

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 Valencia¹⁵

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.

¹⁵ 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.

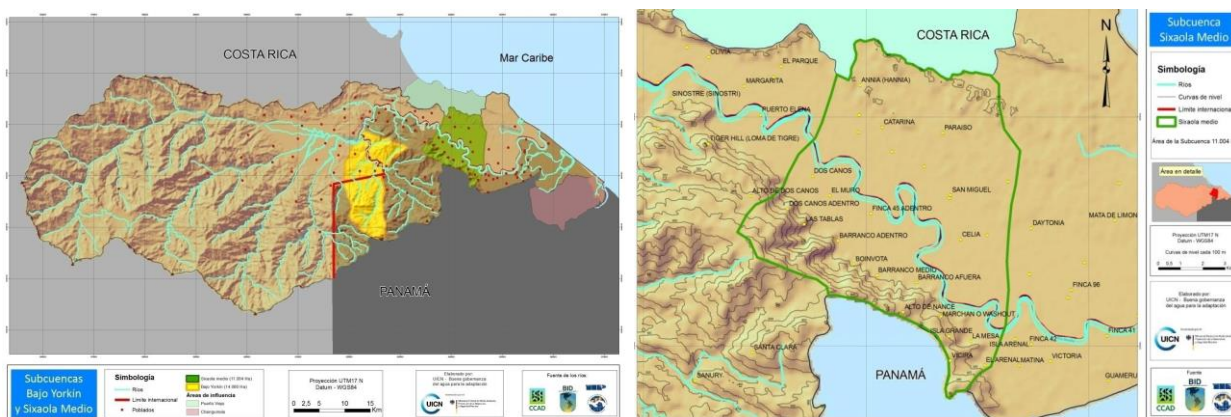


Figura 15. Cuenca del río Sixaola (izquierda) y ubicación de las comunidades Paraíso y Catarina en la subcuenca Sixaola Medio (derecha)

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)¹⁶ 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:

¹⁶ 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 íesima

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 históricas¹⁷. 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) |
| Severo | Medio | Leve |
| 3 | 2 | 1 |

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.

¹⁷ 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.

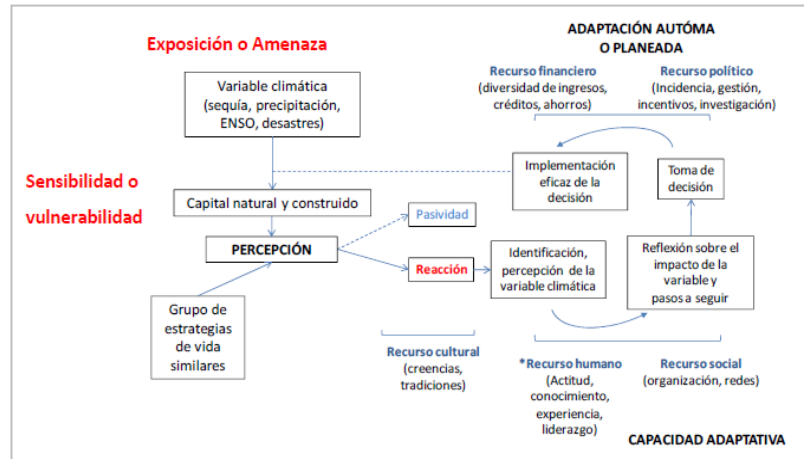


Figura 16. Esquema del proceso dinámico de la adaptación
Fuente: Imbach y Prado (2010), en Prado (2011)

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.

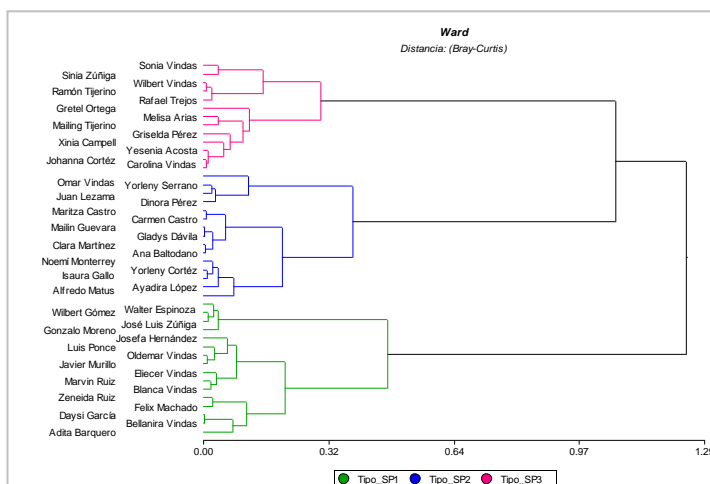


Figura 17. Tipos de sistemas productivos identificados en la zona de estudio

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 |
|---|---------------------|-------|-------|-------|-------|----------|
| Agro biodiversidad | 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 |
| Colores distintos, representan diferencias significativas entre los tipos de sistemas B: mayor valor; A: menor valor; AB: comparte características | | | | | | |
| Variables categóricas | | TIPO1 | TIPO2 | TIPO3 | Chi2 | p |
| Estrategia productiva ¹⁸ | | 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 |
| Colores distintos, representan diferencias significativas entre los tipos de sistemas B: Si; A: No | | | | | | |

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

¹⁸ 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.

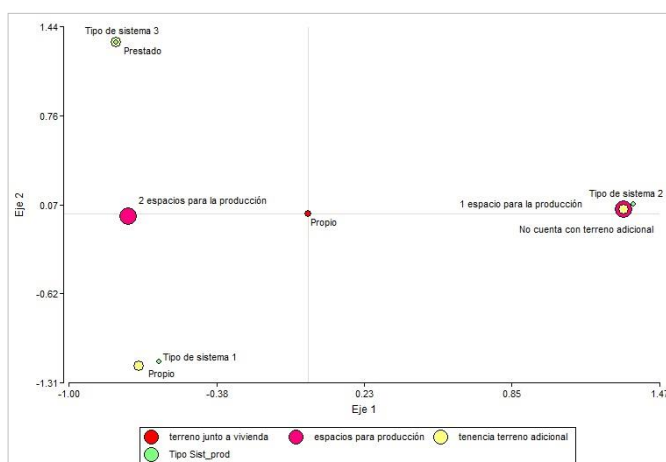
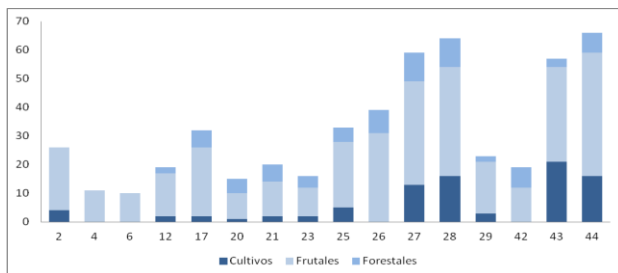


Figura 18. Tipos de sistemas productivos en función de variables categóricas identificadas

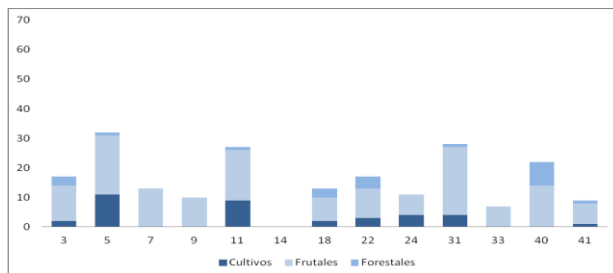
Se observa en la Figura los ejes correspondientes al cruce de las variables categóricas que permiten la caracterización de los sistemas de producción agropecuaria: estrategia productiva (Eje 1) y tenencia del área productiva (Eje 2); el segundo eje es el que permite explicar la máxima variabilidad entre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

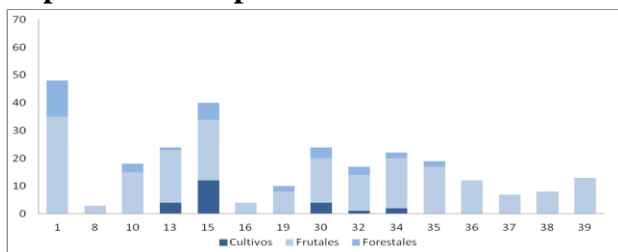
Tipo de sistema productivo 1



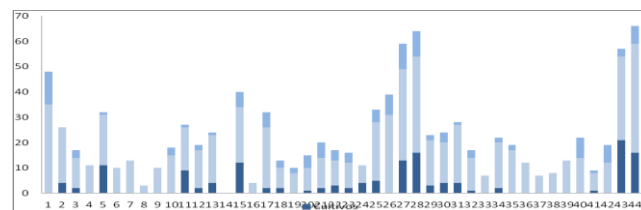
Tipo de sistema productivo 2



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.

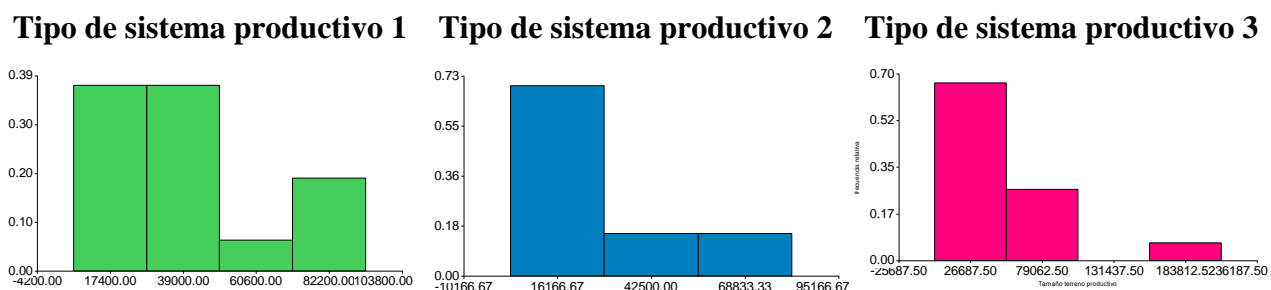


Figura 20. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable área productiva total

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 meteorológicas¹⁹ 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 Nievécita (CR92NVCT) y Margarita (CR92MRGR)²⁰, 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 Nievécita y Margarita, se observa niveles altos de precipitación también para el mes de julio (FAOClím 2012).

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

²⁰ Las estaciones Nievécita 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)

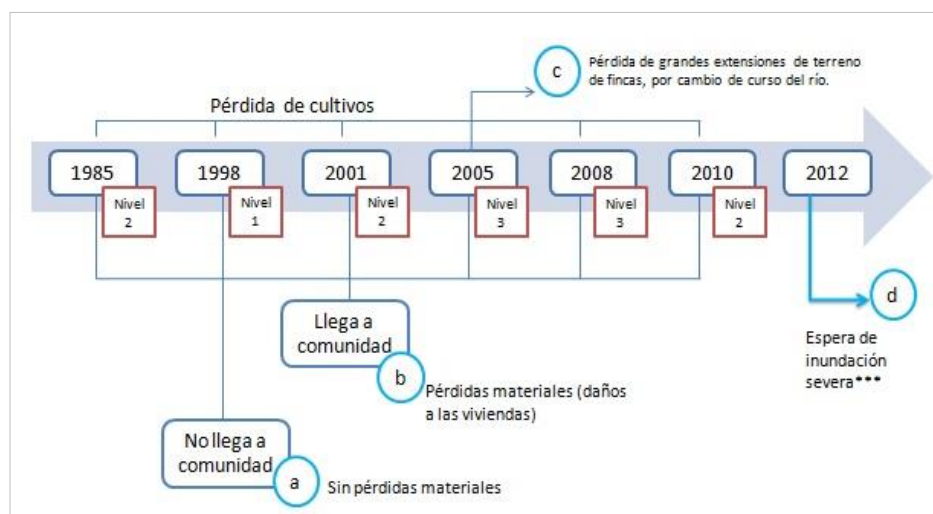


Figura 21. Inundaciones históricas del río Sixaola, según testimonio de la zona

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 2012²¹.

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.²² 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.

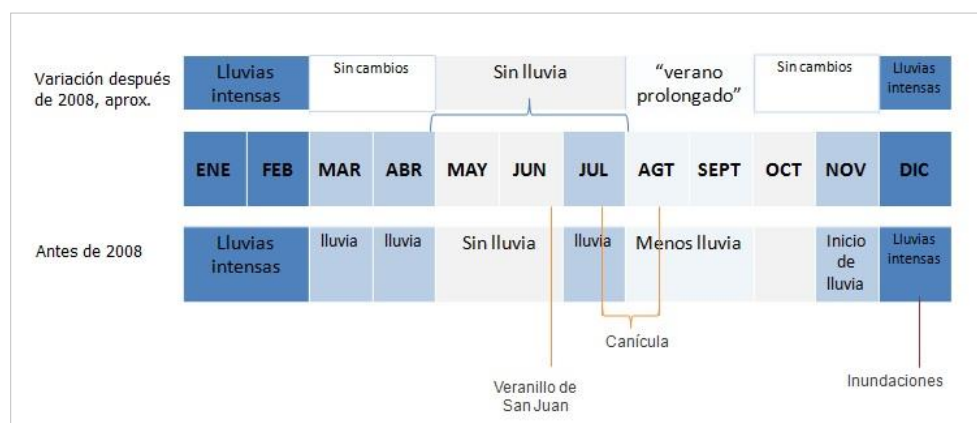


Figura 22. Percepción de las familias respecto a distribución de precipitación y cambios en los patrones de lluvia a partir de 2008

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

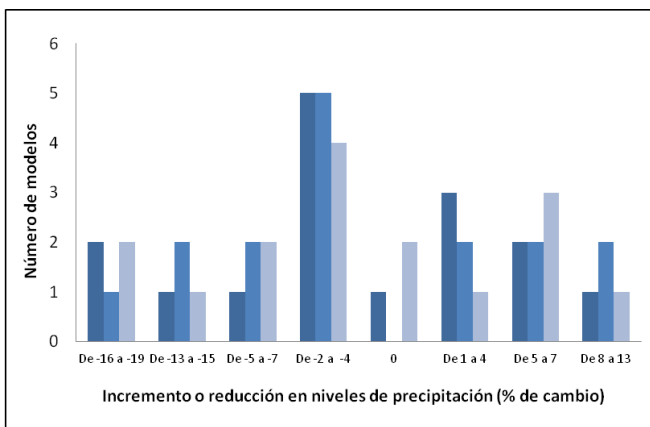
²² La información de campo fue tomada hasta junio de 2012; en este año, en julio de 2012 se presentó una inundación mediana que afectó a las comunidades Paraíso y Catarina (nivel 2, según escala de este trabajo).

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.²³

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

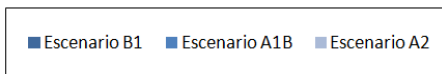
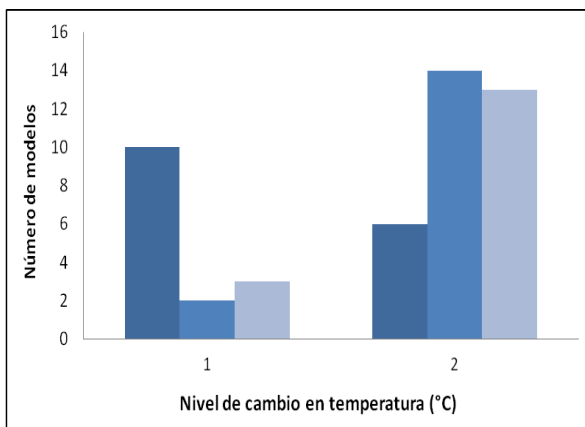


Figura 23. Cambios estimados para precipitación y temperatura anual, en la década de 2050 Model Ensemble Average, SRES emission scenarios Climate Wizard (TNC 2009)

²³ 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.

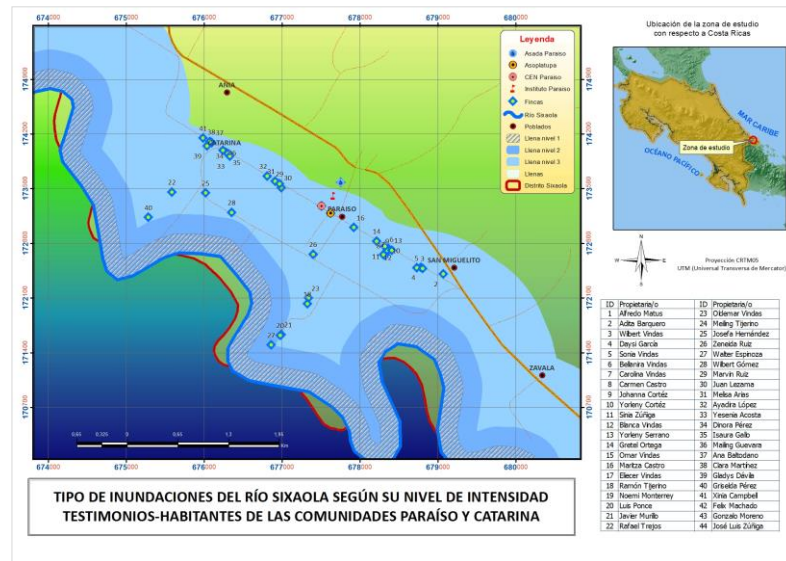


Figura 24. Nivel de impacto esperado en relación a las variables cercanía al cauce principal y niveles de intensidad de las inundaciones ocurridas

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.

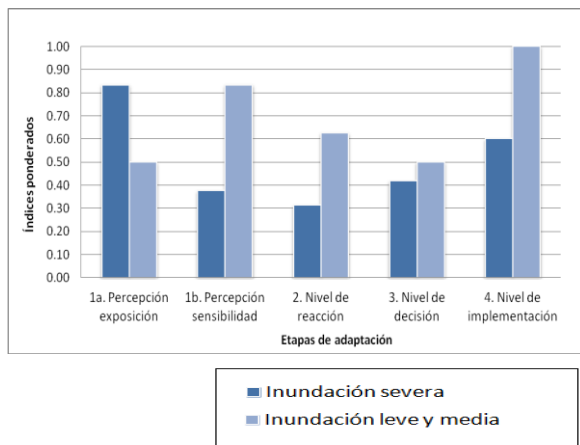
5.5.2.3 Capacidad adaptativa local y principales opciones de respuesta

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

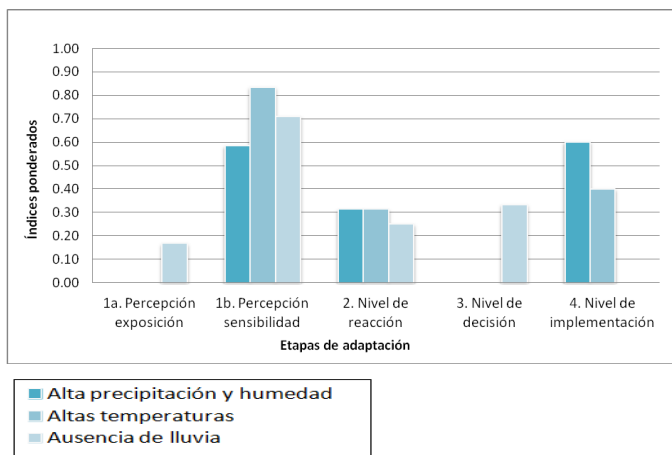


Figura 25. Análisis de capacidad adaptativa local en relación a las etapas del ciclo de adaptación

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)²⁴, 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.

²⁴ 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.

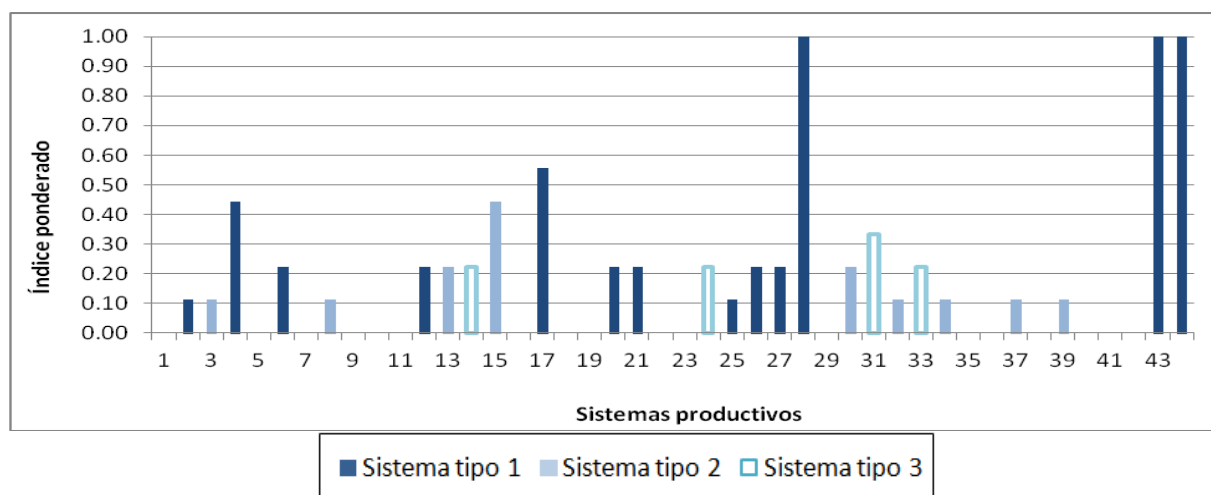


Figura 26. Tipos de sistemas de producción agropecuaria, según la variable elementos de adaptación

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 sistemas²⁵, 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.

²⁵ 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
- 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.