

# UTILIZACIÓN DEL ÍNDICE HOLÍSTICO DE RIESGO (IHR) COMO MEDIDA DE RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA A CONDICIONES DE ESCASEZ DE RECURSOS HÍDRICOS. APLICACIÓN EN COMUNIDADES CAMPESINAS E INDÍGENAS DE LA ARAUCANÍA, CHILE

**René Montalba<sup>1</sup>, Marcia García<sup>2</sup>, Miguel Altieri<sup>3</sup>, Francisca Fonseca<sup>4</sup>, Lorena Vieli<sup>5</sup>**

*<sup>1</sup>Instituto del Medio Ambiente y Sustentabilidad y Facultad de Cs. Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile; <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad de La Frontera. Temuco, Chile; <sup>3</sup>College of Natural Resources, University of California, Berkeley, USA; <sup>4</sup>Instituto del Medio Ambiente y Sustentabilidad y Departamento de Ciencias Sociales. Universidad de La Frontera. Temuco, Chile; <sup>5</sup>Donald Bren School of Environmental Science and Management, UC Santa Barbara. E-mail: rene.montalba@ufrontera.cl.*

## Resumen

En esta investigación se pretende aportar en el análisis de la interrelación compleja entre los riesgos ambientales generados por el cambio climático y la capacidad de sistemas agrícolas para resistir a estas perturbaciones y lograr persistir en el tiempo sin colapsar, es decir, la resiliencia socioecológica. Se utilizó el concepto de Índice Holístico Riesgo (IHR) para evaluar niveles de resiliencia socioecológica en sistemas agrícolas en comunidades campesinas del Secano Interior de La Araucanía Chilena, afectados por escasez de recursos hídricos y sequías. Para ello se identificaron diez variables relacionadas con los indicadores de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. Las evaluaciones fueron aplicadas a 73 unidades familiares campesinas tipificadas en 4 grupos distintos de acuerdo a origen étnico (mapuche, chileno, descendientes de colonos europeos) y tiempo de radicación en el predio (mapuche tradicional, mapuche reasentados). Las técnicas de recolección de información incluyeron la generación de sistemas de información geográficas con información secundaria, medición directa, encuesta, entrevista individual y entrevista grupal. Los valores de IHR encontrados en las unidades familiares campesinas se encontraron en niveles medios (33%) y altos (48%). Del mismo modo, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre grupos de campesinos, relacionado principalmente al origen étnico de estos, donde los valores bajos de IHR (y por tanto mayor resiliencia) los presentaron los campesinos mapuche y descendientes de colonos europeos y los más altos los campesinos chilenos. El componente más relacionado con estas diferencias fue la "capacidad de respuesta" el cual depende de las redes de apoyo, nivel de conocimiento y la presencia de especies tolerantes a la sequía o de rápida recuperación ante la sequía. Ésta última variable fue la que presentó la mayor variación en los datos y por lo tanto se considera el mejor indicador de resiliencia socioecológica para los casos evaluados en este estudio.

**Palabras Claves:** Cambio Climático, sequía, resiliencia, agroecosistemas

## Summary

### **Measuring socio-ecological resilience in a context of water scarcity using the Holistic Risk Index. Application in rural and indigenous communities in La Araucania, Chile**

This study pretends to contribute to the understanding of the complex relationships between environmental risks caused by climate change and the capacity of agricultural systems to resist these disturbances and persist without collapsing, in other words, the socioecological resilience. The level of socioecological resilience of agricultural systems in rural communities of the "Secano Interior" area in La Araucania, located in South-Central Chile, was evaluated using the concept of Holistic Risk Index (HRI). These communities are affected by water resource shortages and droughts. Ten variables related to threat, vulnerability and response capacity were identified. Field evaluations were performed on 73 farms classified in 4 groups based on their ethnic origin (Mapuche, Chilean, European settlers descendants) and the time living in the farm (Traditional

Mapuche, resettled Mapuche). The assessment methods used included the generation of geographical information systems using secondary data, direct measurement, surveys, individual and group interviews. The values of HRI found ranged from medium (33%) to high (48%). Significant differences among the different ethnic groups of farms were detected. The Mapuche and European settlers descendants had low HRI (therefore high resilience) while the Chilean farms had higher HRI values. These differences were related to the response capacity of each ethnic group which depends on the (1) support networks, (2) level of knowledge and (3) presence of crop species that are tolerant to droughts or that are able to recover rapidly after extreme weather events. This last variable presented the highest variability in the response capacity component of the HRI and therefore it can be considered as the best indicator of socioecological resilience for the farms evaluated in this study.

**Key words:** Climate change, droughts, resilience, agroecosystems

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial hay claras evidencias de que las actuaciones humanas de los últimos 100 años han inducido un proceso de cambio global, entre los cuales destaca el cambio climático. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC 2007), dentro de los principales cambios asociados a este proceso se encuentran el incremento de las temperaturas medias de la atmósfera y océanos, el derretimiento en gran escala de hielos y nieves, y el aumento en el promedio global del nivel del mar. Así también, asociados a estos cambios, se encuentra el aumento en la frecuencia de eventos climáticos extremos como huracanes, tornados, inundaciones y sequías (Altieri 2013).

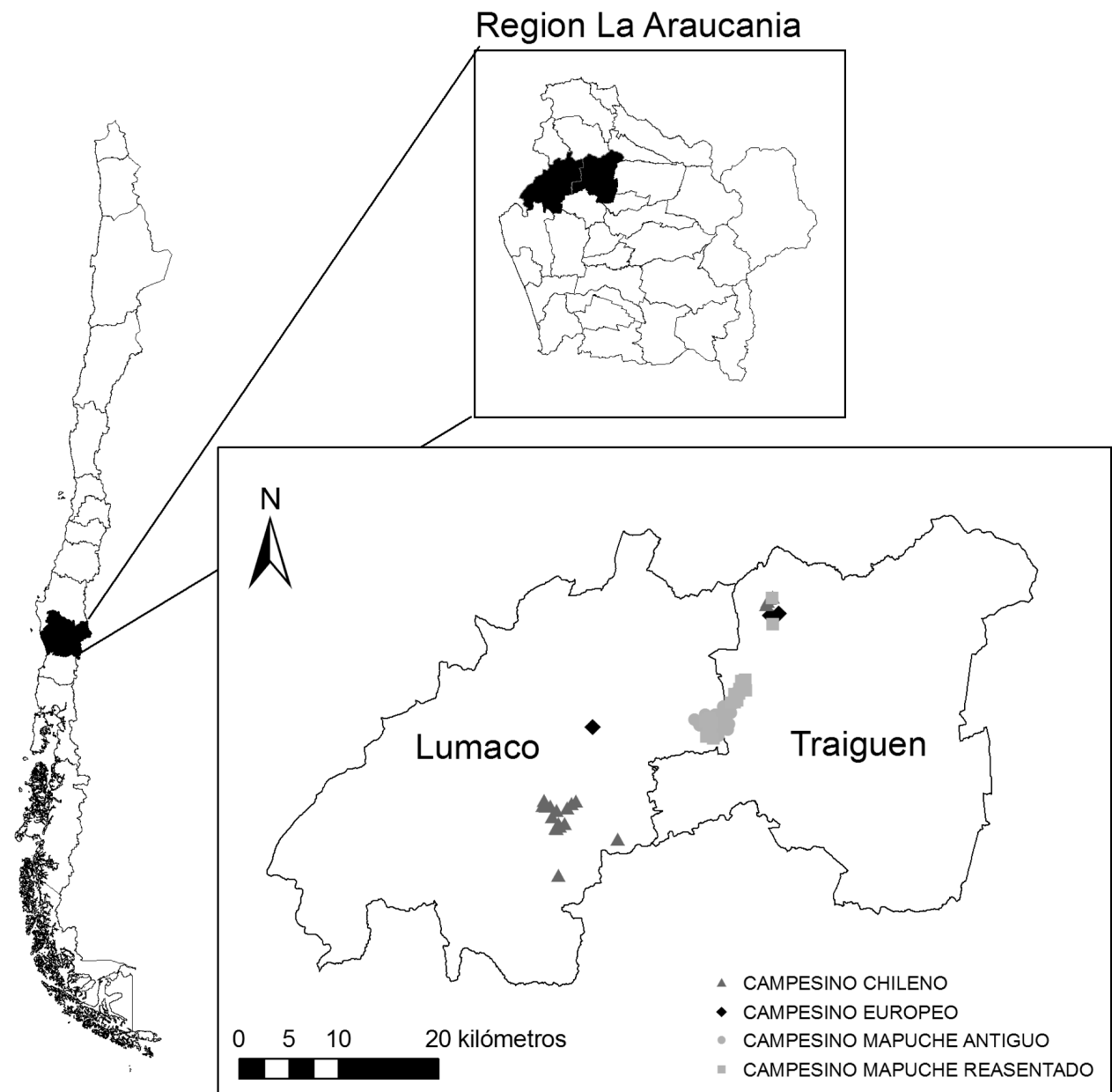
El cambio climático es experimentado directamente a través de sus efectos sobre los recursos hídricos. Algunos países ya están experimentando una grave reducción y escasez de agua o están llegando a los límites de sus reservas de recursos hídricos, lo cual, según el Programa Mundial de Evaluación de recursos Hídricos de la Naciones Unidas (UN-WWAP 2009), se agravaría aún más. Este alarmante declive de los recursos hídricos presenta una serie de impactos económicos y sociales, transformándose en uno de los principales retos para la sustentabilidad de los sistemas agrícolas y agroalimentarios, particularmente en regiones áridas y semiáridas del mundo (Maleksaeidi y Karami 2013).

Actualmente uno de los principales enfoques o estrategias que desde el ámbito científico están siendo desarrollados para responder a los desafíos que los cambios ambientales, y en particular el cambio climático, están ejerciendo sobre la sustentabilidad de sistemas agrícolas, es la denominada "Resiliencia Socioecológica". A diferencia de la idea de la "capacidad de recuperación ante situaciones de stress o cambio" asociado habitualmente al concepto de resiliencia, Folke (2006) desarrolla el concepto de resiliencia socio-ecológica, la cual incorpora la idea de adaptación, aprendizaje, innovación, novedad y auto-organización de los sistemas, además de la capacidad general de persistir luego de la pertur-

bación. De acuerdo a Ríos *et al.* (2013), esta perspectiva resulta adecuada para el estudio de los sistemas agrícolas, porque en ellos las interacciones socioecológicas generan reajustes y cambios constantes en las dinámicas y estructuras del sistema, siendo necesario que estas interacciones se ajusten adaptativamente para que un sistema sea sustentable.

En general desde los organismos oficiales se considera que la población rural más pobre y que vive en áreas expuestas y marginales (lugares con suelos pobres o con topografía difícil) son muy vulnerables a los impactos negativos del cambio climático (Vargas 2007), y que los sistemas agrícolas menos tecnificados resultan ser mucho más susceptibles y menos adaptables al cambio climático que los modernos e intensivos (MINAGRI Chile 2010). Hipótesis alternativas consideran que justamente debido a la adaptación a estas condiciones de marginalidad y continuo cambio, los sistemas campesinos habrían desarrollado prácticas culturales, estrategias agroecológicas y formas de organización socioproductiva que les conferirían mayor capacidad de resiliencia socioecológica que el de los sistemas modernos (Altieri 2013). Estudios sobre los impactos que genera el cambio climático, han obtenido resultados que muestran que muchos de estos agricultores campesinos se han adaptado a estas condiciones y minimizando las pérdidas en productividad, mediante prácticas como: mayor utilización de variedades locales tolerantes a la sequía, cosecha de agua, policultivos, agroforestería, recolección de plantas silvestres y una serie de otras prácticas culturales (Altieri y Nicholls 2009). Por consiguiente, las técnicas indígenas y tradicionales podrían ser una fuente imprescindible de información sobre la capacidad adaptativa que manejan los agricultores tradicionales (campesinos e indígenas) para enfrentar el cambio climático.

En esta línea de investigación sobre resiliencia socioecológica frente a efectos del cambio climático, este estudio se enfoca en el fenómeno de la sequía en la región de La Araucanía (Chile). Esta zona, según lo señalado en el informe final sobre variabilidad climática rea-



**Figura 1.** Localización de la región de La Araucanía en Chile, área de estudio y unidades familiares campesinas encuestadas y origen étnico de éstas.

lizado por CONAMA (2006), se advierten veranos más cálidos y pérdidas de pluviosidad del orden de un 40%, y en primavera de un 25%. Esta zona denominada "Secano Interior" se encuentra en la ladera oriente de la Cordillera de Nahuelbuta (800 msnm), la cual actúa como biombo climático disminuyendo las precipitaciones de la región y generando un marcado período de déficit hídrico (Rouanet *et al.* 1988). Del mismo modo, esta zona fue una de las primeras en ser apropiada por el Estado de Chile (desde 1860) y "colonizada" por chilenos y colonos extranjeros (suizos, italianos, alemanes, franceses), quienes en un periodo de 20 años quemaron más de 500.000 hectáreas de bosques para despejar suelos agrícolas y dedicarlos principalmente al cultivo de ce-

reales (Montalba 2011). El rápido agotamiento de estos frágiles suelos, la inviabilidad de la agricultura y el cambio del modelo político y económico de Chile a finales de los 70, condujo a otro rápido proceso de transformación, esta vez asociado a la expansión de plantaciones forestales de especies exóticas (principalmente pinos y eucaliptus) (Montalba *et al.* 2006). Luego de estos procesos de transformación del paisaje y degradación de los recursos prediales, las comunidades indígenas y grupos campesinos han quedado relegados a suelos marginales y rodeados de plantaciones forestales exóticas, agravando la situación de escasez de recursos hídricos. No obstante que en muchos casos los continuos cambios han provocado el colapso de los sistemas produc-

tivos campesinos y su migración a centros urbanos, se considera que muchos de ellos han logrado desarrollar prácticas, estrategias y/o modos de organización, que les han permitido resistir y adaptarse a este proceso y sobrevivir en el tiempo.

## 2. MÉTODOS

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio corresponde a las comunas de Traiguén y Lumaco (Fig. 1) ubicadas en la región de La Araucanía (Chile), entre los 37°35' y los 39°35' de latitud Sur y desde 70°50' longitud Oeste hasta el Océano Pacífico con una superficie de 31.858,4 km<sup>2</sup>. El clima es templado con influencia mediterránea con veranos calurosos e inviernos fríos. Destaca una estación seca prolongada que se extiende entre de 5 a 6 meses o más a partir de octubre (Rouanet *et al.* 1988). Además el fenómeno climático El Niño y La Niña afectan en forma importante el clima de esta zona, generando precipitaciones más altas durante El Niño y extremadamente bajas durante La Niña. Los suelos son principalmente derivados de cenizas volcánicas antiguas y la topografía es ondulada a quebrada. La tala de bosque nativo, el monocultivo de trigo, y el pastoreo no controlado, han provocado un grado de erosión de medio a severo en al menos un 40% de la superficie total (Montalba 2011). Otro factor relevante lo constituye la "diversidad étnica", conformada por comunidades mapuches, campesinos chilenos y colonos extranjeros. Estas características hacen de estas comunas un lugar interesante desde el punto de vista de las posibles adaptaciones que los sistemas de agricultura familiar campesina pueden tener para afrontar las condiciones de sequías.

### 2.2. Identificación y caracterización de Comunidades de estudio

Las comunidades campesinas del área de estudio se tipificaron de acuerdo a criterios de origen étnico (chileno, mapuche, ascendencia europea) y período de asentamiento (antiguo, actual). En función a estos criterios fueron seleccionados cuatro "comunidades campesinas", una representativa de cada tipo. Las comunidades campesinas seleccionadas se describen a continuación:

C.1 (*mapuche tradicional*): Esta corresponde a la comunidad indígena (mapuche) del sector de Pantano comuna de Lumaco, la mayor parte de los agricultores han vivido toda su vida en el sector y sus tierras las obtuvieron por sucesión (herencias). Cada unidad familiar posee entre 1 a 8 há aproximadamente, y está representado por 140 familias.

C.2 (*mapuche reasentado*): esta comunidad corresponde a agricultores provenientes de la comunidad ancestral del sector de pantano, los cuales se han trasladado a este sector después de la adquisición

de tierras mediante el fondo de compras de tierra de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) en 2001, siendo beneficiados con 15 há por familia. Está representada por 149 familias.

C.3 (*descendientes de colonos europeos 1890-1910*): no obstante que mantienen relaciones entre ellos (sociales, económicas, culturales), lo cual las permite ser consideradas para efectos de este estudio como una "comunidad campesina". En la práctica se encuentran agrupadas en dos localidades no contiguas entre sí. Poseen superficies prediales que varían entre 10 y 90 hectáreas y está representada por aproximadamente 45 familias

C.4 (*chileno*): la mayor parte de estos se concentran en la comuna de Lumaco en el sector de "Pichipillahuen", con un promedio aproximado de 10 há por unidad familiar. Se encuentran radicados hace muchos años en el sector siendo la mayor parte de ellos pertenecientes a cinco o seis familias de colonos chilenos que llegaron a la zona a principios del siglo XX.

### 2.3. Recolección de Información socioeconómica y productiva

Para la recolección de la información socioeconómica y productiva se utilizó una encuesta que se aplicó en terreno y con facilitadores culturales reconocidos por las comunidades. Fueron encuestados 73 campesinos, distribuidos a modo de conformar a un número estadísticamente representativo de cada tipología de comunidad campesina estudiada (Fig. 1). La campaña de terreno se realizó entre los meses de Febrero y abril de 2013. La encuesta se complementó con entrevistas individuales o grupales (familia) a los campesinos y/o sus dirigentes. Del mismo modo, la encuesta permitió corroborar información secundaria y registrar información georeferenciado sobre la biodiversidad cultivada presente en los predios.

### 2.4. Recolección y análisis de información territorial y del paisaje

Se recopiló y analizó información geográfica para determinar la ubicación de las comunidades de estudio. Asimismo, el valor de algunas variables que conforman el IHR se determinó en base a información territorial, tal como el porcentaje de cobertura de las plantaciones forestales. Toda la información territorial fue analizada el programa ArcGIS 10.1 (ESRI 2013).

### 2.5. Evaluación de Resiliencia

Para determinar los niveles de resiliencia a condiciones de escasez hídrica fue utilizado el Índice Holístico de Riesgo (IHR) propuesto por Barrera *et al.* (2011). Esta metodología considera tres elementos principales para establecer el riesgo: la amenaza, la vulnerabilidad y la capacidad de respuesta (recuperación del sistema). Se

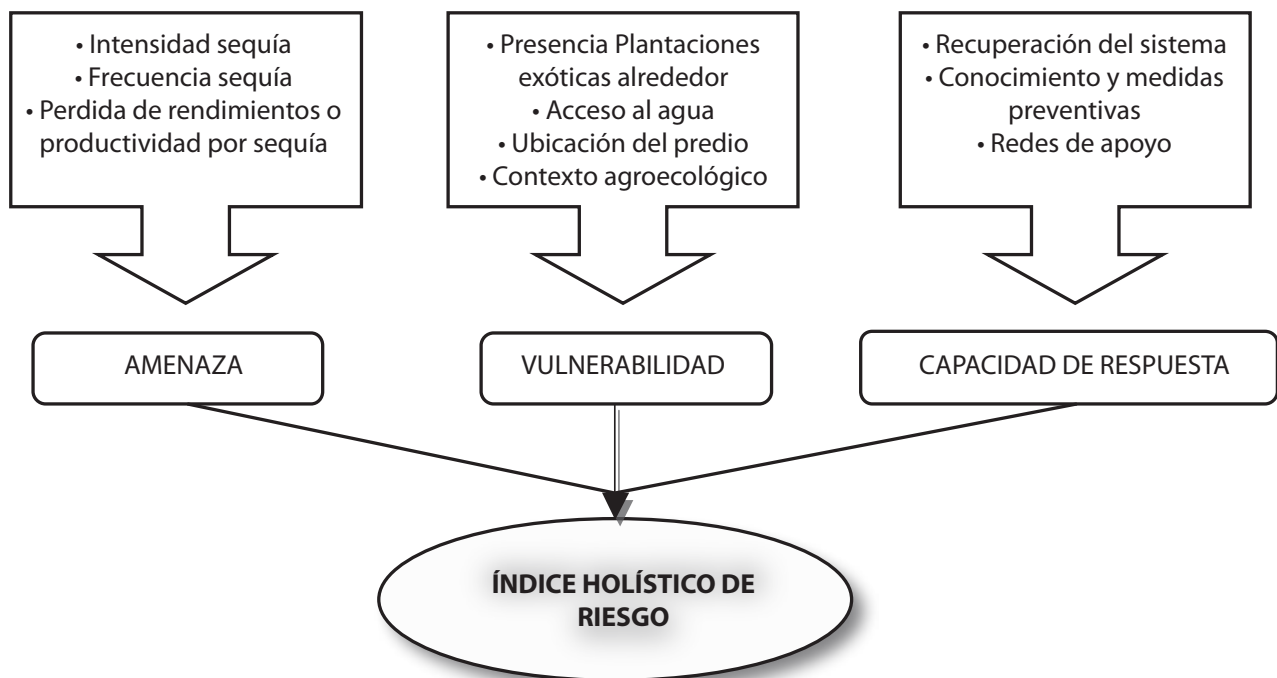
gún lo señalado por Altieri (2013), esta metodología nos puede llevar a un modelo que nos permita establecer niveles de resiliencia en predios afectados por eventos climáticos extremos. De esta forma, el riesgo resulta de la relación entre *Amenaza, Vulnerabilidad y Capacidad de respuesta* como se muestra a continuación:

$$\text{Riesgo} = \frac{\text{Amenaza} + \text{vulnerabilidad}}{\text{Capacidad de respuesta}}$$

Donde se define "**Riesgo**" como la probabilidad de que un proceso amenazante pueda afectar un área por un período específico de tiempo (huracán, sequía, inundación) y que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada de productores. Por su parte la vulnerabilidad denota la incapacidad de una comunidad de productores para absorber, mediante el autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su inflexibilidad o incapacidad para adaptarse a ese cambio, que para la comunidad de productores es un riesgo. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que puede producir la ocurrencia efectiva del "proceso" de la comunidad. La "amenaza" (para una comunidad de productores) se considera como la probabilidad de que ocurra un riesgo (intensidad, frecuencia) frente al cual esa comunidad en particular y sus predios son vulnerables. Y finalmente la "capacidad de respuesta" se define como los atributos que posee un predio y las estrategias y manejos que usan los productores para reducir los riesgos de eventos climáticos y para resistir y recuperarse de los daños causados por dichos eventos. Desde este concepto podemos hablar de

adaptación ya que este se refiere a los ajustes que hacen los agricultores para reducir sus riesgos.

En este estudio se construyó el IHR en base a la amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta. A su vez, cada uno de estos tres componentes del IHR se estimó en base a 3 o 4 variables que promediadas permitieron darles un valor (Fig. 2). **Variabes de amenaza.** (i) "intensidad de la sequía" (*duración*), (ii) "frecuencia de sequías" (número de eventos/años) y (iii) "reducción de rendimiento de los cultivos" (quintales/ha), fueron determinado por medio de la encuesta socioproductiva y la percepción de los campesinos respecto de la tendencia en los últimos 10 años. **Variabes de vulnerabilidad.** (i) "superficie de plantaciones forestales" (%), utilizando la "cobertura de plantaciones forestales" (Conaf-Conama 1999) con la ubicación del predio encuestado se determinó el porcentaje del área ocupado por plantaciones forestales en un radio de 0.5 km. Cabe destacar que en el área de estudio hay presencia de empresas forestales y muchos predios del sector son utilizados con este fin. (ii) "Acceso al agua", fue determinado por medio de la encuesta socioproductiva y la percepción de los campesinos respecto de su tendencia en los últimos 10 años (entrevistas). (iii) "Contexto agroecológico," fue determinado por la evaluación a nivel predial de tres elementos en terreno: (1) número de subsistemas productivos, (2) número de especies vegetales por cada uno de ellos y (3) el número de variedades (o ecotipos) de cada especie cultivada y silvestre presente en cada sub sistema. **Variabes de capacidad de respuesta.** (i) "nivel de recuperación del sistema" se relacionó con la identificación y utilización de especies vegetales cultivadas y/o variedades (ecotipos locales) que resistan o se re-



**Figura 2.-** Esquema explicativo sobre los indicadores utilizados para determinar los valores de "amenaza", "vulnerabilidad" y "capacidad de respuesta" de las unidades campesinas estudiadas, así como el cálculo del Índice Holístico de Riesgo (IHR).

cuperen de períodos de sequía, obtenidos por medio de la encuesta socioproductiva, entrevistas y evaluación predial en terreno. (ii) “nivel de conocimiento y toma de medidas preventivas”, se relacionó con el conocimiento que tiene el agricultor y las medidas preventivas que éste realiza en su predio para enfrentar las sequías. Se obtuvo con la encuesta socioproductiva y entrevistas a campesinos. Finalmente, (iii) “redes de apoyo asociadas” se refiere a si el agricultor cuenta con redes sociales, organizaciones o instituciones (ONG, Gobierno u otras) que lo apoyen en períodos de escasez hídrica o sequías. Estas variables también fueron obtenidas por medio de encuesta socioproductiva y entrevistas, aplicándose además un proceso de análisis de redes para determinar la “magnitud” y complejidad de las mismas. Todas las variables se midieron en una escala entre 0 y 100.

## 2.6. Análisis estadístico

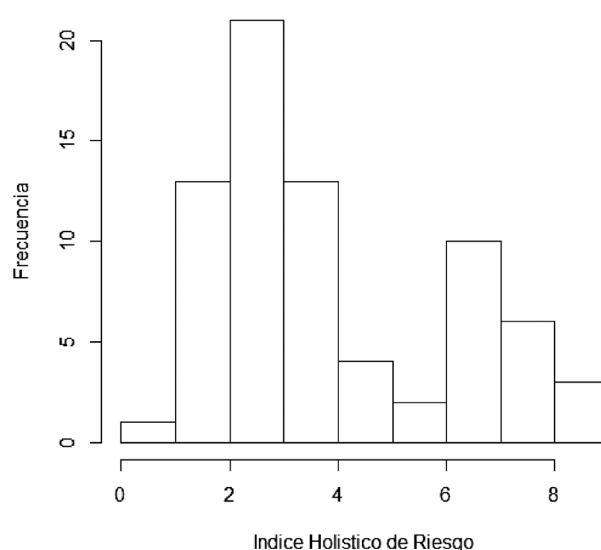
Se realizó un análisis descriptivo a las principales variables de cada uno de los indicadores. A los valores de los indicadores evaluados se les realizaron pruebas estadísticas de normalidad y posteriormente la correspondiente prueba de comparación de grupos (entre las tipologías campesinas consideradas). Los datos presentaron distribuciones no paramétricas por lo que para evaluar si el tipo de comunidad campesina tiene efecto en el IHR se utilizó la prueba de comparación de grupos Kruskal-Wallis. También se analizó la correlación con el Coeficiente de Spearman, para evaluar tanto la correlación entre los indicadores utilizados como para la correlación entre éstos y el IHR. Esto último con el objetivo de determinar la importancia de las variables recopiladas en terreno en el IHR. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa R v.2.15.0 (R Development Core Team 2012).

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Índice Holístico de Riesgo (IHR) y resiliencia socioecológica

La evaluación de las distintas variables relacionadas a los indicadores seleccionados en las 73 unidades familiares campesinas estudiadas, y el posterior cálculo IHR, muestran que una gran mayoría de las unidades campesinas (más del 70%) presentan valores de IHR menores a 4, destacando que 35 de éstas (48%) presentan valores menores a 2 (Fig. 3), lo cual de acuerdo a Barrera (2011) corresponden a niveles de riesgo bajo a muy bajo o, de acuerdo a Altieri (2013) a niveles altos o muy altos de resiliencia socioecológica (Tabla 1).

Los valores de IHR encontrados, así como su relación inversa con los niveles de resiliencia socioecológica, se condice con la realidad de la zona de estudio. La crisis del petróleo y alzas del precio del dólar de los años 80, sumado a la baja del precio de los granos y productos agrícolas, hicieron inviables gran parte de los sistemas cerealeros medianos y grandes de la zona, motivo por el cual numerosos agricultores endeudados vendieron



**Figura 3.** Frecuencia de valores de Índice Holístico de Riesgo (IHR) de comunidades campesinas del Secano Interior de La Araucanía Chilena (N=73).

**Tabla 1.** Relaciones entre valores IHR, nivel de riesgo y niveles de resiliencia socioecológica (en base a Barrera *et al.* 2011 y Altieri 2013)

Valor IHR	Nivel Riesgo	Nivel Resiliencia socioecológica
< 1	muy bajo	muy alto
1-2	bajo	Alto
2.1-4	medio	Medio
>4	alto	Bajo
>8	Muy alto	Muy bajo

sus predios a empresas forestales, las cuales establecieron extensas superficies de plantaciones para abastecer la industria de la celulosa promovida por las políticas económicas del estado de Chile a partir del decreto de ley 701 de fomento forestal. A diferencia de lo ocurrido en estas unidades de agricultura “empresarial moderna”, parte importante de los sistemas campesinos lograron sobrevivir este proceso, denotando una mayor resiliencia ante eventos económicos y de mercado (Montalba *et al.* 2011). En consecuencia, los altos niveles de resiliencia socioecológica encontrados en este estudio a condiciones de escasez hídrica y sequía son plausibles.

### 3.2. Índice Holístico de Riesgo (IHR) y niveles de resiliencia de tipologías campesinas

Los valores obtenidos para cada variable que compone los índices de amenaza, vulnerabilidad y capacidad de respuesta, expresados en escalas de 0 a 100 en función al “tipo” de campesino, son presentados en la Tabla 2. Mediante la ponderación equitativa de las variables asociadas a cada uno de estos indicadores fueron calculados a su vez los respectivos IHR en función a los “tipos” de campesinos estudiado (Tabla 3)

**Tabla 2.** Valores (mediana, máximo y mínimo) de indicadores de amenaza, vulnerabilidad, capacidad de respuesta, según tipología de campesino estudiada.

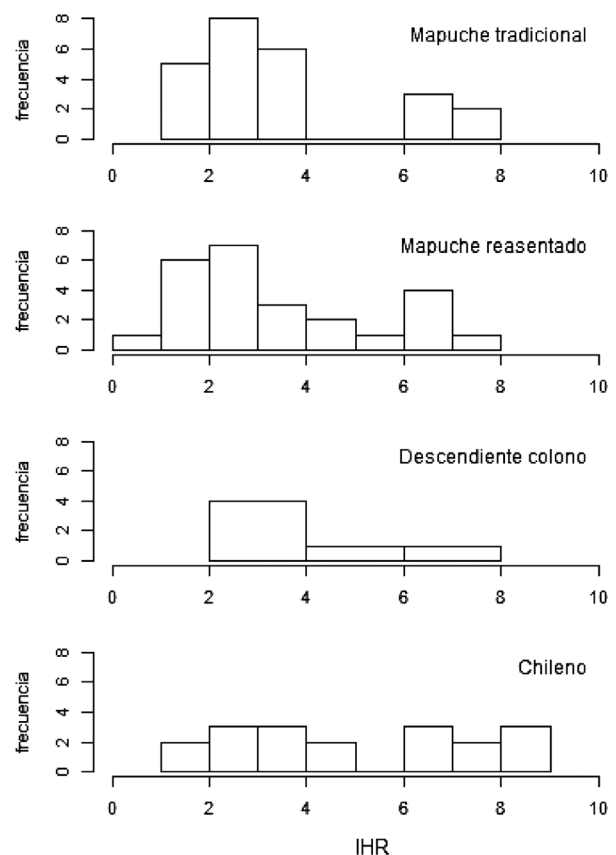
Indicadores	Amenaza			Vulnerabilidad				Capacidad de Respuesta		
	Tipo Campesino	Int. sequia	Frecuencia	Perdida cultivos	% plant. for	Acceso al agua	Ubicación	Contexto agroecol.	Nivel de recup.	Nivel de conoc.
<b>C.1</b> mapuche tradicional (N=24)	<b>33</b> (0-66)	<b>100</b> (0-100)	<b>100</b> (0-100)	<b>0</b> (0-100)	<b>99</b> (66-99)	<b>33</b> (33-33)	<b>40.9</b> (18-68.8)	<b>100</b> (0-100)	<b>50</b> (0-50)	<b>0</b> (0-50)
<b>C.2</b> Mapuche Reasentado (N=25)	<b>33</b> (0-99)	<b>100</b> (0-100)	<b>100</b> (0-100)	<b>0</b> (0-100)	<b>99</b> (33-99)	<b>33</b> (0-33)	<b>35.7</b> (13.7-63.9)	<b>100</b> (0-100)	<b>50</b> (0-100)	<b>0</b> (0-100)
<b>C.3</b> Descendiente colono (N=6)	<b>49.5</b> (0-66)	<b>100</b> (0-100)	<b>75</b> (50-100)	<b>12.5</b> (0-100)	<b>99</b> (33-99)	<b>0</b> (0-33)	<b>35.6</b> (13.9-79.3)	<b>0</b> (0-100)	<b>50</b> (0-100)	<b>0</b> (0-50)
<b>C.4</b> Chileno (N=18)	<b>33</b> (0-66)	<b>100</b> (0-100)	<b>50</b> (50-100)	<b>25</b> (0-100)	<b>82.5</b> (33-99)	<b>33</b> (0-66)	<b>50.255</b> (24.9-89.6)	<b>0</b> (0-100)	<b>50</b> (0-50)	<b>25</b> (0-100)

**Tabla 3.** Valores (moda, mínimo y máximo) de amenaza, vulnerabilidad, capacidad de respuesta e Índice Holístico de Riesgo (IHR), según tipología de campesino estudiada.

Tipo campesino	Amenaza	Vulnerabilidad	Cap. de Respuesta	IHR
<b>C.1</b> mapuche tradicional (N=24)	<b>77.7</b> (11-88.7)	<b>42.8</b> (32.5-69.2)	<b>26.4</b> (16.7-66.7)	<b>2.3</b> (1.7-7.9)
<b>C.2</b> mapuche reasentado (N=25)	<b>66.5</b> (16.7-99.7)	<b>42.2</b> (19.9-64.2)	<b>50</b> (16.7-100)	<b>2.1</b> (0.9-7.8)
<b>C.3</b> descendiente colono (N=6)	<b>87.9</b> (16.7-88.7)	<b>43.5</b> (17.1-62.9)	<b>16.7</b> (16.7-50)	<b>2.4</b> (2.0-7.7)
<b>C.4</b> chileno (N=18)	<b>69.2</b> (33.3-88.7)	<b>45.2</b> (22.7-76.9)	<b>16.7</b> (16.7-50)	<b>3.2</b> (1.5-8.9)

Los resultados obtenidos indican que el IHR es diferente entre los grupos, siendo el tipo de campesino lo que explica esta diferencia (Kruskal-Wallis,  $X^2 = 6.8$ ,  $df = 3$   $p = 0.079$ ). Esto coincide con la frecuencia de los valores del IHR diferenciado para cada "tipo" de campesino (Fig. 4), donde la mayor parte de los casos que presentan niveles medios a bajos (medias a altos de resiliencia) correspondieron principalmente a predios de campesinos mapuche (C.1 y C.2) y descendientes de colonos (C.3), y la mayor parte de los casos que presentan valores de IHR alto o muy alto (baja o muy baja resiliencia) correspondieron a campesinos chilenos (C.4).

Mediante el análisis de correlación se determinó el nivel de asociación de las variables evaluadas para cada indicador. Las tres variables evaluadas para el indicador "Capacidad de Respuesta" fueron las que presentan el mayor nivel de correlación (**-0.88,  $p < 0.01$** ) con el IHR. De las tres variables que lo componen, la variable más correlacionadas consistió en la presencia de especies tolerantes a la sequía o de rápida recuperación ante el fenómeno (**-0.58,  $p < 0.01$** ). En el caso de los campesinos chilenos (C.4) el IHR fue mayor, ya que la mayor parte de ellos no identifican este tipo de especies ni de variedades tolerantes a la sequía. En el caso de los colonos extranjeros (C.3), pese a conservar algunas prácticas antiguas y variedades de cultivos alimenticios traídos por los primeros colonos, señalan que han perdido muchas prácticas agrícolas antiguas, pero que a su vez han adquirido varias otras por medio del contacto y vínculos que



**Figura 4.** Histogramas de valores de IHR obtenidos para cada tipo de campesino.

mantienen con campesinos mapuche. Como ejemplo de lo anterior, el "campesino colono" que obtuvo el valor más bajo de IHR indicó que utilizaba variedades y formas de cultivo de éstas (tiempo de siembra, asociaciones) aprendidas de los mapuche, las cuales le "habrían dado resultado". Por su parte, los campesinos mapuche, independientemente del tiempo de radicación en el predio (C.1 y C.2) presentan una mayor proporción especies y/o variedades tolerantes a condiciones de déficit hídrico o que se recuperan de éste.

#### 4. CONCLUSIONES

A diferencia de lo planteado desde las fuentes oficiales (MINAGRI), que consideran que los sistemas agrícolas más tecnificados y modernos presentan mayor capacidad de resiliencia a cambios globales, tales como el cambio climático, este estudio plantea que dichas consideraciones son parciales dado que sólo consideran en su análisis las variaciones en los rendimientos productivos y económico frente a variaciones climáticas (como el aumento de la temperatura y la escasez hídrica), pero no integran variables más complejas como las socioecológicas y culturales que evidenciarían un proceso histórico de cambio y adaptación a condiciones adversas. Estas adaptaciones se encuentran en mayor grado en los sistemas agrícolas campesinos que han desarrollado prácticas culturales, estrategias agroecológicas y formas de organización socioproductiva que les conferirían mayor capacidad de resiliencia socioecológica para enfrentar los cambios ambientales globales.

Debido a los distintos procesos de coevolución y modos culturales de vinculación hombre-naturaleza, la capacidad de resiliencia socioecológica puede en parte depender del origen étnico de las comunidades campesinas (mapuche, chileno y colono extranjero).

Finalmente es importante destacar que los niveles de agrobiodiversidad de cultivos alimenticios presentes en las comunidades campesinas de La Araucanía, así como los sistemas de conocimiento y las estructuras socioproductivas vinculadas a su conservación, se encuentran directamente relacionadas con su capacidad de resiliencia socioecológica.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen el financiamiento Conicyt Chile proyecto Fondecyt N° 1120790 y Programa MEC; a IDRC Canadá proyecto N° 106963-001.

#### Referencias

Altieri MA, Nicholls CI. 2009. Cambio climático y agricultura campesina impactos y respuestas adaptativas. LEISA revista de agroecología 14: 5-8.  
Altieri MA. 2013. "Construyendo resiliencia socio-ecológica en agroecosistemas: algunas consideraciones conceptuales y metodológicas". En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático (Nicholls CI, Ríos LA, Altieri MA, eds). Proyecto REDAGRES. Medellín, Colombia, 94-104 pp.

Barrera J, Gamboa W, Gómez J, Valle J. 2011. Método Holístico para la toma de decisiones en manejo de plagas. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) Tapachula, Chiapas, México.  
CONAF -CONAMA. 1999. Catastro y evaluación de recursos Vegetacionales nativos de Chile. Proyecto CONAF-CONAMA-BIRF.  
CONAMA, 2006. Estudio sobre la Variabilidad Climática de Chile para el Siglo XXI.  
ESRI, 2013. ArcGIS Desktop versión 10.1. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.  
Folcke C. 2006. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. Global Environmental Change (16) 253-267.  
IPCC. 2007. Climate change: impacts, adaptation and vulnerability- summary.  
Ministerio Nacional de Agricultura (MINAGRI), 2010. "El cambio climático en el sector Silvoagropecuario de Chile". Gobierno de Chile.  
Maleksaeidi H, Karami E, 2013. Social-Ecological Resilience and Sustainable Agriculture Under Water Scarcity, Agroecology and Sustainable Food Systems, 37(3):262-290.  
Montalba R. 2011. Historia de la transformación del sistema hombre en el medioambiente en el secano interior de la IX Región de Chile. Una Aproximación agroecológica. Revista CUHUSO 8: 18-38.  
Montalba R, Carrasco N, Araya J. 2006. The Economic and Social Context of Monoculture Tree Plantations in Chile. World Rainforest Movement (WRM).  
R Development Core Team, 2012. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.r-project.org>  
Ríos L, Salas W, Espinosa J. 2013. Resiliencia socioecológica de los agroecosistemas. Mas que una externalidad. En Agroecología y resiliencia socioecológica: adaptándose al cambio climático (Nicholls CI, Ríos LA, Altieri MA, eds). Proyecto REDAGRES. Medellín, Colombia, 60-76 pp.  
Rouanet M, Romero L, Oriella Y, Demanet F. 1988. Áreas Agroecológicas en la IX Región.  
UN-WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2009. Climate change and water: a world water assessment programme. Special report by the United Nations World Water Assessment Programme. <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001863/186318e.pdf>  
Vargas A. 2007. Cambio climático, agua y agricultura Desde la Dirección de Liderazgo Técnico y Gestión del Conocimiento-IICA 1: 13-23.