernández *et al.*(1998) y Mahecha (2002) indican en este sentido, que hace falta profundizar acerca del conocimiento sobre las interacciones que se producen entre los componentes de los sistemas intervenidos, para poder contar con elementos suficientes para desarrollar alternativas de manejo a nivel de finca.

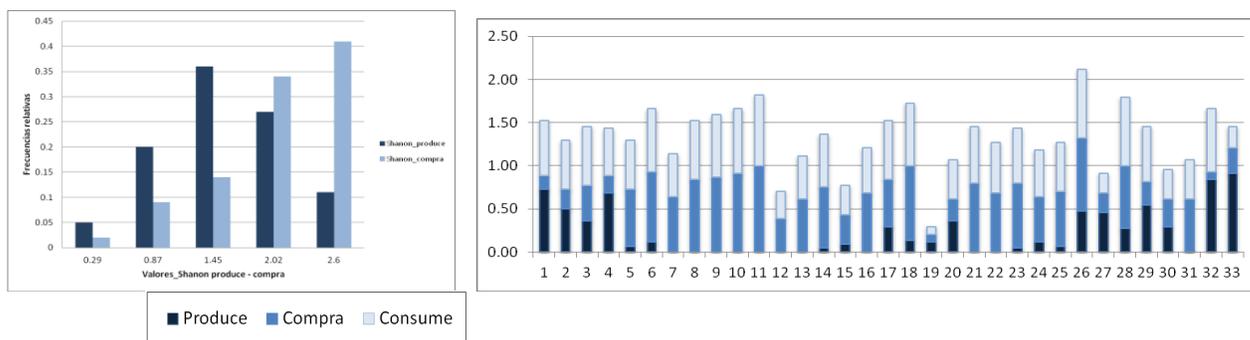
Los árboles, como lo mencionan Pérez *et al.*(2003), son considerados como componentes de tipo más estable, los cuales “...*permiten la coexistencia de un mayor número de organismos...*” que participan activamente en las dinámicas de los sistemas diversificados de producción agropecuaria concebidos como espacios para la disminución de impactos en los ecosistemas a escala mayor.

Bennet (2004) y Harvey y Sáenz (2007) señalan que se han encontrado diseños en paisajes rurales, que conservan al menos un pequeño porcentaje del hábitat natural, con beneficios propios de un ecosistema sin alteración, como lo son los servicios de polinización, los cuales, según Deckelbaum *et al.* (2006), son esenciales en la producción de alimentos ricos en micronutrientes como hortalizas, frutas y verduras.

#### 4.5.2 ESTADO DE LA SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS EN PARAÍSO Y CATARINA

##### 4.5.2.1 Disponibilidad de alimentos y agua segura

Los índices para producción y compra de alimentos de la dieta diaria permitieron identificar en qué medida las familias entrevistadas (n=44) utilizan la producción de sus fincas para autoconsumo, y en qué medida satisfacen sus necesidades alimenticias a partir de sus ingresos económicos (Figura 9). Se muestra además los principales componentes de la dieta (alimentos de base, complementarios y sustitutos) con relación a la procedencia.

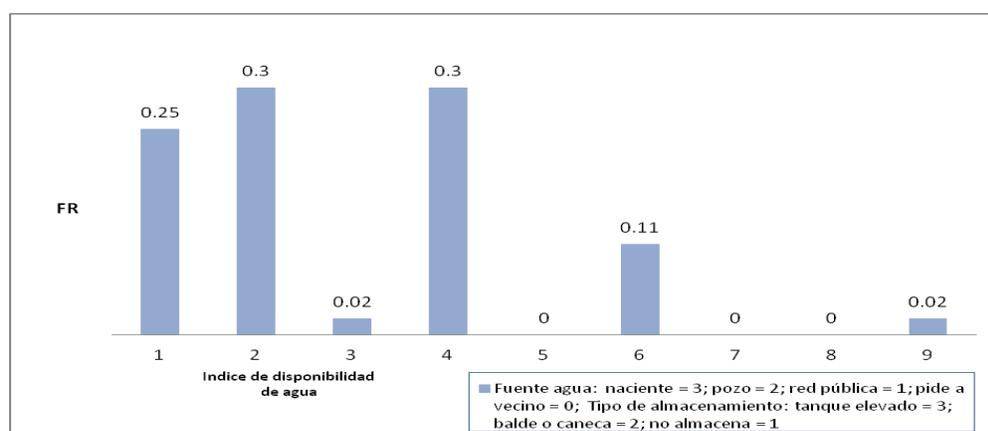


**Figura 9. Procedencia de alimentos de la dieta diaria familiar según índice de Shanon (izquierda); principales componentes de la dieta con relación al origen (derecha); n=44**

Como se puede apreciar en el Figura 9, hay una mayor tendencia hacia la compra de productos de la dieta diaria que a su producción; los productos más consumidos por parte de las familias son arroz (producto # 28), plátano (32), frijol (26) y huevos (17). Se observa un bajo consumo de frutales (33), aunque son los productos que más se producen, así como un bajo consumo de pollo (19) y de maíz (27). Los productos más comprados son arroz (28), azúcar (11) y frijol (26).

Las familias de las comunidades Paraíso y Catarina dependen de sus ingresos económicos para satisfacer sus necesidades alimenticias, siendo la producción agropecuaria la principal fuente de generación de ingresos en la zona; los cultivos de arroz (*Oryza sativa*) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) o “*granos básicos*” así como de raíces y tubérculos como la yuca (*Manihot esculenta*), destinados para el autoconsumo y en menor medida para el mercado interno, junto con el cultivo de plátano (*Musa balbisiana*), destinado principalmente para la exportación, constituyen la principal producción agrícola.

Según FAO (2007) y PNUD (2011) la producción de alimentos depende en gran medida de la gestión del agua; asimismo indican que las poblaciones demandan la satisfacción de necesidades, siendo una parte importante de esta demanda, el acceso y disponibilidad permanente de agua de buena calidad. El índice de disponibilidad de agua permitió identificar en qué medida las familias entrevistadas (n=44) satisfacen su necesidad de acceso a agua segura en función de su nivel de disponibilidad. La Figura 10 muestra la frecuencia relativa para el índice de disponibilidad de agua segura.



**Figura 10. Frecuencia relativas para el índice de disponibilidad de agua; n=44**

Se puede observar que las mayores frecuencias encontradas para el índice de disponibilidad de agua corresponden a los valores más bajos, revelando posiblemente una mala gestión en cuanto a este recurso a nivel de cuenca y un inadecuado manejo a nivel de finca.

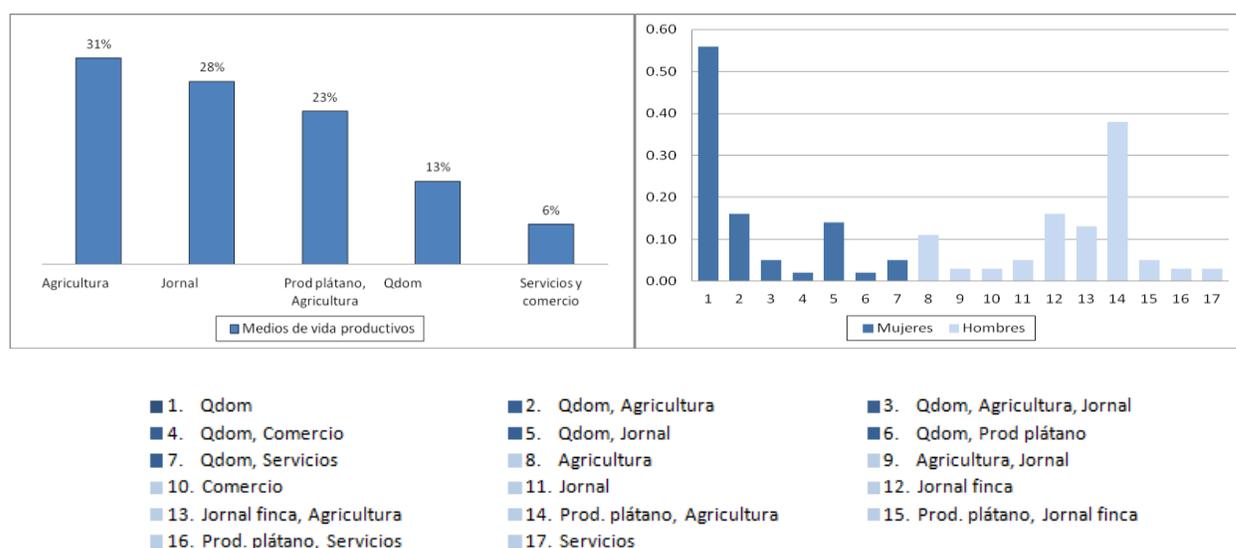
La FAO (2007) señala al ordenamiento de las cuencas hidrográficas como uno de los mecanismos de los cuales dependen directa o indirectamente el funcionamiento de los “*sistemas alimentarios*”. El agua como elemento integrador también es uno de los principales medios con los cuales las personas pueden diversificar su producción, cuyo uso para fines múltiples a nivel de finca, conlleva beneficios significativos en los medios de vida de las familias campesinas, y a su vez, permiten un uso más eficiente que contribuye a alcanzar los “*Objetivos de Desarrollo del Milenio*” (Koppen et al. 2010).

Benegas y Jiménez (2007) y Koppen *et al.*(2010), señalan la necesidad de desarrollar procesos sociales que consideren la elaboración de estrategias de respuesta para garantizar una seguridad alimentaria, social y económica de las poblaciones, donde el enfoque sistémico es el elemento clave que permite o no la puesta en marcha de las acciones de respuesta frente a situaciones adversas como lo son la variabilidad y cambio climático; la reducción de las injusticias sobre el uso de agua, y la generación de conciencia sobre la importancia de la sostenibilidad en el cuidado de las fuentes de agua, son los principales retos.

En este marco, es muy importante también diferenciar los procesos y productos relacionados con la provisión de agua segura en áreas rurales y urbanas destinadas para consumo y para la producción, debido a que las distintas estrategias de vida que se dan en cada sector se encuentran determinadas por factores ecológicos, económicos y sociales, que al mismo tiempo condicionan la capacidad de respuesta de las poblaciones frente a eventos extremos y el cambio del clima (Montoya y Drews 2006; Avina 2011).

#### 4.5.2.2 Acceso a alimentos

Para las familias de Paraíso y Catarina, las posibilidades de poder contar con dinero en efectivo establecen una diferencia entre la satisfacción o no de sus necesidades fundamentales básicas, particularmente la de alimentación, siendo sus principales fuentes de ingreso sus medios de vida productivos (Figura 11). Al realizar una diferenciación de actividades por género se puede observar las principales estrategias desarrolladas por mujeres y hombres para tener acceso a alimentos; las mujeres realizan actividades reproductivas y productivas de manera simultánea, ya que se dedican a los quehaceres domésticos que son combinados con actividades de campo, mientras que los hombres se dedican de manera exclusiva a las actividades productivas.



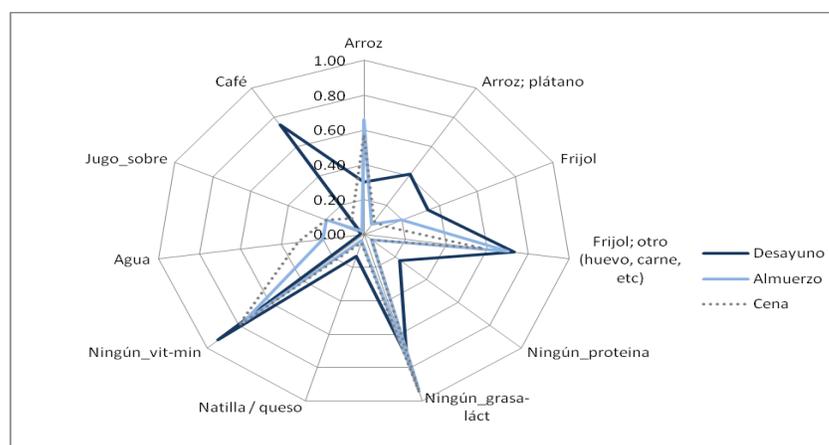
**Figura 11. Medios de vida productivos de las familias de Paraíso y Catarina (derecha); diferenciación entre actividades según género (izquierda); n=44**

Aunque existe una marcada tendencia hacia la valoración de los medios de vida en función del nivel de ingresos de los agricultores (Baethgen *et al.* 2003), según Imbach *et al.*(2009), las formas de vida se encuentran definidas por un conjunto de factores, y que no se trata de una visión unidimensional que hace referencia solamente al factor económico como único mecanismo para buscar la satisfacción de las necesidades, sino que muy por el contrario, permite “...apreciar la complejidad de las situaciones y procesos... y conducen a una serie de procesos de análisis para identificar los distintos aspectos en cada lugar...”

Se reconoce además, que los medios de vida y el bienestar de las familias se encuentran íntimamente ligados a la situación del medio ambiente, y que tienen un impacto mutuo el uno con el otro (Montoya y Drews 2006).

#### 4.5.2.3 Consumo de alimentos y balance de nutrientes (energía y proteínas)

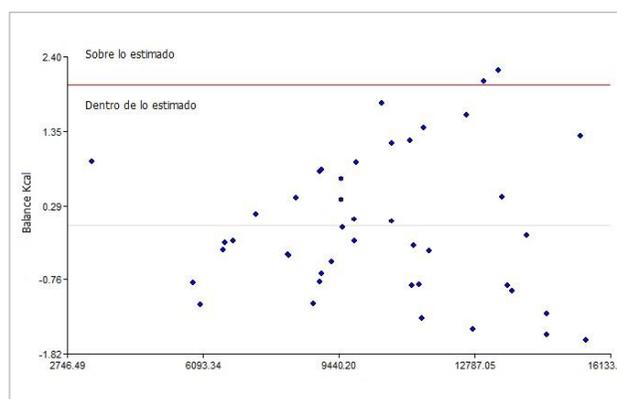
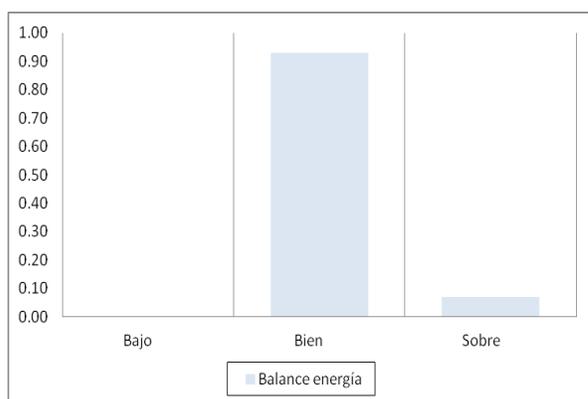
El balance de nutrientes, permitió identificar los principales componentes de la dieta familiar, y la medida en la que son consumidos en cada una de las comidas diarias (Figura 12). Se puede observar como aspecto relevante, el bajo consumo de vitaminas, lo cual concuerda con la información de la Figura 9, donde se muestra un bajo consumo de especies frutales; asimismo es posible observar el consumo de arroz, frijol y plátano en las tres comidas como principales fuentes de energía y proteínas.



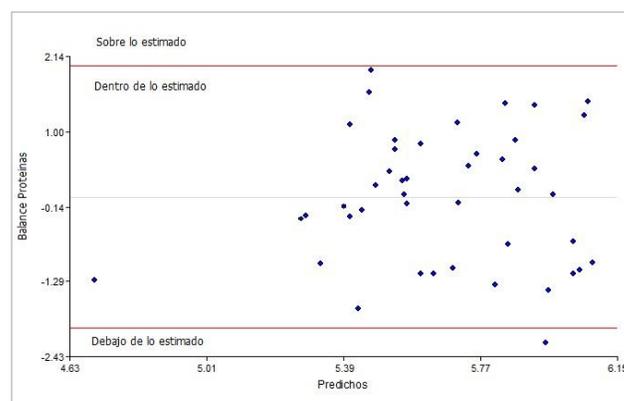
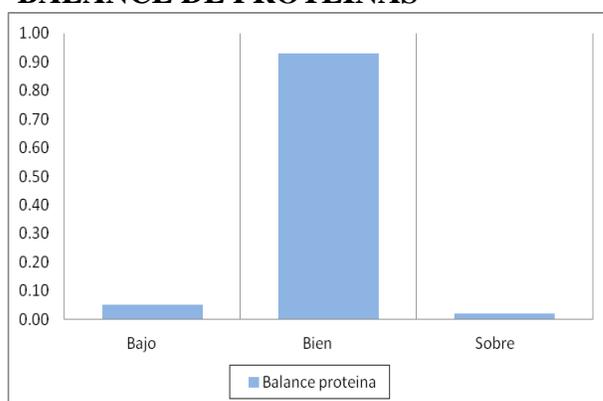
**Figura 12. Principales componentes de la dieta diaria familiar en las comunidades Paraíso y Catarina; n=44**

La Figura 13 muestra el balance de nutrientes de acuerdo a la categorización determinada a partir del análisis de regresión realizado con un 90% de nivel de confianza y un valor de  $Z=1,64$ . Las categorías establecidas son: sobre el rango (sobre), dentro del rango (bien) y bajo el rango (bajo), en relación a los parámetros de requerimiento y aporte de energía y proteínas establecidos por FAO (2006b) y FAO (2012b), respectivamente.

## BALANCE DE ENERGIA



## BALANCE DE PROTEINAS



**Figura 13. Balance de energía y proteínas en relación a la categorización establecida con un valor de  $Z=1,64$ : bien (dentro del rango); sobre / bajo el rango;  $n=44$**

Como se puede observar, tanto para energía como para proteínas, el 93% de las familias entrevistadas se encuentran dentro del rango estimado, demostrando que satisfacen sus requerimientos nutricionales en cuanto a estos dos componentes de la dieta.

La OMS (2012) indica que una buena nutrición es un elemento de la buena salud y requiere del aporte continuo de agua, energía, proteínas, vitaminas, minerales y fibra dietética en relación con las necesidades dietéticas del organismo, aunque según FAO (2006b) es complicado fijar normas nutricionales que se adapten a todas las circunstancias.

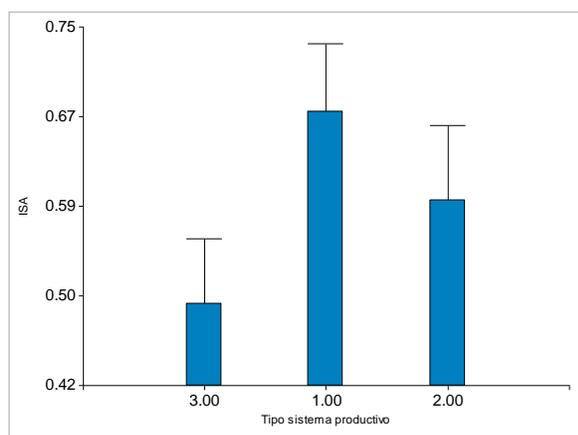
Uno de los medios que permite asegurar una dieta equilibrada, señalada por FAO (2006b) como el consumo continuo de los componentes de todos los grupos de alimentos, es precisamente el manejo de los agroecosistemas, de manera que su diversificación permita una provisión permanente de alimentos variados, aun cuando continúan las investigaciones para mejorar el nivel de comprensión de la asociación entre una dieta diversa y el suministro de elementos esenciales requeridos (Declerck *et al.* 2011).

Declerck *et al.* (2011) mencionan que la desnutrición tiene muchas dimensiones, y la compleja naturaleza de la nutrición humana exige, tal como también lo señalan Deckelbaum *et al.* (2006) una diversificación de la dieta para cumplir con los requerimientos nutricionales para una buena salud. FAO (2006b), indica que dietas basadas en carbohidratos como arroz satisfacen necesidades energéticas, y su combinación con legumbres, son una buena fuente de proteínas, pero no son suficientes para el aporte de micronutrientes, ya que según Deckelbaum *et al.* (2006), existe un efecto positivo en aporte de vitaminas, minerales e inclusive fibra, al incluir frutas y verduras en la dieta diaria.

En la zona de estudio, el consumo de frutas y verduras es limitado, debido a la influencia de varios factores, entre los que se destaca el patrón de consumo existente que prioriza el uso de carbohidratos; este es un factor común entre las familias entrevistadas, aún cuando la disponibilidad de frutales es permanente en todas las fincas, como muestran los resultados de agrobiodiversidad (Figura 7), estos no son parte de la dieta familiar. De acuerdo a las entrevistas realizadas, el consumo de frutas y verduras entre las familias que han adoptado sistemas diversificados de producción agropecuaria es un factor común, aunque en el presente estudio no se realizó un análisis con este nivel de detalle.

#### 4.5.3 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SEGURIDAD ALIMENTARIA (ISA)

La Figura 14 muestra los valores medios del índice de seguridad alimentaria (ISA) determinado para cada productor, en relación al tipo de sistema productivo. Se observa que el valor más alto de ISA corresponde al sistema de producción 1, con un error estándar de 0,06; el valor más bajo corresponde al sistema de producción 3.



**Figura 14. Índice de seguridad alimentaria en relación al tipo de sistema productivo y error estándar; n=44**

#### **4.5.4 ESTADO DE DIVERSIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA Y SU RELACIÓN CON EL NIVEL DE SEGURIDAD ALIMENTARIA DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS**

De acuerdo al análisis de varianza realizado, en la zona de estudio no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tipos de sistemas productivos identificados y el nivel de seguridad alimentaria de las familias en las comunidades Paraíso y Catarina ( $F=2,01$ ;  $p=0,1464$ ).

Las razones se relacionan directamente con el patrón de consumo debido a que la base de la dieta diaria familiar está constituida por productos disponibles de manera permanente en las fincas familiares y en el mercado, y que además son de fácil acceso para las familias. Sin embargo, como lo señala IFRC (2008), esta situación puede variar debido a los impactos directos e indirectos del cambio climático. En la zona, los principales eventos frente a los cuales se encuentran expuestos los sistemas productivos son las inundaciones del río Sixaola.

De acuerdo a Andino *et al.* (2006) y Benegas y Jiménez (2007), una de las manifestaciones más frecuentes de una inadecuada gestión de un territorio, es precisamente la vulnerabilidad de las personas frente al deterioro ambiental, que sumada a la variabilidad climática, se traduce en la mayoría de veces en la escasez periódica de alimentos y/o agua. La FAO (2007) menciona que “*Los cambios significativos en las condiciones climáticas afectarán la seguridad alimentaria por medio de sus impactos sobre todos los componentes de los sistemas alimentarios mundial, nacional y local*”, debido a que los fenómenos climáticos tienen repercusiones directas sobre la producción de alimentos, así como sobre los bienes y oportunidades para los medios de subsistencia y la salud humana.

No obstante, y de acuerdo a un enfoque multidimensional, se reconoce que las personas son capaces de implementar distintas acciones que permiten responder en un entorno siempre cambiante, mediante el diseño de propuestas que identifiquen fortalezas y debilidades con el fin de lograr una intervención más efectiva, acorde a la realidad de las poblaciones (Imbach *et al.* 2009). Por esta razón es importante integrar dentro de las evaluaciones de la situación de seguridad alimentaria las diferentes opciones de adaptación al cambio climático, entre las que se destacan una adecuada gestión de los recursos hídricos y la diversificación de la producción (PNUD 2011).

Los sistemas diversificados de producción agropecuaria, pueden ser promovidos a partir del fortalecimiento de las habilidades y conocimientos locales, como parte de los principales medios de vida para las familias campesinas, ya que según Imbach *et al.* (2009) es necesario hacer hincapié en el hecho de que “*las personas que cuentan con mayor diversidad y dotación de recursos, tienen más libertad para implementar estrategias de vida más diversas, y por lo tanto pueden responder mejor a los cambios del contexto*”.

Altieri y Nicholls (2009b) señalan que en la mayoría de los casos, la diversidad agrícola puede ser considerada como un “*seguro campesino*” que permite enfrentar los cambios ambientales o solventar las necesidades socioeconómicas, ya que los sistemas de cultivos diversificados son clave en el mantenimiento de la productividad, aun en medio de condiciones ambientalmente estresantes.

Pérez *et al.* (2003) y Altieri y Nicholls (2009a) puntualizan que los sistemas diversificados contribuyen también con el manejo sostenible de los recursos naturales, pues estos permiten mantener o recuperar servicios ecosistémicos importantes de soporte, provisión, regulación y culturales. Es necesario, por lo tanto, compatibilizar las actividades productivas con el manejo sustentable para lograr la conservación de la biodiversidad. También se necesita encaminar esfuerzos para lograr mantener funciones y servicios de los ecosistemas y una de las maneras más viables es a través del establecimiento de sistemas diversificados de producción agropecuaria (Fernández *et al.* 1998; Beer *et al.* 2003; Harvey y Sáenz 2007).

Los sistemas diversificados de producción agropecuaria permiten asegurar el acceso y disponibilidad de alimentos de buena calidad para las familias ya que constituyen modelos que permiten sostener la producción sin agroquímicos y conservar la integridad ecológica necesaria para alcanzar la seguridad alimentaria (Pérez *et al.* 2006).

#### **4.6 CONCLUSIONES**

- Las estrategias desarrolladas por las familias campesinas alrededor de los sistemas de producción agropecuaria les permite satisfacer sus necesidades de alimentación y agua para consumo, y, además contar con un entorno alimentario seguro (seguridad alimentaria) bajo condiciones normales.
- El tipo de tenencia propia del área productiva es uno de los factores determinantes en la diversificación de las fincas familiares y la introducción de especies perennes.
- El grado de diversificación de las fincas familiares está determinado por el tipo de tenencia de la tierra; las fincas que cuentan con mayor diversidad y cuentan con mayores especies perennes son aquellas cuya tenencia es propia.
- No se encontró relación entre el tamaño de las fincas y el nivel de diversificación de los sistemas de producción agropecuaria.
- El énfasis en el tipo de producción desarrollada en fincas integrales determina la adopción de prácticas de diversificación.

- Los medios de vida productivos tales como la agricultura, comercio y trabajos como jornal permiten el acceso de las familias a alimentos y agua.
- Los medios de vida productivos permiten a las familias contar con dinero en efectivo y satisfacer sus necesidades de alimentación; sin embargo, las actividades reproductivas (quehaceres domésticos) realizadas principalmente por mujeres son determinantes en relación al uso de alimentos y agua.
- La fuente de origen de agua para consumo y el tipo de almacenamiento determina el grado de manejo de los recursos hídricos a nivel de finca y el grado de gestión a nivel comunitario.
- Los patrones de alimentación basados en un alto consumo de carbohidratos y proteínas se relaciona con un consumo reducido de frutas y verduras (principales fuentes de vitaminas y minerales).
- La base de la dieta diaria constituida principalmente por arroz, frijol y plátano, contiene productos disponibles de manera permanente y de fácil acceso para las familias.

#### 4.7 LITERATURA CITADA

- Aignerren, M. 2010. La técnica de recolección de información mediante los grupos focales (en línea). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. p. 32. Consultado 10 Oct 2012. Disponible en <http://huitoto.udea.edu.co/~ceo>
- Altieri, MA. 1986. Bases ecológicas para el desarrollo de sistemas agrícolas alternativos para campesinos de Latinoamérica. *Ambiente y Desarrollo* 2(3):29-54.
- Altieri, MA; Nicholls, C. 2009a. Escalonando la propuesta agroecológica para la soberanía alimentaria en América Latina. *Agroecología* 4(0):39-48.
- Altieri, MA; Nicholls, CI. 2009b. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *Leisa Revista de Agroecología*.
- Andino, J; Campos, J; Villalobos, R; Prins, C; Faustino, J. 2006. Los servicios ambientales desde un enfoque ecosistémico. Una propuesta metodológica. Turrialba, CR, CATIE. p. 53 p.
- AVINA. 2011. Modelos de gobernabilidad democrática para el acceso al agua en América Latina. Vagliente P (coord. general) Ochoa E, Soto L, Burt P, Angola C de, Ruiz L ed., AVINA. 120 p.
- Baethgen, W; Meinke, H; Gimenez, A. 2003. Adaptation of agricultural production systems to climate variability and climate change: lessons learned and proposed research approach (en línea). 10 p. Consultado 11 oct. 2011. Disponible en <http://www.climateadaptation.net/docs/papers/Baethgen%20Meinke%85z%20NOAA%202003.pdf>
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, J; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10(37):80 - 87.
- Benegas, L; Jiménez, F. 2007. Adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente a la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central. El caso de la subcuenca del río Aguas Calientes, Nicaragua. Turrialba, CR, CATIE - ASDI. 31 p.
- Bennet, A. 2004. Enlazando el Paisaje: El Papel de los Corredores y la Conectividad en la Conservación de la Vida Silvestre. San José, CR, UICN. 278 p.
- Deckelbaum, R; Palm, C; Mutuo, P; DeClerck, F. 2006. Econutrition: Implementation models from the Millennium Villages Project in Africa. *Food & Nutrition Bulletin* 27:335 - 342.
- DeClerck, F; Fanzo, J; Palm, C; Remans, R. 2011. Ecological approaches to human nutrition. *Food & Nutrition Bulletin* 32(1):41S - 50S.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Gonzalez, L; Tablada, M; Díaz, M; Robledo, CW; Balzarini, MG. 2008. Estadística para las ciencias agropecuarias. Córdoba, Ar p. 356.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2012. InfoStat versión 2012. Córdoba, Ar, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>

- Escudero, J. 2004. Análisis de la realidad local. Técnicas y métodos de investigación desde la animación sociocultural. Madrid, Es, NARCEA. p. 217.
- Fajardo, D; Johnston - González, J; Neira, L; Chará, J; Murgueitio, E. 2009. Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. Recursos naturales y ambiente 58:9-16.
- Federación internacional de sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, IFRC. 2008. Directrices generales para la evaluación de la seguridad alimentaria Ginebra, Sz, IFRC. 92 p.
- Fernández, M; Staffieri, G; Martínez-Pastur, G; Peri, P. 1998. Cambios en la biodiversidad del sotobosque a lo largo del ciclo del manejo forestal de la Lengua. Valdivia, Ch
- Geilfus, F. 2009. Diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. 80 herramientas para el desarrollo participativo. 8va, e. San José, CR, IICA. 217 p.
- Granados, I; Hernández, D. 2010. Composición y estructura de la biodiversidad en paisajes transformados terrestres en Colombia (en línea). Colombia, Universidad Nacional de Colombia. Consultado 19 jun. 2011. Disponible en <http://www.slideshare.net/mirtoblanco/composicion-y-estructura-de-la-biodiversidad-en-paisajes-transformados-terrestres-en-colombia>
- Harvey, C; Sáenz, JC. 2007. Evaluación y Conservación de Biodiversidad en Paisajes Fragmentados de Mesoamérica. Heredia, CR, INBio. p. 624 p.
- Imbach, A; Imbach, PMB; Gutiérrez M, I. 2009. Medios de vida sostenibles, bases conceptuales y utilización Costa Rica, Geolatina. 25 p.
- Kattan, GH; Murcia, C. 2003. A review and synthesis of conceptual frameworks for the study of forest fragmentation. In How landscapes change: Ecological Studies. Springer – Verlag 162:183 - 200.
- Koppen, B van; Smits, S; Moriarty, P; Penning de Vries, F; Mikhail, M; Boelee, E. 2010. Ascendiendo la escala del agua. Servicios de abastecimiento de agua de usos múltiples para la reducción de la pobreza. La Haya, Países Bajos, IRC Centro internacional del agua potable y saneamiento e Instituto internacional para la gestión del agua. 213 p. (Serie TP; no. 52)
- Magurran, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Vendrá. p. 200.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Rev Col Cienc Pec 15(2):226 - 231.
- Michelle, Y; Ibrahim, M; Gómez, M; Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. Agroforestería en las Américas 8(30):24 - 27.
- Montoya, F; Drews, C. 2006. Livelihoods, Community well-being, and species conservation. San José, CR, WWF. 80 p.
- Morera, C; Pinto, J; Romero, M. 2007. Paisaje, procesos de fragmentación y redes ecológicas: aproximación conceptual. Corredores biológicos, acercamiento conceptual y experiencias en América. San José, CR, Centro Científico Tropical; Universidad Nacional.

- Muñoz-Alonso, G. 2003. Técnicas de investigación en ciencias humanas. Madrid, Es p. 181.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. 2006a. Seguridad alimentaria. Informe de políticas. 2:3. Consultado 28 sep. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/w3613s/w3613s00.htm>
- \_\_\_\_\_. 2006b. Guía de nutrición de la familia (en línea). Burgess, A; Glasauer, P. Roma p. 137. Consultado 6 Sept 2012. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/008/y5740s/y5740s00.htm>
- \_\_\_\_\_. 2007. Cambio climático y seguridad alimentaria: Un documento marco, resumen. Roma, It, FAO. 24 p. Consultado 9 oct. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/climatechange/en/>
- \_\_\_\_\_. 2012. Tabla de composición de alimentos de América Latina (en línea). Consultado 6 sept 2012. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/conozca-fao/que-hace-fao/estadisticas/composicion-alimentos>
- Organización Mundial de la Salud, OMS. 2012. Nutrición (en línea). Consultado 9 sept 2012. Disponible en <http://www.who.int/topics/nutrition/es/>
- Pérez, A; Bornemann, G; Campo, L; Arana, I; Sotelo, M; Ramírez, F; Castañeda, E. 2003. Biodiversidad y producción en sistemas silvopastoriles de América Central (en línea). Managua, Ni, UCA. Consultado 10 jun. 2011. Disponible en <http://www.asociacion-gaia.org/documentos/informesgaia/Silvopastoril%20ASSIES%20final.pdf>
- Pérez, A; Sotelo, M; Ramírez, I; López, A; Siria, I. 2006. Conservación de la biodiversidad en sistemas silvopastoriles de Matiguas y Río Blanco (Matagalpa, Nicaragua) Revista Ecosistemas 15(3):125 - 141.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD. 2011. Tras las huellas del cambio climático en Bolivia. Estado del arte del conocimiento sobre adaptación al cambio climático, agua y seguridad alimentaria. La Paz, Bo, PNUD Bolivia. 144 p.
- Pujadas, J; Comas, D; Roca, J. 2010. Etnografía. Barcelona, Es p. 334.
- Unión Internacional para la conservación de la naturaleza, UICN. 2011. Project: Climate Change Governance Capacity: Building regionally- and nationally- tailored ecosystem-based adaptation in Mesoamerica. Special report of pilot interventions. UICN. p. 47.

## **V. ARTICULO II. SISTEMAS DIVERSIFICADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA COMO MECANISMOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LAS FAMILIAS CAMPESINAS EN LA CUENCA DEL RÍO SIXAOLA, COSTA RICA**

Paola Pinto Valencia<sup>15</sup>

### **5.1 RESUMEN**

La presente investigación se llevó a cabo en la cuenca del río Sixaola en Costa Rica con el objetivo de determinar el nivel de vulnerabilidad al cambio climático de los sistemas diversificados de producción agropecuaria, que bajo condiciones normales permiten a las familias campesinas contar con un entorno alimentario seguro (seguridad alimentaria).

Los resultados obtenidos constituyen un insumo para el diseño de la propuesta metodológica para la evaluación y promoción de sistemas diversificados como mecanismos de adaptación al cambio climático en el marco de la gestión de cuencas hidrográficas (MGICH), desarrollada como parte de la presente investigación. De acuerdo a este enfoque, los análisis se realizaron a nivel de fincas (n=44) y a nivel de comunidad; los factores de estudio fueron los sistemas productivos y su nivel de vulnerabilidad frente a eventos climáticos e hidrológicos.

El análisis de conglomerados realizado permitió identificar 4 variables y 4 indicadores con los cuales fue posible la caracterización y tipificación de los sistemas, siendo estas variables: agrobiodiversidad, área productiva total, estrategia productiva y tenencia del área productiva. La determinación del nivel de vulnerabilidad se realizó mediante las 3 variables que definen este concepto: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa; para este análisis se utilizaron dos escalas: finca y comunidad. A nivel de finca se construyeron 6 indicadores, con los cuales se calculó el índice de vulnerabilidad (IVU). A nivel comunitario se analizó el nivel de exposición y sensibilidad mediante estimaciones y consultas a fuentes secundarias; para el análisis de la capacidad adaptativa se construyeron 10 indicadores a partir del ciclo de la adaptación.

A partir de estos análisis fue posible concluir que el factor a través del cual las familias logran mantener o fortalecer las estrategias que les permite un entorno alimentario seguro está dado por su nivel de capacidad adaptativa. Las fincas diversificadas presentan mayores elementos de adaptación a diferencia de las fincas destinadas al monocultivo; la razón se debe a los paquetes tecnológicos que son implementados en función al énfasis de la producción que se da en cada finca.

---

<sup>15</sup> Paola Karolina Pinto Valencia, ppinto@catie.ac.cr. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Maestría en manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas.

**Palabras clave:** vulnerabilidad, elementos de adaptación, ciclo de adaptación, agrobiodiversidad, sistemas de producción agropecuaria.

## **5.2 ABSTRACT. DIVERSIFIED FARMING SYSTEMS AS MECHANISMS OF ADAPTATION OF CLIMATE CHANGE OF PEASANT FAMILIES IN SIXAOLA RIVER BASIN, COSTA RICA**

This research was conducted in the Sixaola River basin in Costa Rica, the objective was to determine the level of vulnerability to climate change of diversified farming systems, which under normal conditions allow farm families to have a food environment safe (food security).

The results are an input for the design of the methodology for the evaluation and promotion of diversified systems as mechanisms of adaptation to climate change in the context of watershed management (MGICH), developed as part of this investigation. According to this approach the analysis units were family farms (n = 44), and factors of study were the production systems and their level of vulnerability to climate and hydrological events.

Cluster analysis identified 4 variables made and 4 indicators with which it was possible the characterization and classification system, the variables were: agrobiodiversity, total productive area, production strategy and ownership of productive area. Determining the level of vulnerability is made from the 3 variables that define this concept: exposure, sensitivity and adaptive capacity, for this analysis we used two scales: farm and community. At the farm level were built six indicators, which are calculated vulnerability index (IVU). At the community level was analyzed the level of exposure and sensitivity estimates and consultations through secondary sources for the analysis of adaptive capacity were constructed from 10 indicators adaptation cycle.

From these analyzes it was possible to conclude that the factor by which families can maintain or strengthen strategies that allowed a safe food environment is given by its level of adaptive capacity. Diversified farms have higher adaptive elements unlike aimed to monoculture farms, the reason is because the technology packages that are implemented according to the emphasis of production that occurs in each farm.

**Keywords:** vulnerability, adaptation elements, adaptive cycle, agrobiodiversity farming systems

### 5.3 INTRODUCCIÓN

ONU-Agua (2010), señala que el agua “...es el principal medio a través del cual el cambio climático afecta a los ecosistemas de la Tierra, y por lo tanto la vida y el bienestar de las sociedades”; y tal como lo dice Mendoza (2010) ésta condición varía en función del contexto (geográfico, social, económico, ambiental) en donde estos sistemas se encuentran.

Es debido a esto y a que el agua afecta a prácticamente todos los aspectos de la sociedad y en particular de la salud, la producción, el funcionamiento de los ecosistemas y la misma seguridad alimentaria, que la gestión del agua y del territorio, suponen una oportunidad de desarrollo y una de las principales medidas de adaptación (Mendoza 2008).

El tema de la adaptación no es nuevo, ya que el clima siempre se ha manifestado de manera cambiante, aún cuando en la actualidad, el ritmo acelerado de los cambios y la degradación ambiental han generado nuevos desafíos para la humanidad (Smit y Skinner 2002; González *et al.* s.f.).

La capacidad de adaptación de un sistema está dada por la posibilidad de asimilar un cambio a través de los recursos disponibles en una comunidad, lo cual según González *et al.* (s.f.) se expresa en función del acceso a los recursos (capitales), del grado de diversidad de las actividades que la población realiza (flexibilidad) y de la estabilidad frente a variaciones externas (las cuales le impiden tener estabilidad y generar recursos).

Como lo señala FAO (2011), en términos de adaptación, las posibilidades a nivel de finca se encuentran relacionadas con el tamaño y el tipo de la producción, pues el acceso a una mejor infraestructura que permitan asegurar las cosechas como lo son los sistemas de riego, drenaje u otros requieren de la inversión de capitales. Benegas y Jiménez (2007) señalan también que los productores que no tienen posibilidad de realizar inversiones para mejorar sus sistemas productivos, son los más vulnerables a los efectos del cambio climático, debido a que generalmente tienen un limitado acceso a servicios básicos como el abastecimiento de agua, saneamiento y drenaje.

Es de esta manera, que se hace necesaria la evaluación del estado y funcionamiento de los sistemas, y su nivel de vulnerabilidad en función de las opciones con las que cada población cuenta para hacer frente a las situaciones adversas; el análisis de medios de vida es el enfoque que más se ajusta a esta necesidad, pues es el que mejor explica las formas en las que las comunidades desarrollan las estrategias empleadas para la satisfacción de sus necesidades fundamentales así como las formas en las que logran fortalecer su capacidad adaptativa.

El cambio climático, la variabilidad y los extremos del clima han sido una de las fuentes permanentes de riesgo para los sistemas agropecuarios y los servicios que estos prestan como lo es la seguridad alimentaria. Por esta razón hoy en día la transformación de la agricultura basada en monocultivos hacia una agricultura diversificada, se presenta como el principal reto a seguir; esto se debe al nivel de resiliencia que los sistemas presentan y a la relación que mantienen con formas locales de producción enfocadas a garantizar la seguridad alimentaria y el sustento de las familias campesinas (Baethgen *et al.* 2003; Altieri y Nicholls 2009a).

En Centroamérica, la variabilidad climática se evidencia conjuntamente con los efectos cada vez más evidentes del cambio climático, los cuales se manifiestan en “...*escasez o exceso de lluvias que causan sequías o inundaciones, periodos de canícula prolongada e irregular, pérdida de cosechas, infraestructura y servicios básicos...*” lo cual sumado al deterioro de los recursos naturales, dificultan las posibilidades de recuperación de las comunidades rurales que dependen en gran medida de la biodiversidad para su sustento (Benegas y Jiménez 2007).

En la cuenca binacional del río Sixaola, límite entre Costa Rica y Panamá, y de forma específica en las comunidades Paraíso y Catarina donde se llevó a cabo la presente investigación, la problemática, es similar, y se ve reflejada en eventos hidro meteorológicos y eventos climáticos que se han presentado a lo largo de la historia en todo el Istmo centroamericano; esto, sumado a la situación de pobreza, la degradación de los recursos naturales, y las debilidades institucionales limitan la generación de mecanismos de respuesta y constituyen las principales amenazas en los medios de vida de las poblaciones, que (UICN 2010).

El Panel Intergubernamental para el Cambio Climático - IPCC (2007) resalta el hecho de que “...*las poblaciones más pobres son en efecto más vulnerables al cambio climático, a pesar de no haber contribuido en la misma medida a las emisiones de gases de efecto invernadero que provocan el Cambio Climático*”.

El presente trabajo reconoce, los beneficios de los sistemas diversificados de producción agropecuaria como mecanismos de adaptación de las familias campesinas a eventos climáticos e hidrológicos a nivel de finca, y como unidad de análisis a nivel de un territorio, debido a la importancia de las funciones que estos tienen, en una cuenca hidrográfica.

Para el efecto, se plateó como objetivo la determinación del nivel de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria en la cuenca del río Sixaola, Costa Rica, que bajo condiciones normales permiten a las familias campesinas contar con un entorno alimentario seguro (seguridad alimentaria), sobre la base de los elementos de análisis considerados por el IPCC (1997): exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

Este análisis considera los factores externos que alteran las condiciones normales de seguridad alimentaria de las familias campesinas, contempladas en el primer artículo del presente estudio, denominado “*Sistemas de producción agropecuaria y su función en la prestación de servicios de provisión de alimentos en la cuenca del río Sixaola, Costa Rica*”.

Los resultados obtenidos son considerados como insumo para el diseño de la propuesta metodológica planteada como objetivo central de la presente investigación.

## 5.4 METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en la cuenca binacional del río Sixaola, en la frontera entre Costa Rica y Panamá, específicamente en la subcuenca Sixaola Medio (Figura 15), que se encuentra ubicada en la cuenca media baja en las coordenadas 9°34'17"N y 82°42'43"O., y cuya zona de vida de acuerdo a la clasificación de Holdridge, corresponde a bosque húmedo Tropical (bh-T) (Rojas 2011; UICN 2011).

La información de campo fue recolectada entre febrero y junio de 2012 en las comunidades Paraíso y Catarina ubicadas en el lado costarricense. La población total estimada es de 300 familias (N=300) provenientes de diversos sitios de Costa Rica, que llegaron a la zona debido al proceso de colonización y a la oferta de trabajo en las plantaciones de musáceas que inició hace aproximadamente 30 años.



**Figura 15.** Cuenca del río Sixaola (izquierda) y ubicación de las comunidades Paraíso y Catarina en la subcuenca Sixaola Medio (derecha)

*Fuente: UICN (2011)*

De acuerdo al enfoque de manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas (MGICH) los análisis fueron realizados a nivel de finca (n=44)<sup>16</sup> y a nivel de comunidad, tomando como factores de estudio los tipos de sistemas productivos y su nivel de vulnerabilidad frente a eventos climáticos e hidrológicos.

Para la toma de datos se aplicaron entrevistas semiestructuradas (Geilfus 2009) a 44 familias agricultoras (n=44), se realizaron seis grupos focales con la participación de representantes de las dos comunidades y un taller de validación de los datos obtenidos en campo (Aigner 2010).

Para triangular la información obtenida se utilizaron técnicas etnográficas (Pujadas *et al.* 2010) como la observación participante y se aplicaron entrevistas semiestructuradas a informantes clave: pobladores de las dos comunidades, dirigentes, productores de fincas diversificadas, personal de instituciones locales y personal técnico de proyectos en ejecución en la zona.

Para todos los análisis estadísticos (métodos de estadística descriptiva y análisis estadísticos multivariados) se utilizó el "*Software Estadístico InfoStat*" (Di Rienzo *et al.* 2012). La valoración y construcción de indicadores se realizó mediante consulta a expertos (Escudero 2004) y consulta bibliográfica (Muñoz-Alonso 2003).

#### **5.4.1 Procedimientos metodológicos para la tipificación y caracterización de los sistemas de producción agropecuaria**

Para la identificación de los tipos de sistemas productivos se utilizó el análisis de conglomerados; se realizaron pruebas no paramétricas "*Kruskal Wallis*" para las variables continuas y "*Análisis de contingencia*" para las variables categóricas (Di Rienzo *et al.* 2012).

De acuerdo al análisis de conglomerados, las variables que permitieron identificar los tipos de sistemas productivos, con un nivel de confianza del 95%, fueron: agrobiodiversidad (granos básicos, hortalizas, tubérculos y raíces, frutales, forestales); área productiva total; estrategia productiva y tenencia del área productiva; la variable ubicación de las fincas, no fue un criterio de clasificación ( $p=0,5669$ ). A continuación se indican los procedimientos utilizados para la determinación de cada una de las variables:

---

<sup>16</sup> El trabajo de campo fue realizado en el marco del proyecto "Buena gobernanza del agua para la adaptación, basada en ecosistemas", ejecutado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) en la Cuenca Binacional del río Sixaola, en donde se encuentran ubicadas las comunidades Paraíso y Catarina.

Para cuantificar la agrobiodiversidad en cada finca se utilizó el índice de Shannon ( $H'$ ) que contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio, (Magurran 1989), a partir de la siguiente fórmula:

$$H' = \ln(1 + \sum p_i)$$

Donde,  $H'$  = diversidad máxima;  $p_i$  = proporción de individuos hallados de una especie íésima

La determinación del área productiva total se realizó a partir de la sumatoria del área productiva alrededor de la vivienda y el área productiva en terreno adicional (en caso de que la familia cuente con otro espacio para producción alejado de su vivienda); se excluyeron áreas de bosque y pastizales. Así también se identificó el tipo de tenencia de estos espacios (propio o prestado).

Para las variables continuas (agrobiodiversidad y área productiva total) se utilizaron valores estandarizados (se asignaron valores entre 0 y 1); para las variables categóricas (producción en terreno adicional y tenencia de terreno adicional) se crearon variables auxiliares (binarias) (Di Rienzo *et al.* 2012).

#### **5.4.2 Procedimientos metodológicos para la determinación del nivel de vulnerabilidad de los sistemas productivos**

Los análisis del nivel de vulnerabilidad de los sistemas productivos se realizaron a partir de los componentes establecidos por el IPCC (1997): exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, que considera la siguiente ecuación:

$$\text{Vulnerabilidad} = E + S - CA$$

Donde,  $E$  = exposición;  $S$  = sensibilidad;  $CA$  = capacidad adaptativa

Los análisis fueron realizados a escala local, a nivel comunitario a partir de información secundaria y datos obtenidos en campo en los grupos focales, y a nivel de finca a partir de los datos obtenidos en las entrevistas realizadas ( $n=44$ ). A continuación se indican los procedimientos específicos utilizados:

#### **5.4.3 Procedimientos metodológicos para el análisis del nivel de exposición de los sistemas productivos**

A nivel comunitario, la caracterización del grado de impacto esperado (análisis de exposición) debido al cambio y variabilidad climática se realizó mediante la estimación del rango de cambios en precipitación y temperatura a partir de los datos proporcionados por los distintos modelos de cambio climático incluidos en “*Climate wizard*” TNC (2009); y se hizo referencia a información bibliográfica.

Para la línea base, se utilizó información bibliográfica sobre precipitación y temperatura, debido a la dificultad de contar con registros de estaciones meteorológicas cercanas a Paraíso y Catarina. Asimismo, se utilizó información secundaria para el análisis de las inundaciones históricas<sup>17</sup>. Todos estos análisis tomaron en cuenta además, la percepción de las familias respecto a los eventos a los cuales se encuentran expuestos.

Los eventos hidrológicos (inundaciones del río Sixaola) son los eventos frente a los cuales los sistemas productivos se encuentran expuestos directamente por su ubicación (entre 0 y 1000 m de distancia al cauce principal del río) en la llanura de inundación; por esta razón a nivel de finca, la determinación del impacto esperado (análisis de exposición) se trabajó en función de dos variables: cercanía al cauce principal del río y niveles de riesgo asociado al nivel de intensidad de las inundaciones ocurridas en la zona de acuerdo a la siguiente escala:

Nivel de riesgo a inundaciones, según ubicación de la finca:

De 500 m a 1000 m del cauce	De 300 a 500 m del cauce	Orilla (hasta 200 m del cauce)
<b>Severo</b>	<b>Medio</b>	<b>Leve</b>
<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Las distancias de las fincas (georeferenciadas) al río se calcularon respecto al punto más cercano al río, mediante herramientas de SIG.

Se realizó un análisis de correlación, utilizando el coeficiente de Spearman, entre las variables cercanía al cauce principal versus el nivel de intensidad de las inundaciones con el fin de establecer el nivel de asociación entre estas; para los análisis estadísticos se realizaron transformaciones, llevando los valores ponderados a una escala de 0 a 1 (Di Rienzo *et al.* 2012). Para el caso de la distancia al cauce del río se invirtieron los valores obtenidos, quedando como 1 el valor más cercano al río.

#### **5.4.4 Procedimientos metodológicos para el análisis del nivel de sensibilidad de los sistemas productivos**

Debido a que los eventos hidrológicos (inundaciones del río Sixaola) son los eventos extremos que han causado impacto directo sobre los medios de vida locales y han sido identificados por las familias de la zona como los eventos que mayores daños les han causado, el análisis del nivel de impacto provocado (sensibilidad) a nivel de finca, se realizó en función de tres variables: cercanía al cauce principal del río, nivel de afectación y grado de preparación de las familias respecto a estos eventos.

---

<sup>17</sup> La información sobre inundaciones históricas del río Sixaola fue solicitada al Consejo Nacional de Emergencias, sin embargo, no fue posible contar con estos datos, pues no se obtuvo respuesta.

Para efectos del presente estudio, la sensibilidad a nivel local, fue considerada como sensibilidad a nivel de finca, debido a que los impactos provocados en toda la zona debido a inundaciones afectan directamente los medios de vida productivos de las familias (producción agropecuaria).

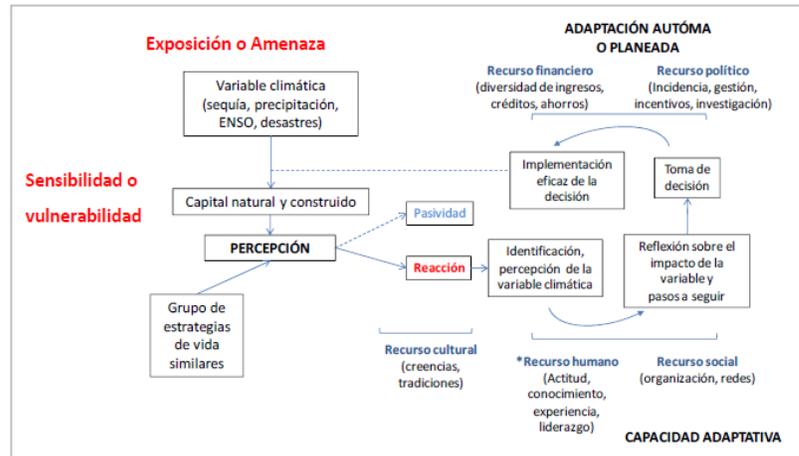
La determinación del nivel de afectación debido a inundaciones se obtuvo mediante el cociente entre la sumatoria de los valores asignados por cada familia (en una escala del 1 al 3, siendo 3 el valor más alto) y el conteo de los aspectos en los cuales se ven afectados. El grado de preparación se determinó mediante la siguiente escala: *Si se encuentra preparado = 3; Parcialmente preparado = 2; No se encuentra preparado = 1.*

Se realizó un análisis de correlación, utilizando el coeficiente de Spearman entre las variables cercanía al río vs. el nivel de afectación y el grado de preparación de las familias con el fin de establecer la asociación existente; para los análisis estadísticos se realizaron transformaciones, llevando los valores ponderados a una escala de 0 a 1 (Di Rienzo *et al.* 2012). Para el caso de la distancia al cauce del río se invirtieron los valores obtenidos, quedando como 1 el valor más cercano al río.

#### **5.4.4.1 Procedimientos metodológicos para el análisis de la capacidad adaptativa local**

Para la determinación de la capacidad adaptativa local, a nivel comunitario, se trabajó sobre la base del “*ciclo de adaptación*” (Figura 16), tomando como referencia las etapas de análisis de la metodología propuesta por Prado (2011): “*percepción, acción, decisión, implementación y mantenimiento de las acciones a lo largo del tiempo*”. Se adaptaron los instrumentos de aplicación en combinación con otras herramientas de trabajo diseñadas para este estudio.

La construcción de indicadores y escalas de valoración se realizaron sobre la base de la metodología de análisis de vulnerabilidad desarrollada por Jiménez *et al.* (2004); las escalas de valoración fueron determinadas mediante consulta a expertos y se estableció un rango entre 1 a 3, siendo 3 el valor más alto. Para los análisis se trabajó con valores estandarizados, llevando los valores ponderados a una escala de 0 a 1.



**Figura 16. Esquema del proceso dinámico de la adaptación**  
**Fuente: Imbach y Prado (2010), en Prado (2011)**

A nivel de finca se identificaron las principales opciones de respuesta a partir de los cuales las familias logran fortalecer sus estrategias de vida frente a condiciones cambiantes de clima y a la ocurrencia de eventos hidrológicos extremos (inundaciones severas), las mismas se encuentran clasificadas como elementos de adaptación según Smit y Skinner (2002) y MINAET e IMN (2009). Para el análisis utilizó procedimientos de estadística descriptiva, a partir de valores ponderados llevados a una escala de 0 a 1 (Di Rienzo *et al.* 2012).

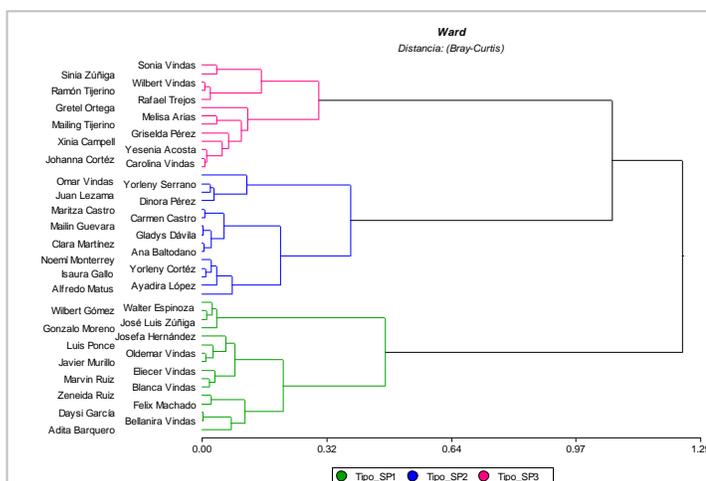
#### **5.4.5 Procedimientos metodológicos para el análisis de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria**

Para la determinación de la relación existente entre los tipos de sistemas de producción agropecuaria y su nivel de vulnerabilidad, se realizó un análisis de varianza que tomó en cuenta la tipificación de los sistemas y los valores obtenidos a nivel de finca para exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

### **5.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **5.5.1 TIPIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA DE PARAÍSO Y CATARINA**

Los sistemas de producción agropecuaria fueron identificados como los principales medios de vida productivos en la zona de estudio y representan las principales estrategias de vida que las familias han desarrollado como mecanismo de adaptación. La Figura 17 muestra los diferentes tipos de sistemas identificados, de acuerdo al análisis de conglomerados realizado.



**Figura 17. Tipos de sistemas productivos identificados en la zona de estudio**

Se puede observar en el gráfico tres grupos diferenciados, que corresponden a los tres tipos de sistemas agropecuarios identificados en la zona de estudio, tomado como distancia el 50% de la distancia máxima (0,64). Esta agrupación permite diferenciar las estrategias productivas (número de espacios identificados para la producción familiar) desarrolladas por las familias de cada grupo, la tenencia del área productiva y la agrobiodiversidad (granos básicos, frutales y forestales) de cada finca. No se incluye en esta caracterización hortalizas y raíces y tubérculos.

Las familias del primer grupo (Tipo 1) cuentan con dos espacios para la producción (área productiva total), uno junto a la vivienda y otro en un terreno diferente; la tenencia de estos dos espacios es propia.

En cuando a agrobiodiversidad en el tipo de sistema 1 las familias tienen por lo menos 2 especies de granos básicos cultivados; cuentan con 9 y 31 especies frutales y entre 2 y 8 especies forestales. Se observa al interior de este grupo, cuatro fincas integrales que se diferencian del resto por una mayor agrobiodiversidad (hasta 3 especies de granos básicos, 43 frutales y 10 especies forestales).

Las familias del segundo grupo (Tipo 2) cuentan con dos espacios para la producción, uno junto a la vivienda cuya tenencia es propia y otro espacio en un terreno diferente, el cual es prestado o arrendado. En cuanto a agrobiodiversidad las familias con este tipo de sistemas comparten características con los tipos 1 y 3. Estas familias cultivan entre 7 y 23 especies frutales, y entre 0 y 4 especies forestales, debido probablemente a la tenencia del terreno, pues al no ser de su propiedad se reduce la siembra de especies de tipo perenne. Se observa al interior de este grupo cinco fincas, que se diferencian del resto de fincas por la siembra de granos básicos (entre 1 y 3 especies).

Las familias del tercer grupo (Tipo 3) producen únicamente en los espacios ubicados junto a su vivienda, cuya tenencia es propia para todos los casos. En cuando a agrobiodiversidad en el tipo de sistema 3 las familias tienen entre 3 y 19 especies frutales y entre 0 y 4 especies forestales, con excepción de 2 fincas, cuyas áreas productivas superan las 10 hectáreas y que tienen más de 22 especies frutales y hasta 13 especies forestales. Se observa al interior de este grupo cuatro fincas que se diferencian del resto de fincas por la siembra de granos básicos (entre 1 y 3 especies).

En el Cuadro 18 se muestran las variables agrobiodiversidad, estrategia productiva y tenencia del área productiva que permitieron caracterizar a cada uno de los tres tipos de sistemas productivos identificados en la zona de estudio.

**Cuadro 18. Tipos de sistemas productivos y variables de clasificación**

Variables continuas		TIPO1	TIPO2	TIPO3	H	p
<b>Agro biodiversidad</b>	Granos Básicos	B	AB	A	5,31	0,0395
	Hortalizas	A	A	A	1,76	0,195
	Raíces y tubérculos	A	A	A	1,86	0,3236
	Frutales	B	AB	A	7,13	0,028
	Forestales	B	A	A	6,82	0,029
Área productiva total		B	AB	A	7,78	0,0202
<b>Colores distintos, representan diferencias significativas entre los tipos de sistemas B: mayor valor; A: menor valor; AB: comparte características</b>						
Variables categóricas		TIPO1	TIPO2	TIPO3	Chi2	p
Estrategia productiva <sup>18</sup>		B	B	A	50,2	< 0,0001
Tenencia área productiva adicional (prestado)		A	B	A	53,41	< 0,0001
Tenencia área productiva adicional (propio)		B	A	A	48,98	< 0,0001
<b>Colores distintos, representan diferencias significativas entre los tipos de sistemas B: Si; A: No</b>						

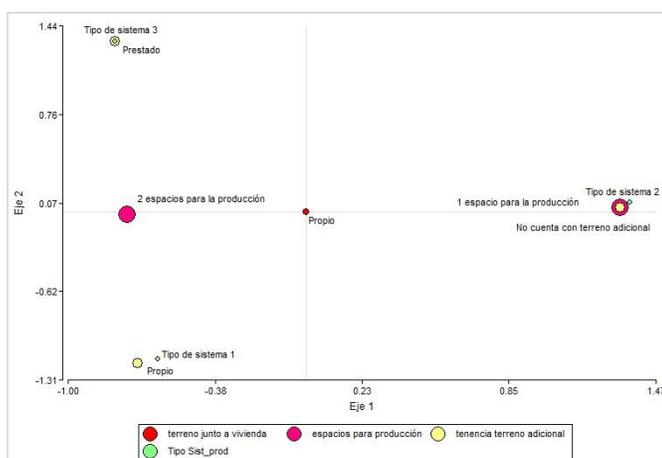
No existen diferencias significativas entre los tres tipos para cantidad de especies de: raíces y tubérculos ( $p=0,323$ ) y hortalizas ( $p=0,195$ ).

<sup>18</sup> Estrategias productivas: Espacios adicionales para la producción, alejados del terreno junto a vivienda

El tipo 1 es diferente significativamente ( $p < 0,001$ ) respecto a los tipos 2 y 3 en cantidad de especies forestales y en tenencia del área productiva adicional; el tipo 1 tiene en promedio mayor área productiva total, mayor diversidad de especies de granos básicos; frutales y forestales y presenta diferencias significativas ( $p < 0,001$ ) respecto al tipo 3 en estas variables. El tipo 2 comparte características de agrobiodiversidad con los tipos 1 y 3.

El tipo 3 es diferente significativamente ( $p < 0,001$ ) respecto a los tipos 1 y 2 porque las familias producen únicamente en un espacio ubicado junto a la vivienda; los tipos 1 y 2 producen junto a la vivienda y en un terreno adicional y son diferentes entre sí ( $p < 0,001$ ) en cuanto a la tenencia del terreno adicional; las familias del tipo 1 producen en un terreno adicional propio y las familias del tipo 2 producen en un terreno adicional prestado.

La Figura 18 muestra los tipos de sistemas productivos identificados en relación a las variables categóricas identificadas.

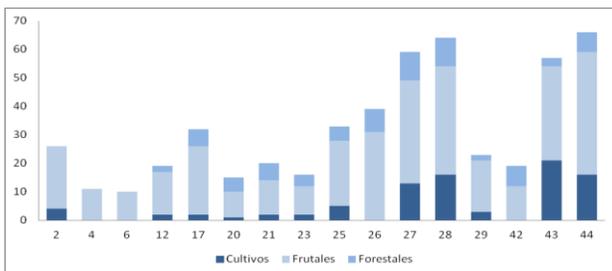


**Figura 18. Tipos de sistemas productivos en función de variables categóricas identificadas**

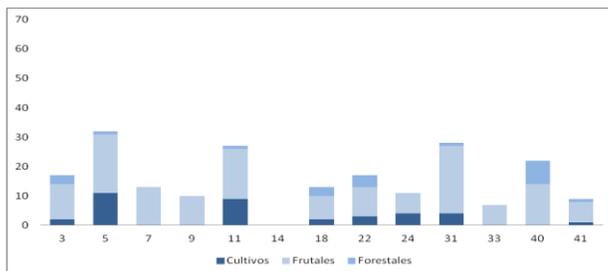
Se observa en la Figura los ejes correspondientes al cruce de las variables categóricas que permiten la caracterización de los sistemas de producción agropecuaria: estrategia productiva (Eje 1) y tenencia del área productiva (Eje 2); el segundo eje es el que permite explicar la máxima variabilidad entre los tipos de sistemas de producción identificados (98,44%).

La Figura 19 muestra los tipos de sistemas productivos identificados en relación a la variable agrobiodiversidad; se incluye en este análisis hortalizas y raíces y tubérculos, las cuales se encuentran en los tres tipos de sistemas productivos, sin que se presenten diferencias entre los tres tipos, debido a estas variables.

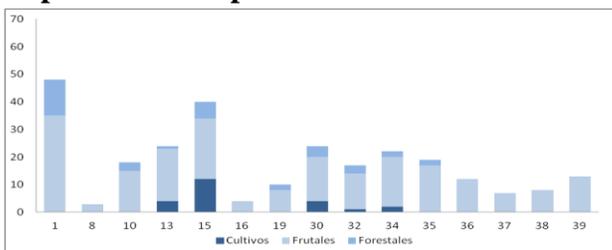
### Tipo de sistema productivo 1



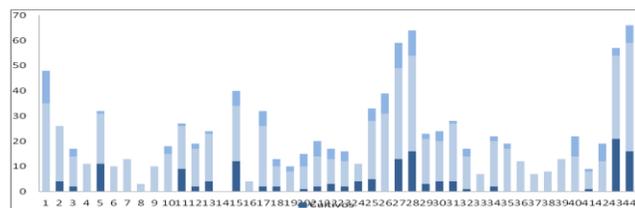
### Tipo de sistema productivo 2



### Tipo de sistema productivo 3



### Total



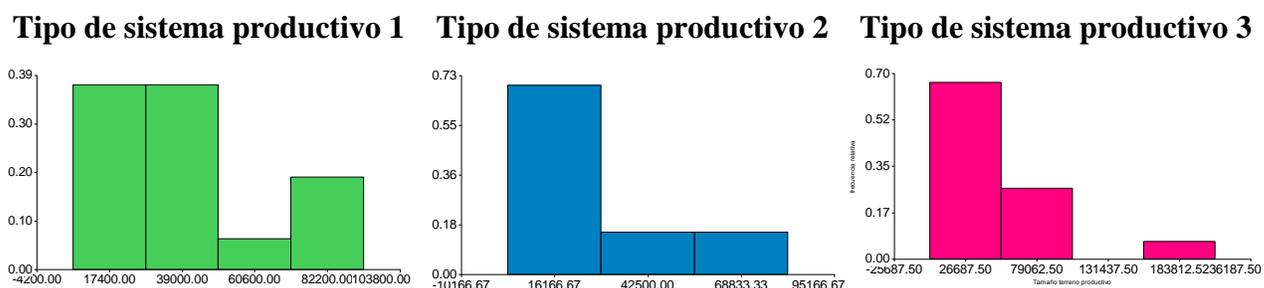
■ Cultivos ■ Frutales ■ Forestales

**Figura 19. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable de agrobiodiversidad**

Como se puede apreciar en el Figura 19, los sistemas de producción más diversos se encuentran en el grupo 1 (Tipo 1), especialmente las fincas 27, 28, 43 y 44 que cuentan con mayor presencia de especies frutales, especies forestales y cultivos (granos básicos, hortalizas, raíces y tubérculos). Las fincas 1 y 15 cuentan con mayor diversidad dentro de su grupo (Tipo 3), debido al interés de sus propietarios y la disponibilidad de terreno para la producción junto a la vivienda (60000 y 210000 m2 respectivamente).

Los sistemas de producción menos diversos se encuentran en el grupo 2 (Tipo 2); las fincas de este grupo están destinadas principalmente al cultivo de plátano (*Musa balbisiana*) y otras especies de ciclo corto debido al tipo de tenencia (terreno prestado para la producción), así como la disponibilidad de un área de terreno para la producción ubicado junto a la vivienda (entre 0 y 2500 m2).

En cuanto al área productiva total, la Figura 20 muestra los valores promedio para cada tipo de sistema; se puede observar en el tipo de sistema 1 una mayor variabilidad en tamaño entre las diferentes fincas, encontrándose fincas con tamaño promedio de 1,7 ha (38%), 3,9 ha (38%) y 8,2 ha (19%); en los tipos de sistema 2 y 3 se encuentra una tendencia más definida, aunque también se encuentra variación en el tamaño de las fincas. En el tipo 2 el 69% de las fincas tienen un tamaño promedio de 1,6 ha y en el tipo 3 el 67% de las fincas tienen un tamaño promedio de 2,6 ha.



**Figura 20. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable área productiva total**

De acuerdo a estas observaciones no es posible establecer una relación entre el tamaño de las fincas y el nivel de diversificación de los sistemas de producción agropecuarios. En base a la información de campo, la diversificación de los sistemas agropecuarios implica además de la introducción de especies, la aplicación de tecnologías de manejo tales como planificación de siembra, asociación, rotación de cultivos, conservación de semillas nativas, y almacenamiento de la cosecha, entre otras que se encuentran entre las principales opciones de respuesta frente a condiciones adversas como lo son los cambios de clima y la ocurrencia de eventos extremos como inundaciones.

Las investigaciones realizadas, señalan que a nivel de finca, se logra minimizar los efectos negativos del cambio climático mediante el uso de sistemas de cosecha de agua, pero también a partir del establecimiento de “*policultivos*”, agroforestería y otras técnicas de diversificación como el uso de variedades locales (ONU-Agua 2010). Contrario a esto, los sistemas basados en monocultivos son más vulnerables a la variabilidad y cambio climático por su alto nivel de riesgo a pérdidas (Baethgen et al. 2003; Montoya y Drews 2006).

Desde esta perspectiva es posible identificar las características de los sistemas que podrían servir de base para una tipología de las opciones de adaptación en el sector agrícola (Smit y Skinner 2002).

Mahecha (2002) y Pérez *et al.*(2003) señalan que aun cuando la vegetación de un sistema de producción diversificado, no es semejante a la vegetación natural, estos pueden ser considerados como una alternativa viable frente a los sistemas convencionales, y señalan varias razones como la fijación de N, acción de micro y macro fauna en el suelo, reducción del impacto de la lluvia, aumento de la infiltración, permanencia de materia orgánica sobre la superficie, efecto agregado de las partículas del suelo, control de la erosión, reciclaje de nutrientes; además de los efectos positivos sobre la preservación de fuentes de agua y el incremento de la cantidad de carbono almacenado.

Según Ibrahim *et al.*(2007), los diseños que mejores resultados muestran en términos de secuestro de carbono, protección del suelo (reducción de la erosión y conservación de la biodiversidad (riqueza y abundancia), son precisamente aquellos que poseen una alta cobertura arbórea; y según Fajardo *et al.*(2009), los sistemas con alta densidad de árboles son una práctica de manejo amigable, ya que por un lado presentan una mayor riqueza, diversidad y abundancia de especies y por otro aumentan también la conectividad entre ecosistemas.

## **5.5.2 VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS**

### **5.5.2.1 Análisis del nivel de exposición de los sistemas productivos**

#### **c. Nivel de cambio esperado a nivel comunitario**

En una escala de 1 a 3, y de acuerdo a los testimonios de las familias entrevistadas, los eventos climáticos a los que se encuentran más expuestos en la zona de estudio son fuertes precipitaciones = 2; alta humedad relativa = 2; altas temperaturas = 2; y ausencia de lluvia = 3; además, señalan los eventos hidrológicos (inundaciones del río Sixaola) como los eventos frente a los cuales esperan mayores impactos = 3.

Datos señalados por Amoroso (2010) y Rojas (2011), provenientes de las estaciones meteorológicas<sup>19</sup> Hitoy Cerere y Sixaola indican que la temperatura presenta una variación que va desde los 21 °C hasta los 30,8° C; y en cuanto a los registros de precipitación indican una variación entre los 2500 y 3000 mm anuales, de acuerdo al piso altitudinal.

Según FAOClím (2012a), en base a los registros de las estaciones meteorológicas Nivecita (CR92NVCT) y Margarita (CR92MRGR)<sup>20</sup>, se indica un promedio anual de precipitación de 2415 mm y de 2325 mm, y una temperatura media de 26,6°C y 26,5° C, respectivamente.

Según el Instituto Meteorológico Nacional – IMN (2008), los periodos de lluvia más intensa, correspondientes a la región Caribe Norte y Sur se presentan en dos periodos, el primero entre noviembre y febrero y el segundo entre abril y agosto/septiembre, donde se presentan los máximos de lluvias (40% y 46% del total anual, respectivamente); los mínimos relativos de precipitación se presentan entre febrero a marzo, y entre septiembre a noviembre. Para la zona específica de estudio, según los registros de las estaciones Nivecita y Margarita, se observa niveles altos de precipitación también para el mes de julio (FAOClím 2012).

---

<sup>19</sup> Las estaciones Hitoy Cereré y Sixaola se ubican en la cuenca media baja y cuenca baja del río Sixaola, respectivamente.

<sup>20</sup> Las estaciones Nivecita y Margarita se encuentran ubicadas a 1 Km y a 5 Km aproximadamente de las comunidades Paraíso y Catarina, respectivamente.

Según MINAET e IMN (2009), “...cualquier fenómeno meteorológico de gran escala puede provocar inundaciones”; en Costa Rica, a nivel de vertiente, los temporales y las tormentas locales severas son los disturbios atmosféricos que pueden tener mayor probabilidad de producir este tipo de eventos que han ocasionado mayores desastres en todo el territorio; las tormentas, según este mismo informe, se producen en áreas geográficas pequeñas (decenas de kilómetros cuadrados), y aún cuando son de corta duración, acumulan grandes cantidades de lluvia en pocas horas, siendo la Región Caribe la más afectada por número de eventos ocurridos.

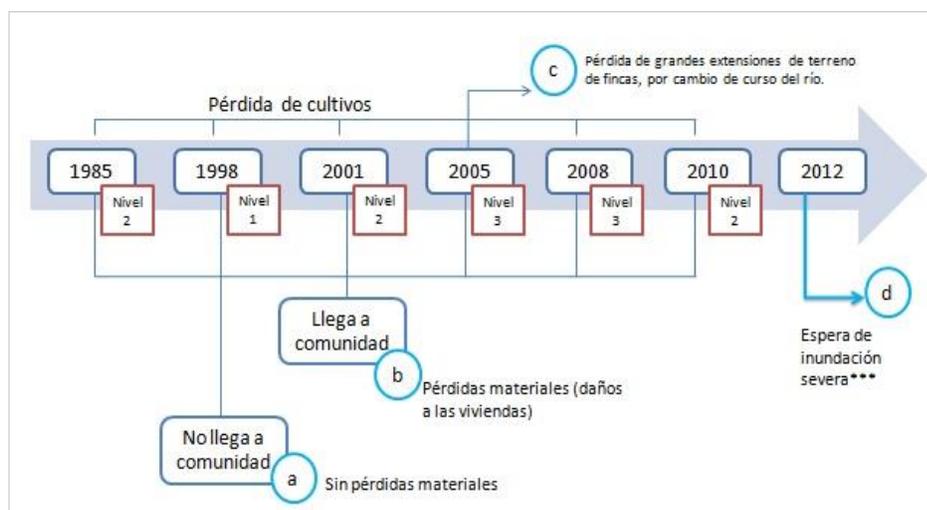
El comportamiento de las precipitaciones registradas para la zona de estudio muestra una influencia directa sobre los procesos hidrológicos (inundaciones) ocurridas por lo general en los meses de noviembre y diciembre, lo cual, según Benavides y Brenes (2010), se debe a que los ciclos de lluvias anuales para la zona de Sixaola se encuentran asociados de manera significativa con la variación temporal de los caudales. Los procesos de escorrentía son también un aporte a los caudales, cuando los regímenes de precipitación son elevados (Benavides y Brenes 2010).

El Cuadro 19 muestra los años en los que se han reportado inundaciones en la cuenca del río Sixaola, e indica los años en donde han ocurrido los eventos más extremos (inundaciones severas) (Barrantes y Vargas 2011), en comparación con la Figura 21 donde se muestran los registros históricos de inundaciones de acuerdo a los testimonios de la zona.

**Cuadro 19. Registro de inundaciones históricas ocurridas en la Cuenca del río Sixaola**

AÑO	1928	1935	1945	1970	1975	1988	1991	1993	2002	2005	2008
TIPO		Severa		Severa					Severa	Severa	Severa

Fuente: Barrantes y Vargas (2011)

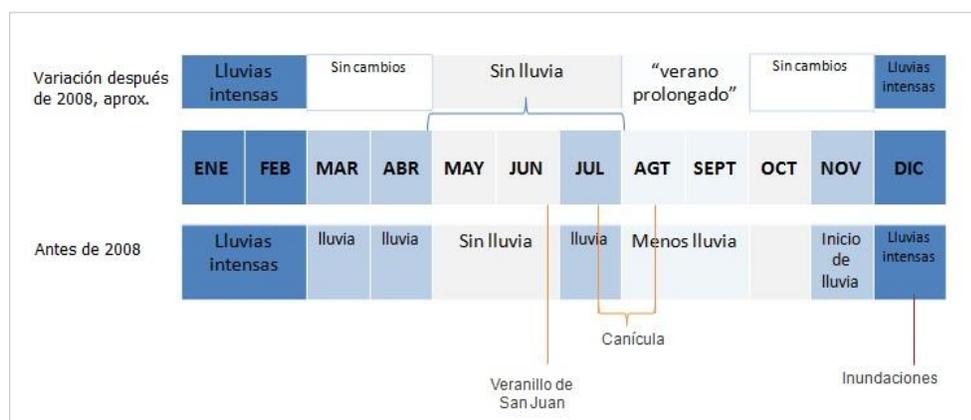


**Figura 21. Inundaciones históricas del río Sixaola, según testimonio de la zona**

Se puede observar que de manera histórica, en la zona, han ocurrido inundaciones con diferente nivel de intensidad que han causado diferentes impactos. De acuerdo a Barrantes y Vargas (2011), debido a la alta periodicidad de las inundaciones, estas son esperadas por los pobladores, y sus áreas de influencia conocidas. Sin embargo, cuando hay un incremento en la precipitación ocurren eventos extremos que podrían causar mayores impactos, frente a los cuales la población no está preparada como los ocurridos en 2005 y 2008, e inclusive el último evento ocurrido en julio de 2012<sup>21</sup>.

De manera normal, el caudal de los ríos fluctúa en función de los regímenes de precipitación, entre otros procesos, de tal forma que en época de mayores precipitaciones tiende a aumentar, dando lugar a las inundaciones (Barrantes y Vargas 2011).

Según Rojas (Año), el régimen de precipitación del Caribe, en donde se encuentra la zona de estudio, se caracteriza por presentar una estación lluviosa a lo largo de casi todo el año, con excepción de septiembre y octubre, con lapsos cortos sin lluvia. Según IMN (2008), el mes de julio ha estado caracterizado en la zona, por tener el segundo pico máximo de lluvias en el año.<sup>22</sup> En la Figura 22 se muestra las variaciones de precipitación de acuerdo a los testimonios de la zona, observándose para el mes de julio una disminución en la precipitación y “*verano prolongado*” para agosto y septiembre, aproximadamente desde el año 2008. Según los testimonios de las familias entrevistadas, se ha observado también cambios en la estacionalidad, siendo difícil diferenciar entre las distintas estaciones los periodos de mayor precipitación, dificultando las tareas de planificación de cultivos.



**Figura 22. Percepción de las familias respecto a distribución de precipitación y cambios en los patrones de lluvia a partir de 2008**

<sup>21</sup> Los datos mostrados en la Figura 22, fueron tomados hasta junio de 2012.

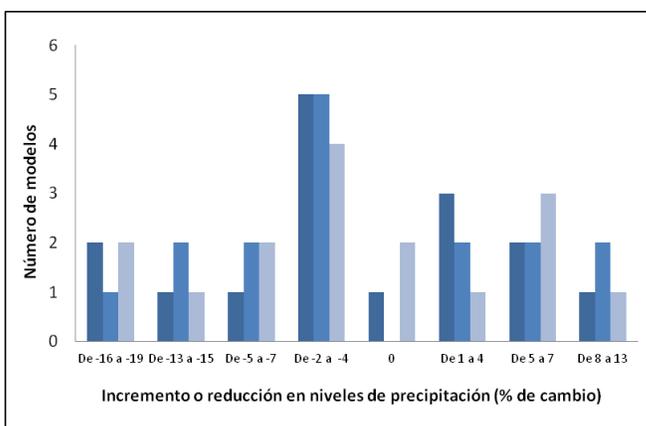
<sup>22</sup> La información de campo fue tomada hasta junio de 2012; en este año, en julio de 2012 se presentó una inundación mediana que afectó a las comunidades Paraíso y Catarina (nivel 2, según escala de este trabajo).

Según la “Segunda comunicación nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático” (MINAET e IMN 2009), el escenario climático futuro determinado para el periodo 2010 - 2100 para la región Caribe de Costa Rica, señala una tendencia de incremento de la precipitación en el sector costero, más acentuado en el sector central y sur, con un comportamiento prácticamente normal hacia la zona montañosa; y una tendencia de disminución de la precipitación anual en la zona cercana al Valle Central Oriental; así mismo señala una tendencia de aumento progresivo en toda la región en rangos estimados entre 2 y 4 °C para temperatura máxima y entre 2 y más de 3 °C para temperatura mínima.<sup>23</sup>

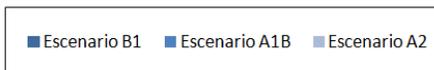
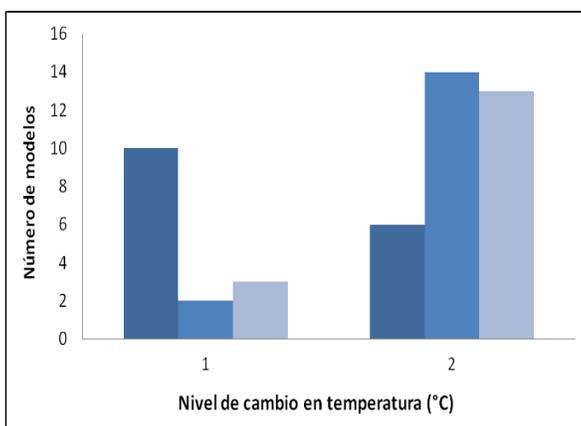
Otros datos que señalan esta tendencia son los provenientes de los 16 modelos de Cambio Climático incluidos en “Climate Wizard” TNC (2009); en la zona de estudio se puede observar una tendencia de reducción entre 2% y 4% en los niveles de precipitación y un incremento de temperatura entre 1° a 2°C (Figura 23).

Según el informe de UICN (2011), que cita como fuente a “Regional Committee on Hydraulic Resources – CRRH” en la Costa Caribe se estima, para el periodo entre 2020 al 2100, un incremento de 0.34°C en la temperatura media por década, y una tendencia de incremento de los niveles de precipitación hasta un 14% en comparación con datos tomados entre 1961 y 1990.

#### Estimación de cambios para precipitación



#### Estimación de cambios para temperatura

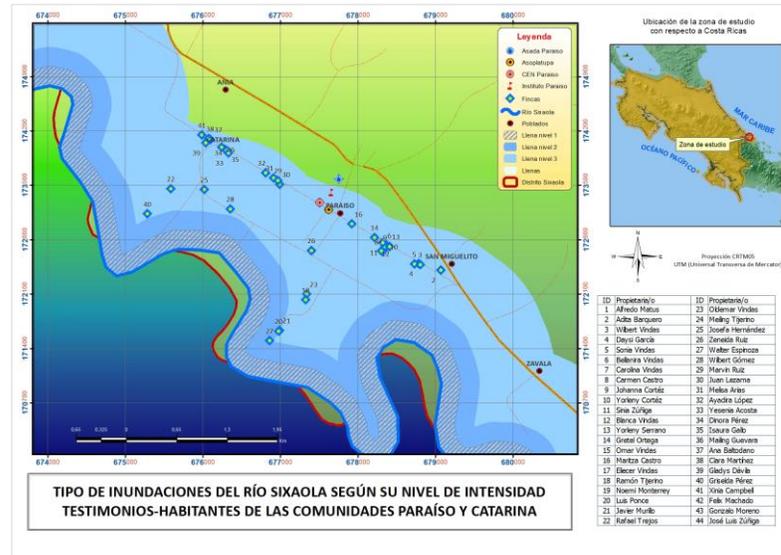


**Figura 23. Cambios estimados para precipitación y temperatura anual, en la década de 2050 Model Ensemble Average, SRES emission scenarios Climate Wizard (TNC 2009)**

<sup>23</sup> El escenario de emisiones utilizado por MINAET e IMN (2009) para los análisis es A2, debido a varias razones entre las que se mencionan la disponibilidad de datos, recomendaciones de estudios previos como el realizado por Echeverría, citado por MINAET e IMN (2009) y debido a que “...A2 es un escenario que se está ajustando a las circunstancias globales actuales, particularmente de una alta y creciente tasa de emisiones de GEI...”

#### d. Estimación del impacto esperado a nivel del finca

La Figura 24 muestra los diferentes tipos de inundación ocurridos en el área de estudio, en función a su nivel de intensidad.



**Figura 24. Nivel de impacto esperado en relación a las variables cercanía al cauce principal y niveles de intensidad de las inundaciones ocurridas**

De acuerdo a la información de campo, la intensidad de las inundaciones está dada por la cercanía al cauce del río y se presenta con menor velocidad y arrastre de sedimentos conforme se aleja de éste, causando mayores o menores estragos en las comunidades en función de su intensidad, siendo 3 el valor más alto (escala de 1 a 3). En la zona, se han presentado los tres tipos de inundaciones de manera irregular en el tiempo, sin ningún patrón en común que permita determinar una relación entre el periodo de retorno y el nivel de intensidad.

De acuerdo al análisis de correlación realizado en la presente investigación, existe asociación entre las variables cercanía al cauce principal y nivel de intensidad de inundaciones, siendo la correlación negativa ( $p=0,0083$ ;  $r=-0,558$ ).

González et al. (s.f.) señalan a la variabilidad climática como las alteraciones del estado promedio de las variables climáticas (velocidad del viento, transpiración, temperatura y precipitación media, entre otras) ya sea por encima o por debajo de ese valor, como son el caso de las sequías, inundaciones, heladas, olas de calor, etc., y que pueden ocurrir en periodos de retorno distintos (de un mes a otro, de un año a otro o bien en escalas temporales más largas, como ser de una década a otra).

### 5.5.2.2 Nivel de impacto provocado sobre los medios de vida productivos a nivel local (sensibilidad de los sistemas productivos)

De acuerdo al análisis de correlación, existe asociación entre las variables nivel de preparación y nivel de afectación, siendo esta correlación negativa ( $p < 0,005$ ;  $r = -0,94$ ) como se muestra en el Cuadro 20.

**Cuadro 20. Nivel de asociación para las variables de sensibilidad, según análisis de correlación**

	Nivel de afectación	Nivel de preparación
Nivel de preparación	-0,94*****	
Distancia al cauce principal	0,04	0,02

\*\*\*\*\* significancia menor a 0,005

Los aspectos relacionados con los medios de vida productivos que las familias han señalado que se ven mayormente afectados debido a la ocurrencia de eventos hidrológicos en la zona de estudio, son en orden de importancia: 1. Producción agrícola (cultivos y semillas); 2. Provisión de alimentos y agua; y 3. Daños en la vivienda.

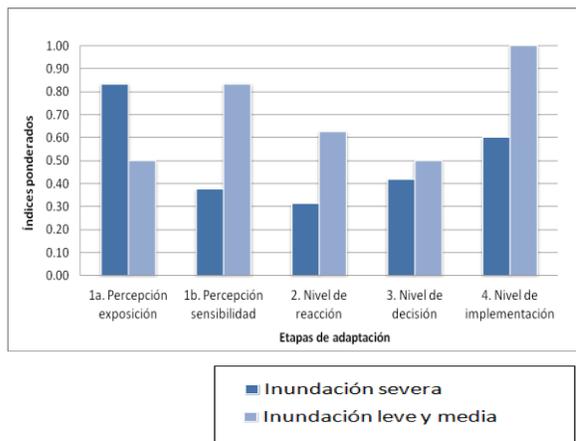
### 5.5.2.3 Capacidad adaptativa local y principales opciones de respuesta

#### e. Capacidad adaptativa local, a nivel comunitario

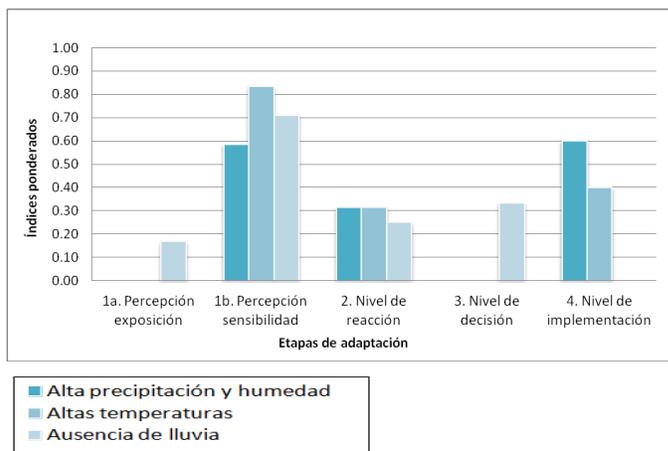
Como componente de la evaluación de la vulnerabilidad, la adaptación al cambio climático (ACC) es entendida como el nivel de los cambios en los procesos, prácticas y estructuras que permiten reducir los daños potenciales o lograr beneficios de las oportunidades asociadas al cambio climático (González et al. s.f.). El IPCC (2007), al respecto, señala que la adaptación está definida como el conjunto de iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad de los sistemas. Distintas investigaciones han buscado explorar las interacciones entre los seres humanos y el medio ambiente, muchas de las cuales se han centrado en las respuestas frente a los impactos causados por eventos extremos (Smit y Skinner 2002).

En la Figura 25 se presentan los resultados del análisis de capacidad adaptativa local, en relación a las “*etapas del ciclo de adaptación*” y en relación a los indicadores construidos para el efecto.

### Capacidad adaptativa frente a eventos hidrológicos



### Capacidad adaptativa frente a eventos climáticos



**Figura 25. Análisis de capacidad adaptativa local en relación a las etapas del ciclo de adaptación**

Se observa en la Figura 25, que la capacidad adaptativa a nivel de comunidad frente a eventos hidrológicos, de manera general, es más alta en relación a los eventos climáticos. De manera detallada, analizando cada una de las etapas del “ciclo de adaptación”, respecto a las inundaciones, se puede observar que el nivel de percepción de exposición y sensibilidad para inundaciones severas es más alto, pues las familias conocen que se encuentran expuestas a la ocurrencia de un evento extremo, aunque desconocen sus posibles efectos. La razón por la que el nivel de implementación de medidas de respuesta frente a inundaciones medias y leves es más alto se debe a que en la zona se encuentran en ejecución proyectos encaminados a reducir los impactos provocados por este fenómeno, sin embargo estos se basan en actividades específicas y no contemplan la puesta en marcha de planes de acción integrales a nivel de cuenca.

Respecto a las variables climáticas, el nivel de percepción de la sensibilidad es más alto respecto a las otras fases del ciclo, debido a que los impactos provocados sobre los principales cultivos son los más evidentes para las familias por el cambio en la estacionalidad que afecta la planificación de siembra, cosecha y provoca daños en almacenamiento. Sobre el nivel de decisión, si bien se ha planteado la posibilidad de tomar medidas frente a la ausencia de lluvias, (particularmente en cuanto al abastecimiento de agua proveniente de pozos)<sup>24</sup>, el nivel de implementación es nulo en este sentido, debido a que la falta de agua no ha requerido una intervención inmediata en la zona. Esto evidencia también una falta de acciones integrales respecto a la gestión de los recursos hídricos a nivel de cuenca.

<sup>24</sup> Aproximadamente desde el año 2008, las familias han observado que los pozos familiares, de los cuales se abastecen de agua para consumo diario han sufrido reducción o inclusive se han secado, particularmente entre junio a septiembre. Cabe señalar el hecho que un 60% de las familias de las dos comunidades no forman parte de la ASADA (Asociación Administradora de acueductos y alcantarillados sanitarios), y su abastecimiento de agua depende de los pozos de agua con los que cuentan.

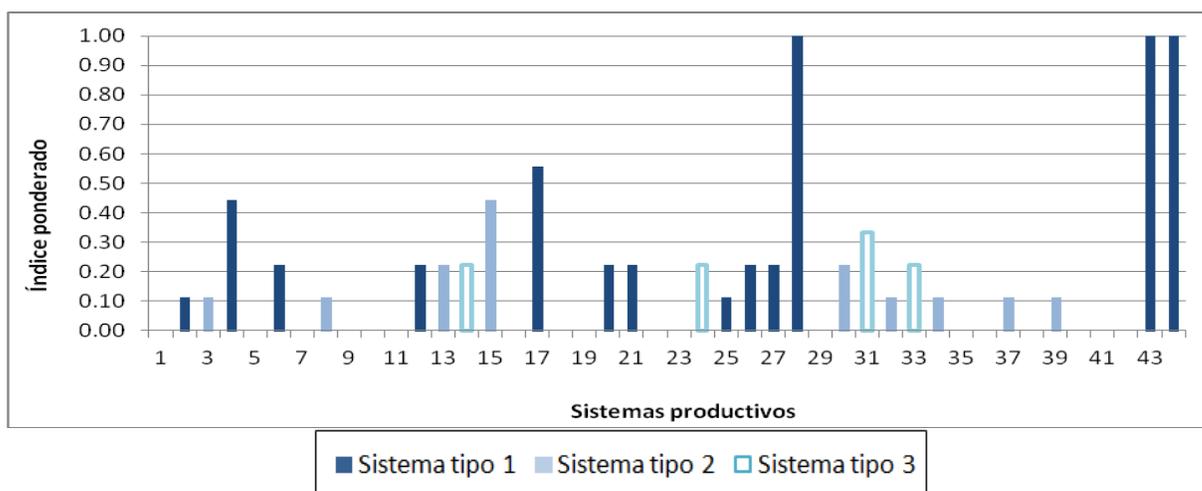
En cuanto al nivel de implementación frente a alta precipitación y humedad y altas temperaturas, las familias cuentan con el apoyo de proyectos específicos para el desarrollo de actividades de manejo de cultivos bajo distintos enfoques (ya sea fincas integrales o monocultivo) cuyos paquetes tecnológicos son específicos para cada caso.

Smit y Skinner (2002) resaltan el papel importante de la adaptación como una de las opciones más efectivas en respuesta a los impactos del cambio climático, siendo reconocida a nivel mundial como una alternativa que permite la aplicación de programas para la reducción de la vulnerabilidad, lo cual es posible gracias a que como lo señalan González *et al.* (s.f.) estas incluyen soluciones de tipo estructural que buscan resultados tangibles y las de tipo no estructural que implican el desarrollo de capacidades.

Lavell (2011), por su parte hace mención a los problemas de definición de la adaptación, señalando como principal limitante la identificación de los elementos a los cuales la población debe adaptarse como lo son los promedios del clima, eventos extremos, aumentos del nivel del mar, derretimiento del hielo polar y glacial, en torno a la discusión sobre variabilidad y cambio climático. Sin embargo, aún cuando hay limitantes en la delimitación de los elementos de adaptación, varios autores la describen como el mecanismo principal para la reducción de la vulnerabilidad asociada al cambio climático y a eventos extremos como inundaciones, al cual a su vez se lo considera como un problema para la producción agrícola, las economías agrícolas y las comunidades (Smit y Skinner 2002).

#### f. Elementos de adaptación a nivel de finca identificados en la zona de estudio

La Figura 26 muestra los tipos de sistemas productivos identificados en relación a los elementos de adaptación identificados en la zona de estudio.



**Figura 26. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable elementos de adaptación**

Como se puede apreciar en el Figura 26, los sistemas de producción que cuentan con más elementos de adaptación se encuentran en el grupo 1 (Tipo 1), especialmente las fincas 28, 43 y 44, que corresponden a las fincas integrales que son las que cuentan con un mayor nivel de diversificación (Figura 19), mientras que los sistemas que menos elementos de adaptación tienen se encuentran en el tipo de sistema 2; se resalta el hecho de que el tipo de tenencia del área productiva del tipo 2 es prestada.

Los elementos de adaptación identificados en la zona de estudio, de acuerdo al número de familias que las han implementado, son: 1. Producción de alimentos; 2. Ahorro para emergencias; 3. Espacios altos en la vivienda; 4. Experiencia; 5. Diversificación de ingresos; 6. almacenamiento de agua; 7. Espacios seguros distintos a la finca.

Otras opciones de respuesta identificadas principalmente en fincas con mayor agrobiodiversidad son: almacenamiento de semillas y cosecha, espacio para resguardo de animales, rotación y asociación de cultivos y bosquetes alrededor de la finca. Del total de familias entrevistadas (n=44), quienes señalan que se encuentran preparadas (14) o parcialmente preparadas (12) mencionan que han implementado entre 1 a 6 de las opciones de respuesta identificadas, mientras que quienes dicen que no lo están (18), no tienen implementada ninguna. Las fincas con mayor agrobiodiversidad tienen implementadas hasta 9 de las opciones identificadas

Las opciones de respuesta y recuperación son variadas, y pueden verse limitadas o fortalecidas en función de los procesos sociales llevados a cabo, algunas de las cuales son mencionadas en el trabajo desarrollado por Benegas (2006), que señala como tales al empleo de variedades con ciclos diferenciados, diseño de sistemas de microzonificación en las fincas, ajuste de las fechas de siembra a condiciones imperantes, uso de cultivos resistentes, uso de sistemas de riego y técnicas de manejo de cultivos.

### **5.5.3 VULNERABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN LAS COMUNIDADES PARAÍSO Y CATARINA**

El Cuadro 21 muestra los resultados obtenidos a partir del análisis de varianza realizado, con un nivel de significancia ( $p \leq 0,1$ ).

**Cuadro 21. Análisis comparativo entre los tipos de sistemas productivos con relación a las variables de vulnerabilidad (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa)**

Variable	Tipo de sistema productivo			H	p
	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3		
Cercanía cauce principal	0,75 B	0,77 B	0,24 A	6,74	0,0343
Nivel de riesgo asociado a nivel de intensidad	0,81 A	0,96 A	0,14 A	1,64	0,1313
Nivel de afectación	0,87 A	0,81 A	0,86 A	0,48	0,7653
Nivel de preparación	0,66 A	0,35 A	0,34 A	4,93	0,0607
Elementos de adaptación	0,35 B	0,09 A	0,1 A	7,91	0,013

Letras diferentes representan diferencias significativas

Se observa que existen diferencias significativas para la variable elementos de adaptación identificados en las fincas del tipo de sistema 1, en comparación a los tipos 2 y 3 que no presentan diferencias entre sí ( $p=0,013$ ;  $H=7,91$ ). Según la información colectada en campo, las fincas que presentan mayores opciones de respuesta se encuentran dentro del tipo de sistema 1 y corresponden a los sistemas en los que se han implementado prácticas de diversificación; estos resultados concuerdan con los datos mostrados en la Figura 26.

Por otro lado, existen diferencias significativas para la variable cercanía al cauce principal del río para el tipo de sistema 3, en comparación con los sistemas 1 y 2 ( $p=0,0343$ ;  $H=6,74$ ). Aunque la distancia al río no fue considerada como un criterio de clasificación de los sistemas<sup>25</sup>, existe diferencias respecto a esta variable, debido a que las familias del grupo 3 (Tipo 3), cuentan con un solo espacio para la producción, lo cual en términos de adaptación indica que tienen un menor nivel de respuesta en relación a los otros grupos, si se toma en cuenta que una de las principales estrategias de las familias en la zona es el uso de varios espacios para la producción.

No existen diferencias para ninguna de las otras variables. Las diferencias entre los tipos de sistemas productivos bajo condiciones similares de exposición y sensibilidad están dadas por el nivel de capacidad adaptativa de cada finca.

<sup>25</sup> De acuerdo al análisis de conglomerados realizado, la variable ubicación no fue considerada como criterio de clasificación ( $p=0,5669$ ).

## 5.6 CONCLUSIONES

- La capacidad adaptativa a nivel de finca, evidenciada en prácticas llevadas a cabo en fincas integrales es el factor a través del cual las familias mantienen o fortalecen las estrategias que les permite contar con un entorno alimentario seguro.
- Las fincas diversificadas presentan mayores elementos de adaptación (presencia de especies perennes, sistemas de almacenamiento de agua, espacios para almacenamiento de cosechas y semillas, espacios para protección de animales, entre otros) en comparación con las fincas destinadas al monocultivo.
- El nivel de percepción de la sensibilidad de los sistemas productivos por parte de las familias está dado por el nivel de afectación sobre sus principales cultivos.
- Los impactos sobre los medios de vida productivos alteran el estado de seguridad alimentaria de las familias debido a que éstos constituyen la principal estrategia para satisfacer sus necesidades alimenticias y son las principales fuentes de acceso y provisión.
- Ante la ocurrencia de fenómenos hidrológicos leves ocurridos de manera ocasional, las familias logran desarrollar diversas estrategias como mecanismos de respuesta, e inclusive aprovechan los beneficios de las inundaciones para iniciar nuevos ciclos de cultivo.
- Ante la ocurrencia de eventos hidrológicos severos, cuyos tiempos de retorno han sido prolongados las familias logran recuperarse recurriendo a estrategias productivas, tales como búsqueda de trabajos adicionales por parte de varios miembros, obtención de créditos para el inicio de nuevos ciclos de cultivo, uso de varios espacios para la producción, entre otros.
- El nivel de organización comunitaria es un factor determinante en la estimación de la capacidad adaptativa a nivel comunitario y posibilita la toma de decisiones para el desarrollo de acciones sostenibles.
- El nivel de organización comunitaria determina la implementación de estrategias de diversificación de los sistemas productivos como parte de procesos integrales.

## 5.7 LITERATURA CITADA

- Aignerren, M. 2010. La técnica de recolección de información mediante los grupos focales (en línea). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. p. 32. Consultado 10 Oct 2012. Disponible en <http://huitoto.udea.edu.co/~ceo>
- Altieri, MA; Nicholls, C. 2009. Escalonando la propuesta agroecológica para la soberanía alimentaria en América Latina. *Agroecología* 4(0):39-48.
- Amoroso, A. 2010. Caracterización y análisis de vacíos en términos de GIRH para los sitios piloto en la cuenca del río Sixaola. Talamanca, CR, UICN. Oficina regional para Mesoamérica (ORMA). p. 28 (sin publicar).
- Baethgen, W; Meinke, H; Gimenez, A. 2003. Adaptation of agricultural production systems to climate variability and climate change: lessons learned and proposed research approach (en línea). 10 p. Consultado 11 oct. 2011. Disponible en <http://www.climateadaptation.net/docs/papers/Baethgen%20Meinke%85z%20NOAA%202003.pdf>
- Barrantes, G; Vargas, J. 2011. La Zonificación de amenaza por inundación como herramienta para el ordenamiento territorial en el Valle del Río Sixaola. *Revista Geográfica de América Central* 46:67 - 85.
- Benavides, R; Brenes, C. 2010. Análisis hidrográfico e ictiológico de las capturas realizadas con una red de trampa fija en la laguna de Gandoca, Limón, Costa Rica. *Revista Mar. Cost* 2:9-26. Disponible en <http://132.248.9.1:8991/hevila/REVMAR/2010/vol2/1.pdf>
- Benegas, L. 2006. Propuesta metodológica para evaluar la adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente a la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.
- Benegas, L; Jiménez, F. 2007. Adaptación de los productores a la variabilidad climática, principalmente a la sequía, en cuencas hidrográficas en América Central. El caso de la subcuenca del río Aguas Calientes, Nicaragua. Turrialba, CR, CATIE - ASDI. 31 p.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2012. *InfoStat* versión 2012. Córdoba, Ar, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Escudero, J. 2004. Análisis de la realidad local. Técnicas y métodos de investigación desde la animación sociocultural. Madrid, Es, NARCEA. p. 217.
- Fajardo, D; Johnston - González, J; Neira, L; Chará, J; Murgueitio, E. 2009. Influencia de sistemas silvopastoriles en la diversidad de aves en la cuenca del río La Vieja, Colombia. *Recursos naturales y ambiente* 58:9-16.
- Geilfus, F. 2009. Diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. 80 herramientas para el desarrollo participativo. 8va, e. San José, CR, IICA. 217 p.
- González, M; Di Prieto, L; González, M; Argerich, M; Castillo, N. s.f. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático para la gestión y planificación local. 55 p.
- Ibrahim, M; Villanueva, C; Casasola, F. 2007. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica (en línea). *In.* 2007. Archivos

- Latinoamericanos de producción animal. Consultado 21 jun. 2011. Disponible en <http://www.bioline.org.br/abstract?id=la07035&lang=es>
- Jiménez, F; Velásquez, S; Faustino, J. 2004. Análisis integral de la vulnerabilidad a amenazas naturales en cuencas hidrográficas de América Central. VI Semana Científica del CATIE. Resúmenes. Turrialba, C.R.:p. 50-53.
- Magurran, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Vendrá. p. 200.
- Mahecha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. Rev Col Cienc Pec 15(2):226 - 231.
- Mendoza, M. 2008. Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 102
- Ministerio de Ambiente, EyT, MINAET; Instituto Meteorológico Nacional, IMN. 2009. Segunda comunicación nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. San José, CR 264 p.
- Montoya, F; Drews, C. 2006. Livelihoods, Community well-being, and species conservation. San José, CR, WWF. 80 p.
- Muñoz-Alonso, G. 2003. Técnicas de investigación en ciencias humanas. Madrid, Es p. 181.
- ONU-AGUA. 2010. Climate change adaptation: The pivotal role of water (en línea). UN-WATER. p. 16 p. Consultado 1 sep. 2011. Disponible en <http://www.unwater.org/documents.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. 2011. Perspectivas de la agricultura 2011. Consultado 28 sep. 2011. Disponible en <http://www.agri-outlook.org/dataoecd/13/0/48186264.pdf>
- \_\_\_\_\_. 2012. FAO Clim-Net. Climpag (el línea). Environment, Climate change and bionergy división. Consultado 20 Sept 2012. Disponible en [http://geonetwork3.fao.org/climpag/agroclimdb\\_en.php](http://geonetwork3.fao.org/climpag/agroclimdb_en.php)
- Panel Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, IPCC. 1997. Informe especial del IPCC. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. IPCC. 16 p. . Consultado 29 sep. 2011. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/region-sp.pdf>
- \_\_\_\_\_. 2007. Cambio Climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio climático. Pachauri, R.K y Reisinger, A (directores de la publicación) ed. Ginebra, Sz, IPCC. 104 p.
- Pérez, A; Bornemann, G; Campo, L; Arana, I; Sotelo, M; Ramírez, F; Castañeda, E. 2003. Biodiversidad y producción en sistemas silvopastoriles de América Central (en línea). Managua, Ni, UCA. Consultado 10 jun. 2011. Disponible en <http://www.asociacion-gaia.org/documentos/informesgaia/Silvopastoril%20ASSIES%20final.pdf>

- Prado, P. 2011. Diseño e implementación de una metodología participativa de diagnóstico de la capacidad adaptativa a la variabilidad climática en la cuenca del Cahocacán, México. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 122
- Pujadas, J; Comas, D; Roca, J. 2010. Etnografía. Barcelona, Es p. 334.
- Rojas, N. 2011. Cuenca río Sixaola. Costa Rica, MINAET, IMN, PNUD. p. 19.
- Smit, B; Skinner, M. 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 7:85-114.
- The Nature Conservancy, TNC. 2009. Climate wizard (en línea). Consultado 17 oct. 2011. Disponible en <http://www.climatewizard.org/>
- Unión Internacional para la conservación de la naturaleza, UICN. 2010. Buena gobernanza del agua para la adaptación. Documento de proyecto. . Talamanca, CR, UICN. Centro de Derecho ambiental y oficina regional para Mesoamérica. p. 5 (sin publicar).
- \_\_\_\_\_. 2011. Project: Climate Change Governance Capacity: Building regionally- and nationally- tailored ecosystem-based adaptation in Mesoamerica. Special report of pilot interventions. UICN. p. 47.

## **VI. ARTÍCULO III. PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA EVALUACIÓN Y PROMOCIÓN DE SISTEMAS DIVERSIFICADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA COMO MECANISMOS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO**

Paola Pinto Valencia<sup>26</sup>

### **6.1 RESUMEN**

La presente investigación se llevó a cabo en la cuenca del río Sixaola, en Costa Rica, con el fin de diseñar una metodología para evaluar y promover la adopción de sistemas productivos diversificados como estrategias para garantizar la seguridad alimentaria en un contexto de adaptación al cambio climático, en el marco de la gestión de cuencas hidrográficas.

El estudio contó con tres etapas de trabajo 1. Diseño; 2. Aplicación; y 3. Ajuste, las mismas que permitieron la generación de una versión final, detallada en el presente documento. En la etapa de aplicación fue posible la validación de la información de campo, que posteriormente, en la tercera etapa, fue sometida a revisión de expertos.

La metodología utilizada fue una combinación de varios métodos a través de los cuales se adaptó y desarrolló instrumentos específicos que fueron aplicados en campo. Mediante metodologías participativas, consulta a expertos y métodos de estadística descriptiva y multivariada se diseñaron indicadores que permitieron identificar las condiciones de seguridad alimentaria de las familias campesinas, así como evaluar la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria, principales medios de vida en la zona de estudio; bajo el enfoque de manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas (MGICH), los análisis fueron realizados a nivel de finca (n=44), a nivel de comunidad y a nivel de cuenca.

Las variables disponibilidad, acceso y uso de alimentos y agua permitieron determinar el estado de seguridad alimentaria de las familias. La situación de vulnerabilidad de los sistemas agropecuarios fue determinada sobre la base de los componentes dados por el IPCC: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. A nivel comunitario, el análisis se realizó en función de la capacidad adaptativa de las familias frente a eventos climáticos e hidrológicos extremos.

---

<sup>26</sup> Paola Karolina Pinto Valencia, ppinto@catie.ac.cr. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)

Los análisis realizados dan cuenta de los factores internos y externos bajo los cuales se determina el estado de seguridad alimentaria como resultado de los servicios de provisión de los sistemas productivos, considerados como estrategias de vida mediante las cuales las familias agricultoras logran satisfacer sus necesidades fundamentales básicas y responder frente a condiciones adversas; los resultados obtenidos permiten además tener una apreciación acerca de las funciones identificadas en los sistemas productivos a nivel de cuenca. Se presenta de manera complementaria a los análisis realizados, algunas consideraciones para la incorporación del enfoque para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas (MGICH).

A partir de los resultados obtenidos fue posible concluir que la implementación de estrategias de diversificación, como opción para la adaptación frente a condiciones climáticas adversas, requiere de análisis integrales que consideren las diferentes dimensiones del desarrollo humano sostenible. Si bien los sistemas diversificados generan beneficios importantes a nivel de finca, el mantenimiento de sus funciones en la prestación de servicios de provisión requiere el desarrollo de acciones a nivel comunitario, el desarrollo de un proceso de escalamiento y la articulación de acciones entre los diferentes actores a nivel de un territorio (cuenca alta, media y baja). El enfoque para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas considera estas dimensiones, y posibilita el desarrollo de propuestas integrales.

**Palabras clave:** sistemas de producción agropecuaria, agrobiodiversidad, seguridad alimentaria, medios y estrategias de vida, vulnerabilidad, capacidad adaptativa, enfoque de cuencas hidrográficas.

## **6.2 ABSTRACT. PROPOSED METHODOLOGY FOR EVALUATION AND PROMOTION OF DIVERSIFIED FARMING SYSTEMS AS MECHANISMS OF ADAPTATION**

This research was conducted in Sixaola River Basin, in Costa Rica, in order to design a methodology to evaluate and promote the adoption of diversified production systems and strategies to ensure food security in the context of climate change adaptation as part of watershed management.

The study involved three phases of work 1. Design 2. Application, and 3. Adjustment, which allowed them to generate a final, detailed herein. In the implementation phase was possible to validate field data, subsequently, in the third stage, was subjected to peer review. The methodology used was a combination of several methods by which he adapted and developed specific tools that were applied in the field. Using participatory methodologies, consulting experts and descriptive methods and multivariate statistical indicators were designed and used to identify food security conditions of rural families and to assess the vulnerability of farming systems, livelihood main area study, under the management approach and integrated watershed management (MGICH), the units of analysis were family farms (n = 44).

Variables availability, access and use of food and water allowed to determine the status of household food security. The vulnerability of farming systems was determined on the basis of the components given by the IPCC: exposure, sensitivity and adaptive capacity. At EU level, the analysis was based on the adaptive capacity of families facing extreme climatic and hydrological events.

Analyses realize internal and external factors under which the state determines food security as a result of the provision of services production systems, livelihoods considered whereby farming families unable to meet basic fundamental and respond to adverse conditions, the results obtained are also having an appreciation about the functions identified in production systems at the watershed level.

It comes as a complement to the analyzes performed, some considerations for the incorporation of the approach to the management and watershed management (MGICH), reaching the conclusion that the implementation of diversification strategies, as an option for adaptation to adverse weather conditions, requires comprehensive analyzes that consider the different dimensions of sustainable human development.

While diversified systems generate significant benefits at the farm level, maintaining their roles in the provision of services requires the development of actions at Community level, the development of an escalation process and interface among the different actors level of a territory (upper, middle and lower). The approach to the management and watershed management considers these dimensions, and enables the development of comprehensive proposals.

**Key words:** Farming systems, agro-biodiversity, food security and livelihood means, vulnerability, adaptive capacity, watershed approach

### 6.3 INTRODUCCIÓN

Los sistemas diversificados de producción agropecuaria, como lo son los SAF (sistemas agroforestales) y los SSP (sistemas silvopastoriles), entre otros, son considerados como una de las principales herramientas para la conservación (Beer *et al.* 2003). Según Pomareda (2008), las fincas con diversos diseños (cercas vivas, pasturas con alta densidad de árboles, bosques ribereños y secundarios) facilitan el mantenimiento de la biodiversidad, sin que la producción (en términos de rendimiento agrícola) sea afectada negativamente.

Respecto a su implementación, Altieri y Nicholls (2009a) indican que existen métodos tecnológicos que enfatizan la investigación participativa, la cual es clave al momento de desarrollar estrategias que apunten a aumentar las opciones con las que las familias rurales pueden disponer al momento de tomar decisiones respecto a la implementación de prácticas que posibiliten la diversificación, sinergia y reciclaje en su finca.

Algunos de estos procesos hacen énfasis en la capacidad de las comunidades locales para innovar, evaluar y adaptarse a una dinámica cambiante, para lo cual es importante considerar los conocimientos y habilidades locales como elemento central, sobre todo en procesos de investigación que apunten a desarrollar tecnologías agrícolas sostenibles (Richards 1995; Toledo 2000, citados por Altieri y Nicholls 2009).

Desde el enfoque de la adaptación, como lo indica Mendoza (2008), se pueden incorporar elementos de análisis de los atributos de los sistemas agrícolas sensibles al cambio climático, mediante el uso de procedimientos para conocer las implicaciones del cambio y la vulnerabilidad de los atributos correspondientes a determinados sistemas agrícolas; para ello es preciso identificar los diferentes niveles de sensibilidad y las probabilidades de respuesta a diferentes escalas (nacional, regional, local, finca), que en el ámbito local pueden variar según las circunstancias propias de cada sitio.

La adaptación en la agricultura debe considerar una variedad de escalas espaciales entre las cuales se encuentra la finca (como unidad territorial de análisis), que implica un mayor conocimiento sobre los procesos de toma de decisiones por parte de los productores, así como de la variedad de oportunidades que allí puedan presentarse; en la práctica, no obstante estos procesos han recibido poca atención, evidenciándose en una serie de estudios que no han ido más allá de la estimación de respuestas de rendimiento en la producción agrícola o cuantificación de daños económicos debido a pérdidas (Smit y Skinner 2002).

No obstante, en los últimos años se ha empezado a reconocer la importancia de la opinión de los agricultores en el proceso de adaptación a nivel de finca en condiciones de variación o cambio climático, incluyendo en los análisis anteriormente basados en variables biofísicas, elementos de tipo político, cultural, socio económico que influyen en la toma de decisiones de los productores (Smit y Skinner 2002).

Como resultado de estos estudios se ha evidenciado que las respuestas a los estímulos climáticos y no climáticos responden a una dinámica de producción y que las decisiones que provocan cambios en los sistemas agrícolas a diferentes niveles son el resultado de muchas decisiones individuales influenciadas por los efectos conjuntos de desempeño económico, ambiental, fuerzas políticas, entre otros (Chiotti et al. 1997, Smithers y Smit 1997, citados por Smit y Skinner 2002).

Para el efecto, es preciso considerar los procedimientos basados en la construcción colectiva del conocimiento, aún cuando en la práctica, estos procesos requieran de periodos mayores de tiempo para lograr el desarrollo de procesos de empoderamiento y su real aplicación.

Sin embargo, es necesario considerar que un primer paso para la generación de una metodología es precisamente el análisis de información de base para encontrar elementos en común y establecer las relaciones mediante las cuales se pueda incorporar los enfoques orientadores de una manera integral, pero a la vez sencilla. Solo así será posible contar con un proceso que permita la adopción de prácticas de adaptación como la diversificación de la producción desde la perspectiva de la participación y la generación de conocimiento basado en los procesos cotidianos locales.

Con estos antecedentes, la presente investigación tuvo como fin el diseño y validación de una guía metodológica integral para la evaluación del estado de los sistemas de producción agropecuarios y la adopción de sistemas diversificados, como mecanismos de adaptación al cambio climático en el marco de la gestión de cuencas hidrográficas.

El marco conceptual sobre el cual se realizó este trabajo, está dado por los principios establecidos en el manejo y gestión de cuencas hidrográficas (MGICH), la adaptación al cambio climático y el desarrollo humano sostenible. Estos enfoques de manera independiente apuntan a resolver problemas y desafíos específicos; sin embargo, los procedimientos llevados a cabo permitieron generar información tendiente a aportar elementos para el establecimiento de acciones concretas que puedan ser implementadas en la práctica mediante un proceso integral; para el efecto se identificó como factor común la seguridad alimentaria, a partir de la cual fue posible determinar estrategias de adaptación bajo los enfoques considerados (Figura 27).



*Figura 27. Marco conceptual base para la generación de la propuesta metodológica*

Cabe señalar que si bien es cierto se consideró el desarrollo y aplicación de herramientas metodológicas, no son éstas por sí solas, el fin mismo de la presente investigación; por el contrario, se reconoce que estos instrumentos son únicamente el medio con el cual fue posible comprender los procesos llevados a cabo en el campo para generar mecanismos de intervención, y establecer lineamientos que permitan la incorporación de los enfoques conceptuales establecidos alrededor de la seguridad alimentaria (MGICH, ACC y DHS).

Se espera, por lo tanto, que a futuro sea posible realizar la aplicación de la metodología en periodos de ejecución de proyectos o planes de manejo a nivel de cuencas, rescatando sobre todo los procesos llevados a cabo en esta investigación.

#### **6.4 METODOLOGÍA**

El estudio se llevó a cabo en la cuenca binacional del río Sixaola, en la frontera entre Costa Rica y Panamá, específicamente en la subcuenca Sixaola Medio (Figura 28), que se encuentra ubicada en la cuenca media baja en las coordenadas 9°34'17"N y 82°42'43"O., y cuya zona de vida de acuerdo a la clasificación de Holdridge, corresponde a bosque húmedo Tropical (bh-T) (Rojas 2011; UICN 2011).



**Figura 28. Cuenca del río Sixaola (izquierda) y ubicación de las comunidades Paraíso y Catarina en la subcuenca Sixaola Medio (derecha)**  
 Fuente: UICN (2011)

La información de campo fue recolectada entre febrero y junio de 2012 en las comunidades Paraíso y Catarina ubicadas en la subcuenca “Sixaola Medio” en el lado costarricense<sup>27</sup>; la población total estimada en la zona es de 300 familias (N=300).

De acuerdo al enfoque de manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas (MGICH) los análisis fueron realizados a nivel de las fincas familiares (n=44), a nivel de comunidad y a nivel de cuenca, tomando como factores de estudio la seguridad alimentaria de las familias, los tipos de sistemas productivos, y el nivel de vulnerabilidad de los sistemas como principales medios de vida productivos frente a eventos climáticos e hidrológicos.

Para la toma de datos se aplicaron entrevistas semiestructuradas (Geilfus 2009) a 44 familias agricultoras (n=44), se realizaron seis grupos focales con la participación de representantes de las dos comunidades y un taller de validación de los datos obtenidos en campo (Aigner 2010).

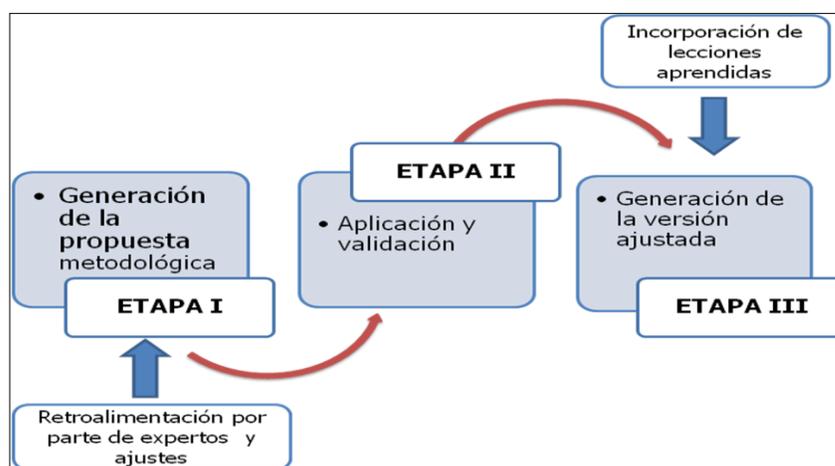
Para triangular la información obtenida se utilizaron técnicas etnográficas como la observación participante y se aplicaron entrevistas semiestructuradas a informantes clave: pobladores de las dos comunidades, dirigentes, productores de fincas diversificadas, personal de instituciones locales y personal técnico de proyectos en ejecución en la zona (Pujadas *et al.* 2010).

<sup>27</sup> La cuenca del río Sixaola cuenta con un área de drenaje de 2414.92 Km<sup>2</sup>, y se encuentra ubicada en la Vertiente Caribe de Costa Rica, y cuyo cauce principal sirve de frontera entre Costa Rica y Panamá (Rojas 2011).

Para todos los análisis estadísticos (métodos de estadística descriptiva y análisis estadísticos multivariados) se utilizó el "Software Estadístico InfoStat" (Di Rienzo *et al.* 2012). La valoración y construcción de indicadores se realizó mediante consulta a expertos (Escudero 2004) y consulta bibliográfica (Muñoz-Alonso 2003).

#### 6.4.1 Procedimientos metodológicos de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se llevaron a cabo tres etapas de trabajo que permitieron la generación de una versión ajustada de la propuesta metodológica encaminada a promover la adopción de sistemas diversificados de producción agropecuaria, como se muestra en la Figura 29.



*Figura 29. Etapas del proceso metodológico propuesto*

En cada etapa se realizó la aplicación de varios instrumentos metodológicos, que dieron como resultado productos específicos. El Cuadro 22, muestra las etapas consideradas y los productos específicos en función de los objetivos de la investigación.

**Cuadro 22. Etapas de la propuesta metodológica y productos esperados**

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ETAPA I	ACCIÓN ESPECÍFICA	PRODUCTO 1. Instrumentos y procesos metodológicos	PRODUCTOS
Diseñar una metodología para la adopción de sistemas productivos diversificados como estrategias para garantizar la seguridad alimentaria en un contexto de adaptación al cambio climático		Diseño de la metodología de adopción de prácticas de diversificación		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Caracterización y tipificación de los sistemas de producción agropecuaria, principales medios de vida productivos en la zona de estudio</li> <li>2. Determinación de índice de seguridad alimentaria en función de acceso, disponibilidad y uso de alimentos y agua segura a nivel de finca</li> <li>3. Determinación del nivel de vulnerabilidad en función de la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de los sistemas productivos</li> <li>4. Identificación de aspectos clave relacionados con los medios de vida que se deben fortalecer para promover la diversificación de los sistemas productivos</li> </ol>
Aplicar y validar la metodología en comunidades indígenas y campesinas de la cuenca del río Sixaola, Costa Rica	ETAPA II	Ejecución de la metodología en campo en comunidades indígenas y campesinas	PRODUCTO 2. Metodología aplicada	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación de factores limitantes y potencialidades para la aplicación de la propuesta metodológica diseñada (lecciones aprendidas)</li> </ol>
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ETAPA III	ACCIÓN ESPECÍFICA	PRODUCTO 3. Metodología ajustada	PRODUCTOS
Generar la versión ajustada y validada de la metodología a partir de las lecciones aprendidas en la validación.		Análisis de resultados y elaboración de la versión final de la metodología		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procesamiento y análisis de resultados obtenidos en campo</li> <li>2. Incorporación de lecciones aprendidas</li> <li>3. Elaboración de la versión final de la propuesta metodológica</li> </ol>

## 6.5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 6.5.1 Etapas del proceso metodológico propuesto

A continuación se detallan cada una de las etapas que se llevaron a cabo en función del proceso metodológico propuesto, y la descripción general de las herramientas diseñadas; cabe resaltar que las herramientas específicas aplicadas en campo (etapa 2) son parte de la propuesta diseñada en la etapa 1, y responden a los mismos planteamientos que fundamentan el marco conceptual de la investigación.

#### ETAPA 1 DISEÑO DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA (A)

##### A1. Caracterización de las estrategias y medios de vida locales

Para la caracterización de las estrategias y medios de vida locales se trabajó sobre la base de las metodologías diseñadas por Imbach *et al.* (2009), IFRC (2008) y Koppen *et al.* (2010). Este proceso permitió identificar las principales características de los sistemas de producción agropecuaria, mediante lo cual fue posible su tipificación. El Cuadro 23 muestra los métodos utilizados para la toma de datos.

La identificación de los medios de vida productivos permitió conocer las diferentes opciones que las familias llevan a cabo, combinando estas actividades o realizándolas por separado, siendo estas las principales estrategias de vida con las cuales buscan satisfacer algunas de las necesidades fundamentales básicas, particularmente la de alimentación. En el presente estudio, se incluyó los quehaceres domésticos (medios de vida reproductivos), debido a la relación existente entre esta actividad y la provisión de alimentos y toma de decisiones respecto a la dieta familiar.

De acuerdo a Imbach *et al.* (2009), la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales (básicas, de la persona, de entorno y de acción), solo es posible a través del establecimiento de las estrategias desarrolladas por las familias a partir de los diferentes medios de vida productivos y reproductivos, y de cómo estos les permitan alcanzar este fin.

**Cuadro 23. Métodos específicos para la toma de datos para caracterización de las estrategias y medios de vida**

Método	Herramienta	Código	Información colectada
<b>PRODUCTO:</b> Caracterización y tipificación de los sistemas de producción agropecuaria, principales medios de vida productivos en la zona de estudio			
Entrevistas semiestructuradas a las familias	Formato adaptado de: Imbach 2012; IFRC 2008; Koppen <i>et al.</i> 2010	<b>A11</b>	Estrategias y medios de vida locales en el marco de los capitales de la comunidad
			Nivel de seguridad alimentaria de las familias en función de acceso, disponibilidad y uso de los alimentos
			Usos múltiples de agua
Grupos focales	Formato adaptado de: Imbach 2012; IFRC 2008; Koppen <i>et al.</i> 2010	<b>A12</b>	Capital político
			Capital cultural
			Capital físico
			Capital productivo /financiero
	Formato adaptado de IFRC 2008	<b>A13</b>	Medios de vida productivos
Entrevistas semiestructuradas a informantes clave	Formato adaptado de Imbach 2012	<b>A14</b>	Estrategias y medios de vida
	Formato adaptado de IFRC 2008	<b>A15</b>	Perfil demográfico (características de la comunidad)
	Formato adaptado de: Imbach 2012	<b>A16</b>	Capital social y humano Situación actual
Observación de campo. Recorrido parcelas familiares	Elaboración propia incluye diseños prediales	<b>A17</b>	Estado de diversificación de las fincas familiares

## A2. Evaluación del estado de seguridad alimentaria de las familias con relación al tipo de sistemas de producción agropecuaria identificados

La evaluación de la seguridad alimentaria fue realizada sobre la base del procedimiento establecido por IFRC (2008) que hace énfasis en las formas en que las personas logran mantener un entorno alimentario seguro por sus propios medios en un contexto estable; se incluyó en el análisis las escalas de agua de uso múltiple (Koppen *et al.* 2010), debido a la relación existente entre seguridad alimentaria y el agua como elemento integrador en la cuenca y componente fundamental para la producción agrícola.

La información de las entrevistas familiares permitió, también, la identificación de los componentes de la seguridad alimentaria dados por IFRC (2008): disponibilidad, acceso y uso de alimentos y agua, a nivel de finca, y a partir de lo cual fue posible la determinación del índice de seguridad alimentaria (ISA). Los métodos específicos utilizados para la toma de datos se encuentran detallados en el Cuadro 24.

**Cuadro 24. Métodos específicos para la toma de datos para la evaluación del estado de seguridad alimentaria**

Método	Herramienta	Código	Información colectada
<b>PRODUCTO:</b> Determinación de índice de seguridad alimentaria en función de acceso, disponibilidad y uso de alimentos y agua segura a nivel de finca			
Observación participativa	Elaboración propia	<b>A21</b>	Menú diario centros educativos
			Menú diario familias
			Oferta de alimentos, pulpería
Encuestas	Elaboración propia	<b>A22</b>	Consumo de alimentos en base a menú diario (kg/día)
Entrevistas semiestructuradas a informantes clave	Formato adaptado de: Imbach 2012; IFRC 2008; Koppen <i>et al.</i> 2010	<b>A23</b>	Estado nutricional en Centros educativos comunitarios
Taller de validación de información	Elaboración propia (preguntas clave), retroalimentación	<b>A24</b>	Seguridad alimentaria en relación a los sistemas de producción familiares

### **A3. Análisis de la vulnerabilidad de los sistemas productivos en función de los componentes establecidos por el IPCC (exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa)**

El análisis del nivel de vulnerabilidad fue realizado a nivel local y a nivel de finca, debido a la necesidad de conocer la medida en la que los eventos climáticos afectan a la cuenca como unidad funcional y con el fin de identificar los factores que alteran las condiciones normales de seguridad alimentaria de las familias. Para el efecto, se trabajó sobre la base de los elementos de análisis considerados por el IPCC (1997): exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

Los métodos específicos utilizados para la toma de datos se encuentran detallados en el Cuadro 25.

**Cuadro 25. Métodos específicos para la toma de datos para el análisis de vulnerabilidad de los sistemas productivos**

<b>Método</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Código</b>	<b>Información colectada</b>
<b>PRODUCTO:</b> Análisis del nivel de vulnerabilidad a nivel local y a nivel de finca			
Taller, consulta a expertos, revisión bibliográfica	Formato elaborado con base a metodología de mapas parlantes (Geilfus 2009)	<b>A31</b>	Análisis del impacto esperado (exposición): identificación de amenazas a nivel local y a nivel de finca
	Elaboración propia para validación de información colectada en entrevistas familiares (A1)	<b>A32</b>	Análisis del impacto provocado (sensibilidad) a nivel local y a nivel de finca
	Formato adaptado de Prado 2011	<b>A33</b>	Identificación de la capacidad adaptativa local
	Elaboración propia (mapas parlantes)	<b>A34</b>	Identificación de los principales elementos de adaptación de los sistemas productivos

A nivel comunitario, la determinación del nivel de impacto esperado debido al cambio y variabilidad climática (exposición), así como del impacto provocado debido al cambio en los sistemas productivos (sensibilidad) fueron analizados a partir de información bibliográfica, a manera de línea base. A nivel de finca, tanto el análisis de exposición, como el análisis de sensibilidad fueron realizados a partir de indicadores determinados en referencia a los procesos de inundación ocurridos en la zona de estudio.

La identificación de los niveles de exposición y sensibilidad a estas dos escalas cobra importancia en la medida en la que provee de elementos para generar propuestas a nivel local, lo que según Smit y Skinner (2002) se debe a que el sector agropecuario se encuentra entre los sectores más vulnerables a los riesgos e impactos del cambio climático global.

La identificación de la capacidad adaptativa a nivel comunitario se realizó sobre la base de la metodología propuesta por Prado (2011), adaptando los instrumentos de aplicación. Se construyeron, para el efecto, indicadores y escalas de valoración. A nivel de finca, el análisis se realizó a partir de los elementos de adaptación identificados en los sistemas productivos.

#### **A4. Identificación de estrategias de adopción de las tecnologías de diversificación de la producción agropecuaria**

La identificación de estrategias de adopción de tecnologías de diversificación se realizó mediante metodologías participativas, a partir de instrumentos específicos desarrollados para el efecto. Los métodos específicos utilizados para la toma de datos se encuentran detallados en el Cuadro 26.

**Cuadro 26. Métodos específicos para la toma de datos para el análisis de vulnerabilidad de los sistemas productivos**

Método	Herramienta	Código	Información colectada
<b>PRODUCTO:</b> Alternativas para diversificar en función de índices. Conocer cuál opción se debe fortalecer para promover la diversificación de los sistemas productivos			
Observación participante, métodos etnográficos, entrevistas semiestructuradas a informantes clave, reuniones con equipo técnico, revisión bibliográfica	Formato adaptado de Imbach 2012, IFRC 2008	<b>A41</b>	Dificultades, factores limitantes, factores que potencializan y recomendaciones para la promoción de sistemas diversificados de producción agropecuaria
	Elaboración propia	<b>A42</b>	1) Alternativas para el fortalecimiento de las estrategias de vida que permiten SA (ajuste o reemplazo bajo condiciones adversas) 2) Estrategias para promover la adopción de sistemas diversificados

## **A5. Generación de la propuesta metodológica**

El diseño de la propuesta metodológica para la adopción de sistemas diversificados de producción agropecuaria, así como la elaboración de herramientas e instrumentos para su aplicación, se realizó de manera paralela a la ejecución de actividades programadas para la recolección de datos en el campo. Este proceso posibilitó, por un lado, tener un mejor nivel de comprensión acerca del contexto donde se aplicó la metodología para su validación, y por otro, permitió contar con elementos suficientes para realizar los ajustes necesarios luego de su puesta en práctica.

### **6.5.2 Aspectos considerados para la realización de análisis y determinación de índices**

Para la determinación de la relación existente entre los tipos de sistemas agropecuarios y la seguridad alimentaria de las familias, se realizó un análisis de varianza que tomó en cuenta la tipificación de los sistemas agropecuarios y el índice de seguridad alimentaria (ISA).

Para la determinación de la relación existente entre los tipos de sistemas de producción agropecuaria y su nivel de vulnerabilidad, se realizó un análisis de varianza que tomó en cuenta la tipificación de los sistemas y los valores obtenidos a nivel de finca para exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa.

A continuación se presentan las variables e indicadores utilizados para la realización de análisis y determinación de índices.

#### **6.5.2.1 Variables e indicadores utilizados para la caracterización y tipificación de sistemas de producción agropecuaria**

Las variables e indicadores que posibilitaron la tipificación de los sistemas de producción agropecuaria se muestran en el Cuadro 27. La tipificación se realizó mediante el método estadístico “Análisis de conglomerados”.

**Cuadro 27. Variables e indicadores para la caracterización y tipificación de los sistemas de producción agropecuaria**

Variable	Indicador	Criterio de clasificación	Escala de valoración
Agrobiodiversidad	Número de especies presentes en finca (riqueza)	Granos básicos	1 por cada especie
		Raíces y tubérculos	
		Hortalizas	
		Frutales	
		Forestales	
Area productiva total	Tamaño total del área productiva (excluye área de pastoreo y bosquetes)	Sumatoria del espacio productivo	metros cuadrados
Estrategia productiva*	Número de espacios identificados para la producción familiar	1 espacio junto a vivienda	1
		1 espacio junto a vivienda más 1 espacio en terreno adicional	1
Tenencia del área productiva*	Número de formas de tenencia del área productiva (adicional al espacio junto a vivienda)	Propio	1
		Prestado	1

\*Se crearon variables auxiliares (binarias) para las variables categóricas

### 6.5.2.2 Variables e indicadores para la determinación del índice de seguridad alimentaria (ISA)

La determinación del índice de seguridad alimentaria (ISA) se realizó a partir de la sumatoria de los índices estandarizados para cada una de las variables identificadas, las cuales se muestran en el Cuadro 28.

**Cuadro 28. Variables e indicadores para la determinación del índice de seguridad alimentaria (ISA)**

Variable	Indicador	Criterio de clasificación	Escala de valoración
Disponibilidad de alimentos	Tipos de procedencia de alimentos de la dieta familiar	Produce	3
		Compra	1
		Produce, compra	2
	Número de fuentes de origen del agua de uso doméstico	Manantial	3
		Pozo	2
		Red pública	1
	Número de formas de almacenamiento de agua	Tanque elevado	3
		Balde, caneca	2
		No almacena	1
Acceso a alimentos	Número de medios de vida que permiten el acceso a alimentos y agua	Agricultura	1 por cada medio de vida
		Jornal	
		Pro. Plátano; agricultura	
		Quehaceres domésticos	
		Servicios y comercio	
Uso de alimentos	Balance de nutrientes (energía y proteínas)	Requerimientos según sexo y edad	Kg/ día
		Aporte determinado a partir de consumo	Kg/día

### 6.5.2.3 Variables e indicadores para la determinación del nivel de vulnerabilidad de los sistemas productivos (NV)

El análisis de vulnerabilidad de los sistemas productivos se realizó a partir de la sumatoria de los índices estandarizados de los componentes dados el IPCC (1997): exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, que considera la siguiente ecuación:

$$\text{Vulnerabilidad} = E + S - CA$$

Donde, *E*= exposición; *S*=sensibilidad; *CA*=capacidad adaptativa

Las variables e indicadores que posibilitaron el análisis del nivel de vulnerabilidad se muestran en el Cuadro 29.

**Cuadro 29. Variables para el análisis del nivel de vulnerabilidad de los sistemas productivos**

Variable	Indicador	Criterio de clasificación	Escala de valoración
Exposición	Nivel de riesgo asociado al nivel de riesgo de intensidad de la inundación	De 500 m a 1000 m del cauce	3
		De 300 a 500 m del cauce	2
		Orilla (hasta 300 m del cauce)	1
	Cercanía al cauce principal del río	Distancia finca a punto más cercano al río	metros
Sensibilidad	Nivel de afectación	----	Cociente de afectación <sup>28</sup>
	Grado de preparación frente a inundaciones	Sí	3
		Parcialmente	2
		No	1
Cercanía al cauce principal del río	Distancia finca a punto más cercano al río	metros	
Capacidad adaptativa	Número de elementos de adaptación <sup>29</sup>	----	1 por cada elemento

A nivel de finca, las variables identificadas para el análisis de exposición y sensibilidad fueron establecidas en relación a los eventos hidrológicos (inundaciones del río Sixaola), debido a que son los eventos extremos frente a los cuales los sistemas productivos se encuentran expuestos directamente y además son los eventos que han causado mayor impacto sobre los medios de vida de las familias. En ambos casos, se realizaron análisis de correlación para conocer el nivel de asociación entre las variables identificadas. Para el análisis de capacidad adaptativa se utilizaron métodos de estadística descriptiva.

<sup>28</sup> La determinación del nivel de afectación debido a inundaciones se obtuvo mediante el cociente entre la sumatoria de los valores asignados por cada familia (en una escala del 1 al 3, siendo 3 el valor más alto) y el conteo de los aspectos en los cuales se ven afectados.

<sup>29</sup> Los elementos de adaptación identificados en la zona de estudio son: 1. Producción de alimentos; 2. Ahorro para emergencias; 3. Espacios altos en la vivienda; 4. Experiencia; 5. Diversificación de ingresos; 6. Almacenamiento de agua; 7. Espacios seguros distintos a la finca; 8. Almacenamiento de semillas y cosecha; y 9. Espacio para resguardo de animales.

A nivel comunitario, el análisis de exposición y sensibilidad se trabajó en base a información existente (registros y fuentes secundarias) sobre precipitación y temperatura, a modo de una línea base. La estimación del rango de cambios se trabajó mediante el uso de datos proporcionados por los distintos modelos incluidos en “*Climate wizard*” TNC (2009) y consulta bibliográfica. La determinación de la capacidad adaptativa se realizó en función a las “etapas del ciclo de adaptación” para lo cual se establecieron indicadores y escalas de valoración, las cuales se muestran en el Cuadro 30.

**Cuadro 30. Indicadores construidos para el análisis de la capacidad adaptativa local**

Etapa del ciclo de adaptación	Capital (recurso) relacionado	Indicador	Criterios de valoración	Escala de valoración
1. Identificación del nivel de percepción de las variables climáticas e hidrológicas	Capital natural y físico (construido)	1.1 Nivel de percepción de los eventos climáticos e hidrológicos (escala)	La comunidad percibe fácilmente estas situaciones	3
			Se percibe pero no se cree posible actuar	2
			No saben qué hacer	1
		1.2 Nivel de percepción del impacto ocasionado sobre los capitales natural y físico debido a eventos climáticos o hidrológicos	Recursos naturales y físicos afectados (cultivos principales, suelo, infraestructura comunitaria, agua, vivienda)	Afecta: 1
				Afecta parcialmente: 2
No afecta: 3				
2. Identificación del nivel de reacción frente a eventos percibidos	Capital cultural (creencias, tradiciones)	2.1 Nivel de reacción de las familias frente a los eventos climáticos e hidrológicos percibidos	Alta (ex ante)	3
			Media (ex post)	2
			Baja (pasividad)	1
		2.2 Número de recursos (capitales) con los que se cuenta para responder frente a eventos climáticos e hidrológicos	Recursos (capitales) de la comunidad	1 por cada recurso

<b>Etapa del ciclo de adaptación</b>	<b>Capital (recurso) relacionado</b>	<b>Indicador</b>	<b>Criterios de valoración</b>	<b>Escala de valoración</b>
2. Identificación del nivel de reacción frente a eventos percibidos	Capital humano (actitud, conocimiento, experiencia, liderazgo)	2.3 Número de recursos (capitales) requeridos, identificados en la comunidad, para desarrollar acciones preventivas y de respuesta frente eventos climáticos e hidrológicos	Recursos (capitales) de la comunidad	1 por cada recurso
3. Identificación del nivel de decisión para la implementación de medidas	Capital Social (organización, redes)	3.1 Nivel de organización comunitaria frente a eventos climáticos	La comunidad cuenta con organizaciones para gestión de riesgos	3
			La comunidad se organiza frente a emergencia	2
			La comunidad espera ayuda externa luego de emergencia en su conformación	1
3. Identificación del nivel de decisión para la implementación de medidas	Capital Social (organización, redes)	3.2 Nivel de participación en organizaciones comunitarias, frente a eventos climáticos	La comunidad participar en organizaciones para gestión de riesgos	3
			La comunidad participa en organizaciones formadas frente a emergencia	2
			La comunidad recibe ayuda de organizaciones existentes, pero no participa	1

Etapa del ciclo de adaptación	Capital (recurso) relacionado	Indicador	Criterios de valoración	Escala de valoración
4. Identificación del nivel de implementación de la decisión	Capital financiero (diversidad de ingresos, crédito, ahorros)	4.1 Número de acciones implementadas (planificadas o reactivas) frente a eventos climáticos e hidrológicos	Acción planificada (estrategia)	1
			Acción reactiva (táctica)	1
	Capital político (incidencia, gestión, incentivos, investigación)	4.2 Nivel de participación de actores locales que promueven acciones llevadas a cabo	Decisiones autónomas	1
			Decisiones promovidas	1
		4.3 Nivel de permanencia de acciones llevadas a cabo	Últimos dos años	1
			Entre 3 a 10 años	2
Más de 10 años	3			

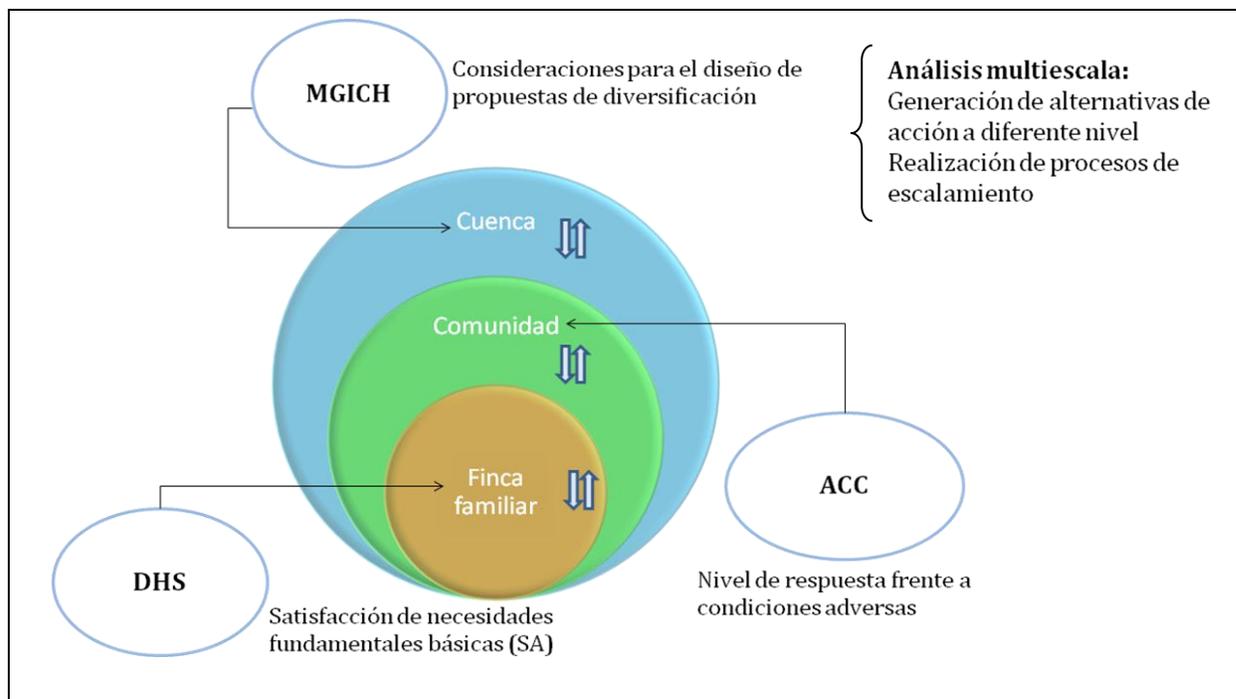
#### 6.5.2.4 Estrategias para la promoción de prácticas para la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria

Como resultado del análisis de los índices obtenidos y apoyados en las técnicas etnográficas aplicadas, la propuesta para la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria considera los factores que limitan y posibilitan este proceso.<sup>30</sup>

Los factores limitantes identificados son: políticas de gobierno, procesos productivos intensivos, cambio generacional y dependencia de la generación de ingresos para la satisfacción de necesidades fundamentales básicas. Los factores que posibilitan la diversificación de los sistemas productivos se encuentran relacionados con el fortalecimiento de los capitales locales, debido a que éstos constituyen los principales recursos con los que las familias cuentan y a través de los cuales desarrollan sus medios y estrategias de vida, además de que son determinantes en la toma de decisiones respecto al manejo de sus fincas.

<sup>30</sup> Los factores que posibilitan y limitan la diversificación de los sistemas productivos se encuentran detallados en el primer capítulo del presente estudio (Cuadro 14 y Cuadro 15).

Como planteamiento general para el desarrollo de estrategias para promover la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria, se propone que estos procesos puedan ser llevados a cabo a través de los distintos proyectos que son ejecutados en la zona por instituciones públicas y privadas en coordinación con las organizaciones de base locales<sup>31</sup>. Se plantea además, que la generación de alternativas de diversificación se realice sobre la base de análisis realizados a diferentes escalas (análisis multiescala) y de una manera integral, de acuerdo al planteamiento del MGICH. La Figura 30 muestra los análisis propuestos en relación a los enfoques considerados para cada uno de los niveles de análisis.



**Figura 30. Propuesta para la incorporación de enfoques conceptuales en la generación de alternativas y promoción de la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria a diferentes escalas: finca familiar, comunidad y cuenca hidrográfica**

## ETAPA 2 APLICACIÓN Y VALIDACIÓN DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA (B)

Para la aplicación de la propuesta metodológica en campo se utilizaron las herramientas diseñadas en la etapa 1, las cuales fueron adaptadas para los fines previstos a partir de revisión bibliográfica y consulta a expertos. Esta etapa es la base sobre la cual fue posible el establecimiento de las relaciones existentes entre variables para la determinación de índices y la generación de la propuesta final.

<sup>31</sup> La propuesta para el diseño y ejecución de los proyectos, se encuentra detallada en el primer capítulo del presente estudio (Cuadro 16), la cual considera algunos aspectos a tomar en cuenta, planteados a partir del trabajo realizado en campo.

La aplicación de la metodología se realizó con la participación de las familias campesinas de las comunidades Paraíso y Catarina con quienes se realizaron procesos de retroalimentación que permitieron realizar ajustes en base a las observaciones realizadas.

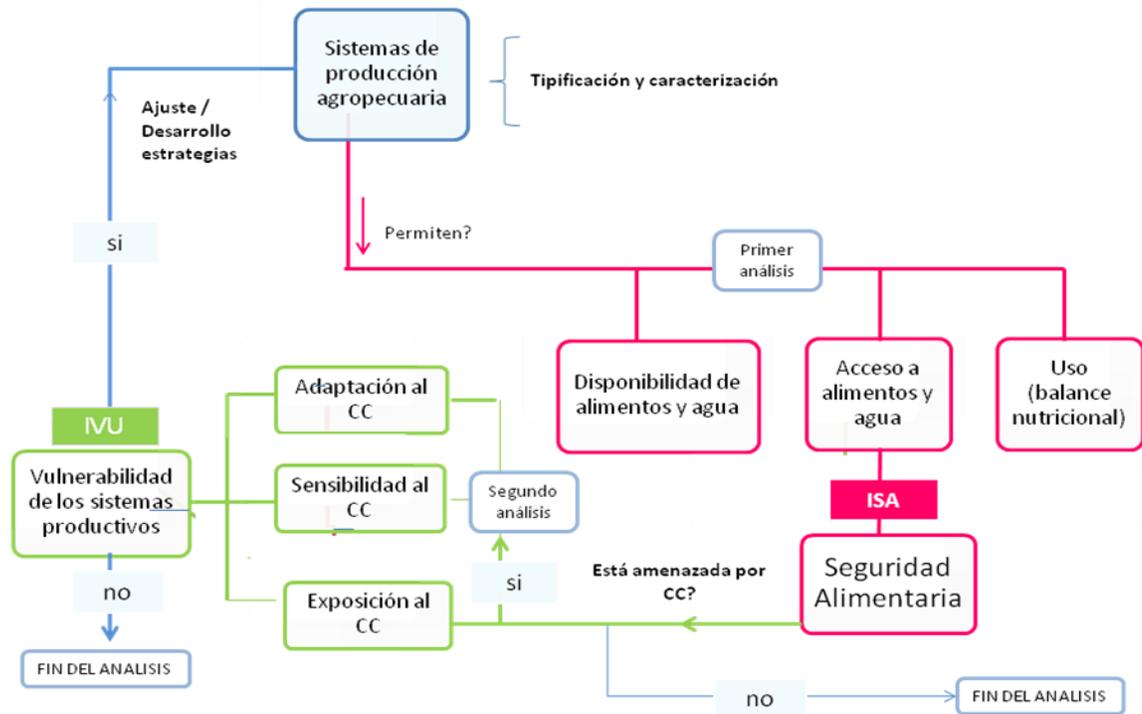
Una vez procesada la información obtenida en campo, los resultados fueron sometidos a consulta a expertos en el tema. A efectos de este trabajo, dicha consulta y los procesos de retroalimentación realizados en campo, son considerados como validación de la metodología, en el sentido de evaluación de la utilidad, relevancia y ajuste a las condiciones reales de la zona de estudio. Los factores que facilitan y limitan la aplicación de la metodología en campo, se muestran como lecciones aprendidas en el capítulo de conclusiones.

### **ETAPA 3**

#### **GENERACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DE LA PROPUESTA METODOLÓGICA**

Como parte del planteamiento general señalado en la primera etapa (Figura 30) que contempla la realización de procesos de análisis multiescala para la generación de alternativas de diversificación, en esta sección se muestran los procesos metodológicos propuestos para cada escala. La Figura 31 muestra el proceso metodológico propuesto para el análisis a nivel de finca.

Se puede observar en el esquema (Figura 31) los elementos de análisis considerados para el análisis a nivel de finca, los cuales se encuentran organizados de manera jerárquica en función de la seguridad alimentaria y el nivel de vulnerabilidad de los sistemas productivos; a partir de estos dos factores fue posible la determinación de criterios (variables) y la construcción de indicadores y escalas de valoración utilizados para cada uno de ellos.



**Figura 31. Proceso metodológico propuesto para la evaluación y promoción de sistemas diversificados de producción agropecuaria en un contexto de seguridad alimentaria, vulnerabilidad al cambio climático y capacidades adaptativas locales. Análisis realizado a nivel de finca**

El Cuadro 31 muestra los principales resultados obtenidos a partir de la aplicación de la metodología propuesta a nivel de finca para cada uno de los indicadores propuestos en la investigación.

**Cuadro 31. Principales resultados obtenidos a partir de la aplicación de la propuesta metodológica a nivel de finca**

Producto obtenido	Variables	Indicadores	Resultados			
			Tipos de sistemas productivos			
			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	
Caracterización y tipificación de los sistemas de producción agropecuaria, principales medios de vida productivos en la zona de estudio	Agrobiodiversidad (valores medios índices)	Especies hortalizas	0.00	0.00	0.00	
		Especies granos básicos	0.69	0.00	0.00	
		Especies tubérculos y raíces	0.69	0.00	0.00	
		Especies frutales	3.04	2.40	2,64	
		Especies forestales	1.79	0.69	1.10	
	Área productiva total (intervalos en ha)	Tamaño total del área productiva (excluye área de pastoreo y bosquetes)	1,7 a 8,2	1,6 a 6,8	2,6 a 7,9	
	Estrategia productiva	Número de espacios identificados para la producción familiar	2 espacios	2 espacios	1 espacio	
	Tenencia del área productiva	Formas de tenencia del área productiva	Terreno junto a vivienda propio; otro terreno propio	Terreno junto a vivienda propio; otro terreno prestado	Terreno junto a vivienda propio	
	Determinación del estado de seguridad alimentaria en función de acceso, disponibilidad y uso de alimentos y agua segura a nivel de finca	Disponibilidad de alimentos (valores medios índices)	Procedencia alimentos (produce)	1.87	1,61	1,39
			Procedencia alimentos (compra)	2,83	2,83	2,77
Disponibilidad de agua (fuente y almacenamiento)			0.38	0.13	0.13	
Acceso a alimentos		Número de medios de vida que permiten el acceso a alimentos y agua	7	6	7	

Producto obtenido	Variables	Indicadores	Resultados		
			Tipos de sistemas productivos		
			TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3
Determinación del estado de seguridad alimentaria a nivel de finca	Uso de alimentos	Balance de nutrientes (energía)	81% dentro del rango; 19% sobre	100% dentro del rango	100% dentro del rango
		Balance de nutrientes (proteínas)	94% dentro del rango; 6% sobre	92% dentro del rango; 8% bajo	93% dentro del rango; 7% bajo
Determinación del nivel de vulnerabilidad a nivel de finca (valores medios índices)	Exposición	Nivel de riesgo asociado al nivel de riesgo de intensidad de la inundación	1.00	1.00	1.00
		Cercanía al cauce principal del río	0.79	0.76	0.70
	Sensibilidad	Nivel de afectación	0.88	0.88	0.88
		Grado de preparación frente a inundaciones	0.75	0.00	0.51
		Cercanía al cauce principal del río	0.79	0.76	0.70
	Capacidad adaptativa	Elementos de adaptación	0.22	0.00	0.11

A nivel de comunidad se plantea la realización de análisis sobre la base del esquema dinámico de la adaptación propuesto por Prado (2011) (Figura 32), a partir del cual se construyeron los indicadores<sup>32</sup> para la evaluación de la capacidad adaptativa frente a condiciones climáticas adversas que afectan la seguridad alimentaria de las familias. Se propone este análisis (Figura 33), debido a que la capacidad adaptativa es el factor a través del cual las familias mantienen o fortalecen las estrategias que les permite contar con un entorno alimentario seguro en condiciones de exposición y nivel de sensibilidad similares.

Se espera que la realización de los análisis en estas dos escalas<sup>33</sup>, permitan contar con elementos para el desarrollo de propuestas encaminadas a la generación de procesos integrales a nivel de cuenca.

<sup>32</sup> Los indicadores y escalas de valoración para el análisis de capacidad adaptativa local se muestran en el Cuadro 30.

<sup>33</sup> Los resultados de los análisis realizados en estas dos escalas (finca y comunidad) se encuentran detallados en el capítulo II del presente estudio.

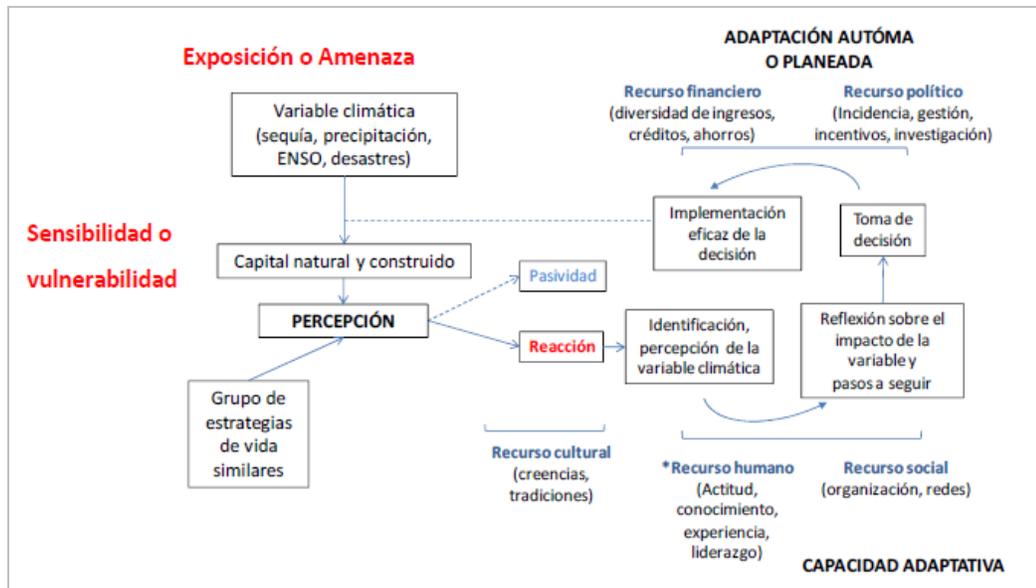


Figura 32. Esquema del proceso dinámico de la adaptación

Fuente: Imbach y Prado (2010), en Prado (2011)

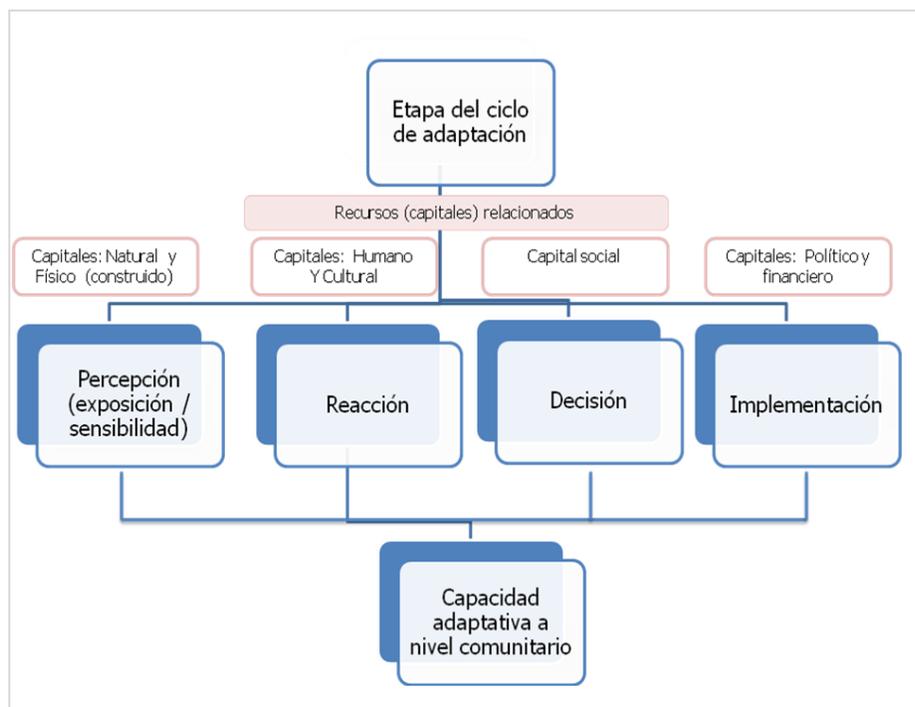


Figura 33. Proceso metodológico propuesto para la evaluación y promoción de sistemas diversificados de producción agropecuaria a nivel de comunidad sobre la base del esquema del proceso dinámico de la adaptación

Fuente: Imbach y Prado (2010), en Prado (2011)

El Cuadro 32 muestra los resultados a nivel comunitario para los indicadores propuestos para capacidad adaptativa, en relación a los eventos climáticos e hidrológicos ocurridos en la zona de estudio.

**Cuadro 32. Principales resultados obtenidos a partir de la aplicación de la propuesta metodológica a nivel comunitario**

		Percepción exposición	Percepción sensibilidad	Nivel de reacción	Nivel de decisión	Nivel de implementación
EVENTOS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS	Inundación severa	0.83	0.38	0.31	0.42	0.60
	Inundación leve y media	0.50	0.83	0.63	0.50	1.00
	Alta precipitación y humedad	0.00	0.58	0.31	0.00	0.60
	Altas temperaturas	0.00	0.83	0.31	0.00	0.40
	Ausencia de lluvia	0.17	0.71	0.25	0.33	0.00

Una vez realizados los análisis a nivel de finca y a nivel de comunidad es posible la generación de propuestas encaminadas a la diversificación de los sistemas de producción agropecuaria como mecanismos de adaptación al cambio climático y como estrategias para buscar la seguridad alimentaria de las familias. Sin embargo, para que la aplicación de la metodología propuesta contribuya a la generación de procesos integrales a nivel de cuenca, es necesario además abordar aspectos clave considerados en el marco del manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas.

Para el efecto se plantea en primera instancia la realización de un análisis que considere los criterios del enfoque de MGICH, que de acuerdo a Jiménez (2011), considera a la cuenca como espacio biofísico y socioeconómico donde es posible la caracterización, diagnóstico, planificación y evaluación sobre el uso de los recursos, el ambiente y el impacto global de las prácticas de manejo. Estos criterios son:

- La cuenca como sistema
- Enfoque socioambiental y de cogestión
- El agua como recurso integrador
- Reducción de vulnerabilidad y riesgo a desastres
- La cuenca como unidad de planificación y evaluación de impactos
- Múltiples unidades de análisis e intervención

El Cuadro 33 muestra los principales resultados obtenidos a partir de la realización del análisis de la zona de estudio, en función de los criterios para el manejo y gestión de cuencas hidrográficas (MGICH) (Jiménez 2011), los cuales buscan tener una visión integral para enmarcar los análisis realizados a nivel de finca y a nivel comunitario dentro de este contexto.

**Cuadro 33. Principales resultados obtenidos a partir del análisis realizado de acuerdo el enfoque de manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas**

Enfoque de MGICH	Elemento de análisis	Descripción
1. La cuenca como sistema	Unidad funcionalmente indivisible e interdependiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>– No existe en la zona una instancia que coordine acciones de gestión y manejo de los recursos a nivel de toda la cuenca.</li> <li>– Las acciones de conservación llevadas a cabo se realizan de manera aislada en diferentes sitios y por diversas instituciones a lo largo de toda la cuenca; algunas de estas acciones tienen resultados importantes a nivel de finca o en un área específica; sin embargo estos no son parte de un proceso de escalamiento.</li> </ul>
1. La cuenca como sistema	Interacción e interconexión entre la parte alta, media y baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En términos generales la cuenca presenta un buen estado de conservación en la parte alta y media, lo cual permite a la población de estas zonas tener mejor nivel de respuesta frente a las inundaciones que ocurren como parte del funcionamiento normal del río.</li> <li>– Los procesos de inundación causan mayores estragos en la cuenca baja donde la vegetación ribereña fue eliminada casi por completo.</li> </ul>
	Análisis de causas, efectos y posibles soluciones de problemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La variabilidad y cambio climático generan cambios en los patrones de precipitación, los cuales inciden directamente en la ocurrencia de fenómenos hidrológicos y causan impactos negativos principalmente en las zonas bajas, debido a la degradación de las áreas ribereñas.</li> <li>– El uso de tierras ubicadas en las franjas ribereñas para la producción son otro factor que incrementa el nivel de impacto sobre los medios de vida locales.</li> </ul>
	Análisis de causas, efectos y posibles soluciones de problemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La promoción de prácticas de conservación en la cuenca alta y media no resuelve por sí mismo los problemas generados debido a inundaciones sobre la población y sus medios de vida, si no se articulan y coordinan acciones con la zona baja.</li> </ul>

Enfoque de MGICH	Elemento de análisis	Descripción
2. Enfoque socioambiental y de cogestión	Organización social como base para la gestión y cogestión	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No existe en la zona de estudio una organización comunitaria que coordine acciones a nivel comunitario y posibilite alianzas estratégicas con organizaciones de base, gobiernos locales y otros actores sociales.</li> </ul>
	Fortalecimiento de capacidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aunque en la zona se realizan varias iniciativas por parte de instituciones públicas y privadas encaminadas al fortalecimiento de capacidades locales, cuyos resultados son importantes, éstas son llevadas a cabo de manera aislada.</li> </ul>
	Articulación con gobiernos locales	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El apoyo de instituciones públicas y privadas permite a las comunidades contar con recursos financieros y tecnológicos para el manejo sostenible de los recursos y la reducción de impactos sobre sus medios de vida.</li> <li>- Sin embargo, aún cuando existan apoyos externos, la falta de una organización de base sólida limita las posibilidades de lograr la ejecución de acciones de manejo y gestión de los recursos de manera sostenible.</li> <li>- La falta de una organización de base sólida limita las posibilidades de conformar una instancia de coordinación a nivel de toda la cuenca.</li> </ul>
3. El agua como recurso integrador	Gestión y manejo de agua para consumo humano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las familias de las dos comunidades no muestran interés en ser parte de organizaciones para la gestión del agua (ASADAS) debido a que cuentan con pozos en sus propios terrenos, donde se abastecen de agua para consumo doméstico y otros usos.</li> </ul>
4. Reducción de vulnerabilidad y riesgo a desastres	Gestión de riesgos asociados a procesos hidrológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las familias de las dos comunidades no muestran interés en ser parte de organizaciones para la gestión de riesgos debido a que las instituciones públicas prestan auxilio inmediato luego de la emergencia, sin generar procesos de prevención.</li> </ul>

Enfoque de MGICH	Elemento de análisis	Descripción
5. La cuenca como unidad de planificación y evaluación de impactos	Uso y acceso a recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La satisfacción de necesidades básicas fundamentales de las familias depende de la generación de ingresos económicos.</li> <li>– La producción de musáceas es la principal fuente de ingresos para las familias de la cuenca baja.</li> <li>– Pese a las dificultades generadas debido a la ocurrencia de inundaciones, la producción de musáceas sigue siendo la principal opción productiva debido a las posibilidades de recuperación de la inversión luego la ocurrencia de una inundación (sin considerar los efectos del cambio en los patrones climáticos).</li> <li>– La promoción de paquetes tecnológicos para el manejo de musáceas y el fomento de canales de comercialización hacia el exterior por parte de instituciones públicas y privadas posibilitan la recuperación de la inversión de las familias, inclusive luego de una inundación. Esto no sucede con otro tipo de cultivos.</li> </ul>
	Planificación y ejecución de acciones de manejo y conservación de los recursos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– La diversificación de los sistemas agropecuarios es una de las principales medidas de adaptación para las familias, pues contempla la introducción de elementos perennes que permiten mejorar el nivel de coberturas arbórea principalmente en las zonas inundables, donde se encuentran ubicadas las fincas familiares.</li> <li>– En la zona, todas las acciones propuestas para el manejo y gestión integral de los recursos a nivel de cuenca, requieren de una base organizativa sólida, de la cual depende la generación e implementación efectiva de acciones.</li> </ul>
6. Múltiples unidades de análisis e intervención	Fincas, comunidad, cuenca	<ul style="list-style-type: none"> <li>– En la zona, se requiere la búsqueda de estrategias que permitan la integración de las acciones realizadas a diferentes escalas.</li> </ul>

Finalmente, se presentan algunas consideraciones que buscan contribuir a la incorporación de los enfoques del manejo y gestión integral de cuencas hidrográficas en la generación de propuestas de diversificación de los sistemas de producción agropecuaria, como estrategias que permiten la seguridad alimentaria de las familias y mecanismos de adaptación al cambio climático.

- 1) Integración de los resultados de los análisis realizados a diferentes escalas para la generación de alternativas de manejo, tomando en cuenta que cada escala constituye una unidad de intervención, y que la integración de cada uno de estos niveles contribuye con el manejo integral de la cuenca.
- 2) Realización de análisis sobre ámbitos de intervención y procesos de articulación de actores clave, en tanto que las instituciones y organizaciones comunitarias como principales instancias para la toma de decisiones, son quienes posibilitan la implementación de las propuestas desarrolladas a diferente escala.
- 3) Realización de análisis que permitan estimar el nivel de interacción entre los distintos tipos de sistemas agropecuarios identificados, así como estimar el nivel de interacción entre la cuenca alta, media y baja.
- 4) Realización de análisis que determinen las áreas de intervención prioritarias a nivel de cuenca.

## **6.6 LECCIONES APRENDIDAS**

- Las estrategias para promover la diversificación de sistemas productivos como mecanismo de adaptación al cambio climático deben articular acciones a diferentes escalas e incorporar el enfoque de gestión de cuencas.
- La aplicación de instrumentos para la toma de datos, basados en metodologías participativas, así como el uso de técnicas etnográficas para la triangulación de la información posibilita un mejor conocimiento de la zona y criterios con los cuales es posible generar propuestas de manejo más cercanas a la realidad.
- La aplicación de la propuesta metodológica generada requiere la participación de los distintos actores, que deben conocer previamente el proceso, con el fin de lograr mayor efectividad en la toma de datos, y desarrollar planteamientos acordes a sus intereses, con el fin de que puedan llegar a ser implementados.
- La aplicación de la propuesta metodológica generada elimina la necesidad de la tipificación de los sistemas productivos, ya que los análisis propuestos consideran las diferentes estrategias llevadas a cabo por las familias para garantizar su disponibilidad, acceso y uso de alimentos y agua.
- A nivel de finca, determinando las diferencias entre los tipos de sistemas productivos se pueden identificar el grado de efectividad de las estrategias de vida alrededor de la seguridad alimentaria y el grado de efectividad de las estrategias de adaptación.

- La generación de escalas estandarizadas y bases de datos con valores ponderados, permite reducir la sub o sobre valoración de los indicadores planteados, posibilitando una mayor objetividad en los análisis realizados.
- La identificación del estado de seguridad alimentaria, así como de las condiciones de vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria permiten desarrollar o fortalecer estrategias asociadas a los beneficios generados en las fincas diversificadas.
- Por si solos, los sistemas diversificados de producción agropecuaria generan beneficios importantes a nivel de finca, sin embargo, el mantenimiento de las funciones de los servicios de provisión requiere la generación de procesos de escalamiento, el desarrollo de acciones a nivel comunitario y la articulación de acciones a nivel de de un territorio (cuenca alta, media y baja).

## 6.7 LITERATURA CITADA

- Acevedo, J. 2001. Parámetros críticos para reducir los niveles de vulnerabilidad, en la microcuenca del río Jucuapa en Matagalpa, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 123
- Aignerren, M. 2010. La técnica de recolección de información mediante los grupos focales (en línea). Universidad de Antioquia. Facultad de Ciencias Sociales y Humanas. p. 32. Consultado 10 Oct 2012. Disponible en <http://huitoto.udea.edu.co/~ceo>
- Altieri, MA; Nicholls, C. 2009. Escalonando la propuesta agroecológica para la soberanía alimentaria en América Latina. *Agroecología* 4(0):39-48.
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, J; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Agroforestería en las Américas* 10(37):80 - 87.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; Gonzalez, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2012. InfoStat versión 2012. Córdoba, Ar, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Disponible en <http://www.infostat.com.ar>
- Escudero, J. 2004. Análisis de la realidad local. Técnicas y métodos de investigación desde la animación sociocultural. Madrid, Es, NARCEA. p. 217.
- Federación internacional de sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, IFRC. 2008. Directrices generales para la evaluación de la seguridad alimentaria Ginebra, Sz, IFRC. 92 p.
- Geilfus, F. 2009. Diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación. 80 herramientas para el desarrollo participativo. 8va, e. San José, CR, IICA. 217 p.
- Imbach, A; Imbach, PMB; Gutiérrez M, I. 2009. Medios de vida sostenibles, bases conceptuales y utilización Costa Rica, Geolatina. 25 p.
- Jiménez, F. 2011. Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR, CATIE. p. 43.
- Koppen, B van; Smits, S; Moriarty, P; Penning de Vries, F; Mikhail, M; Boelee, E. 2010. Ascendiendo la escala del agua. Servicios de abastecimiento de agua de usos múltiples para la reducción de la pobreza. La Haya, Países Bajos, IRC Centro internacional del agua potable y saneamiento e Instituto internacional para la gestión del agua. 213 p. (Serie TP; no. 52)
- Mendoza, M. 2008. Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 102
- Muñoz-Alonso, G. 2003. Técnicas de investigación en ciencias humanas. Madrid, Es p. 181.
- Panel Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático, IPCC. 1997. Informe especial del IPCC. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. IPCC. 16 p. . Consultado 29 sep. 2011. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/region-sp.pdf>
- Pomareda, E. 2008. Biodiversidad y producción ganadera en fincas bajo sistemas silvopastoriles en Esparza, Costa Rica. . Tesis Mag. Sc. San José, Universidad Nacional Costa Rica.
- Prado, P. 2011. Diseño e implementación de una metodología participativa de diagnóstico de la capacidad adaptativa a la variabilidad climática en la cuenca del Cahocacán, México. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 122

- Pujadas, J; Comas, D; Roca, J. 2010. Etnografía. Barcelona, Es p. 334.
- Smit, B; Skinner, M. 2002. Adaptation options in agriculture to climate change: a typology. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 7:85-114.
- The Nature Conservancy, TNC. 2009. Climate wizard (en línea). Consultado 17 oct. 2011. Disponible en <http://www.climatewizard.org/>
- Unión Internacional para la conservación de la naturaleza, UICN. 2011. Project: Climate Change Governance Capacity: Building regionally- and nationally- tailored ecosystem-based adaptation in Mesoamerica. Special report of pilot interventions. UICN. p. 47.

## **AGRADECIMIENTO**

Este trabajo se realizó gracias al apoyo brindado por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza – UICN, oficina regional para Mesoamérica y el Caribe, a través del Proyecto “Buena Gobernanza del Agua para la adaptación, basada en ecosistemas” ejecutado en la cuenca binacional del río Sixaola. Y gracias al apoyo de la Asociación de Plataneros Unidos de Paraíso - ASOPLATUPA y la participación de las familias agricultoras de las comunidades Paraíso y Catarina ubicadas en la subcuenca “Sixaola Medio”.