



RIESGOS CLIMÁTICOS Y MODOS DE VIDA DE LAS FAMILIAS PRODUCTORAS DE GANADO BOVINO EN LA COSTA CHICA, MEXICO[†]

[CLIMATIC RISKS AND THE LIVELIHOODS OF CATTLE PRODUCTION FAMILIES IN THE COSTA CHICA, MEXICO]

Alejandro Gallardo-Chávez¹, Samuel Vargas-López^{1*}, Ángel Bustamante-González¹, José Nahed-Toral², J. Efrén Ramírez-Bribiesca³ and Miguel Ángel Casiano-Ventura¹

¹Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. 72760 San Pedro Cholula, Puebla, México. Email: svargas@colpos.mx

²El Colegio de la Frontera Sur, 29290 San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

³Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, 56230 Montecillo, Edo. de México.

*Corresponding author

RESUMEN

Los fenómenos meteorológicos extremos en la producción animal son comunes en las zonas tropicales costeras y tienen alto impacto en los activos de los modos de vida de las familias ganaderas. El estudio tuvo como objetivo analizar las amenazas y riesgos que representan los eventos climáticos extremos en los modos de vida de las familias productoras de bovinos de doble propósito de la Costa Chica del estado de Guerrero. Se registró información de los activos, la percepción de riesgos e impactos de las amenazas climáticas en 189 unidades de producción de ganado bovino. La información se analizó con estadística descriptiva, análisis de varianza, clúster y correspondencia simple con el paquete estadístico SAS[®]. Se identificaron seis modos de vida, con predominio de ganado-cultivos (48.7%), sólo ganado (15.3%) y ganado-cultivos-servicios (12.7%). Por el nivel de activos e ingresos, el modo de vida ganado-cultivos-comercio tuvo los valores promedios más altos, seguido de ganado-cultivos y de sólo ganado. La percepción de los riesgos climáticos fue alta y el riesgo por sequía fue el más importante. Los modos de vida con ingresos por servicios y comercio fueron los menos vulnerables a las amenazas climáticas, ya que no dependen en su totalidad de las actividades agropecuarias; contrario a lo que sucedió con el modo de vida de sólo ganado, el cual depende de los recursos naturales y tuvo impacto de huracanes, inundaciones, sequías y altas temperaturas.

Palabras clave: Huracanes; impactos climáticos; ingresos; percepción de riesgo; sequía.

SUMMARY

Extreme weather events in animal production are common in tropical coastal areas and have a high impact on the livelihoods of livestock keepers. The objective of the study was to analyze the threats and risks that extreme climatic events represent in the livelihood of the dual-purpose cattle raising families of the Costa Chica in the state of Guerrero. Information was recorded on the livelihood assets, farmer's risk perception and impacts of climatic threats on 189 production units of cattle. The information was analyzed with descriptive statistics, analysis of variance, cluster and simple correspondence with the SAS[®] statistical package. Six types of livelihood were identified, with predominance of cattle-crops (48.7%), only cattle (15.3%) and cattle-crops-services (12.7%). For the level of assets and income, the livestock-crops-commerce livelihood had the highest average values, followed by cattle-farming and only cattle. The perception of farmer's climatic and flood risk was high, and drought was the risk most important. The livelihoods with income from services and commerce were the least vulnerable to climate threats, since they do not depend entirely on agricultural activities; while the only cattle livelihood was the most vulnerable, due to depends on natural resources and was affected by hurricanes, floods, droughts and high temperatures.

Keywords: Hurricanes; climatic impacts; income; perception of risk; drought.

INTRODUCCIÓN

El sector ganadero de bovinos de doble propósito en la Costa Chica del estado de Guerrero ha transitado de una ganadería agroecológica hacia una actividad especializada. La introducción de razas de ganado, tecnología de manejo e infraestructura son las innovaciones más importantes para su desarrollo. La

orientación a una ganadería especializada está muy distante de seguir los principios agroecológicos (Beudou *et al.*, 2017). Cuando se ha estudiado a la ganadería dependiente del territorio las investigaciones se centran en el aprovisionamiento de bienes y servicios del ecosistema, como es la producción de carne y leche (Francis *et al.*, 2003), sin atender la reducción de la contaminación, el uso eficiente del

[†] Submitted June 24, 2018 – Accepted March 12, 2019. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.
ISSN: 1870-0462

agua, energía, materiales y la conservación de los recursos naturales, como se ha mencionado para los sistemas agroecológicos (Jose, 2009; Murgueitio *et al.*, 2011). En este mismo sentido, es necesario analizar qué tan vulnerable es la producción de bovinos, que tiende a la especialización, a las amenazas que representan los fenómenos climáticos adversos. Para entender estos riesgos se requiere de utilizar nuevos enfoques que valoren las interacciones entre el clima, los sistemas sociales y ecológicos (Makiya y Fraisse, 2015). Con lo cual se podrán enfrentar a los retos mundiales de la producción de alimentos, la sostenibilidad del ambiente y el desarrollo rural (Morgan-Davies *et al.*, 2014).

En este contexto, el modo de vida sostenible es un enfoque que fue utilizado para el estudio de la ganadería por Shackleton *et al.* (2001), Eakin (2005), Chaminuka *et al.* (2014) y Alary *et al.* (2014); en donde, se considera a la ganadería como parte de los activos de los modos de vida de las familias (Alary *et al.*, 2014; Cholo *et al.*, 2018) o bien al sistema de producción ganadero como una forma de vida de las familias rurales (Shackleton *et al.*, 2001; Chaminuka *et al.*, 2014). El primer enfoque fue el utilizado en este estudio. Para esto se tuvo como consideración que el ganado como activo del capital físico es la principal red de seguridad en el ahorro para la familia (Alary *et al.*, 2014). Como parte del capital financiero aporta reservas y flujo económico a través de la venta de productos y servicios (Chaminuka *et al.*, 2014; Tembo *et al.*, 2014). Como capital social, la posesión del ganado se asocia con el bienestar y el estatus en la comunidad (Marandure *et al.*, 2018). Como activo cultural la actividad ganadera contribuye a la construcción del capital social (Vázquez-García, 2013).

En cuanto al riesgo climático, según Seo (2012) se define como las perturbaciones meteorológicas frecuentes a partir de una perspectiva a largo plazo (un período de 30 años). Por lo que el riesgo climático representa la probabilidad de que se presente una amenaza hidro-meteorológica (Egeru, 2016) y que ponga en riesgo de pérdidas o daños a los bienes y recursos de las familias (Vu y Raizi, 2017). Aunque algunos autores los consideran como un tipo de riesgo nuevo, al cual la humanidad tiene que hacer frente (Thornton *et al.*, 2009), la realidad es que su incidencia y afectación a los grupos humanos es antigua (Bell, 1970).

Los principales riesgos debido a los eventos climáticos extremos señalados en la literatura son las inundaciones (Vu y Ranzi, 2017), ciclones (Zorom *et al.*, 2013), sequías (Linnerooth-Bayer y Mechler, 2006; Osbahr *et al.*, 2008; Heltberg *et al.*, 2009; Lemos *et al.*, 2013), tormentas (Heltberg *et al.*, 2009) y ondas de calor (Bett *et al.*, 2017). En el caso de México, las

principales amenazas son las sequías y los ciclones tropicales (Breña-Naranjo *et al.*, 2015). Los ciclones se presentan en las costas del Pacífico y del Atlántico, por lo que las inundaciones que ocasionan son las principales amenazas naturales (Saldaña-Zorrilla, 2008; Mercer *et al.*, 2012). La ganadería como parte de los modos de vida de las familias en el medio rural está sujeta a estos riesgos vinculados a la manifestación extrema de los elementos climáticos (Alary *et al.*, 2014). Es probable que haya diversos impactos directos e indirectos en los sistemas pecuarios que pueden afectar a la producción de forrajes, al manejo del pastoreo, la calidad de los alimentos, la exposición de los animales al calor y al frío, la dispersión de plagas y enfermedades, el uso de la tierra, la degradación de la base de recursos naturales y al comercio internacional (Howden *et al.*, 2008). El objetivo del estudio fue analizar las amenazas y riesgos que representan los eventos climáticos extremos en los modos de vida de las unidades de producción con bovinos de doble propósito de la Costa Chica del estado de Guerrero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio se realizó en la Costa Chica del estado de Guerrero, México. La región de estudio abarcó los municipios de Iqualapa, Tecoanapa, Tlacoachistlahuaca, Copala, Cuajinicuilapa, Ayutla de los Libres, Cuauhtepic, Azoyú, San Luis Acatlán, Ometepec, Marquelia, Florencio Villareal y San Marcos. La Costa Chica tiene una extensión territorial de 8,089.7 km². Se localiza entre las coordenadas 16° 17' y 17° 05' LN y 98° 04' y 99° 37' LO. El clima es cálido subhúmedo, con temperatura promedio de 25°C y precipitación promedio anual de 1200 mm, con lluvias en los meses de julio a septiembre. Es considerada una zona de alta precipitación pluvial por colindar con el Océano Pacífico. De acuerdo con la información del Gobierno del Estado de Guerrero (2015), la región Costa Chica es vulnerable por su situación geográfica, condiciones naturales y sismicidad.

Los municipios de mayor potencial ganadero son Cuajinicuilapa, Ometepec, Azoyú, Marquelia, Copala, Florencio Villareal y San Marcos. En el estudio de Hernández *et al.* (2006) se señaló que predomina la crianza de bovinos de doble propósito (producción de leche y venta de becerros al destete), con ordeña diaria o de forma estacional, venta de los becerros a los 8.2 meses de edad y peso promedio de 169.4 kg. Este criterio de comercialización es estimulado por los compradores y dan un precio preferencial a los becerros con peso menor a 200 kg. En la región, la empresa Sukarne del norte de México estableció centros de acopio de becerros.

Registro de información

El tamaño de la muestra incluyó a 189 unidades de producción de bovinos de carne y leche que participan en el Programa PROGAN de la SAGARPA. Se utilizó una precisión de 7%, para preguntas con respuesta dicotómica y probabilidad de 0.5 para ambas opciones. En el muestreo se consideraron a las unidades de producción con más de 10 bovinos, que correspondió a una población total de 3,572 unidades de producción.

Dicha investigación abordó la interacción entre los modos de vida sostenibles y la percepción del riesgo climático en la cría de ganado como un activo del capital financiero, físico y social. Para el enfoque de los modos de vida sostenibles se utilizó la metodología de McDowell y Hess (2012), Fang *et al.* (2014) y Alary *et al.* (2014). Este enfoque proporcionó los elementos para considerar que las familias deciden sus modos de vida a partir del acceso a una base de recursos naturales, del rango de activos o capitales, de sus fuentes de ingresos y del acceso a insumos. Como lo establecieron Alary *et al.* (2014), los activos juegan un papel determinante en la pobreza o riqueza y en la reducción de la vulnerabilidad, al permitir que un hogar aproveche las oportunidades disponibles, por lo tanto, se reduce su sensibilidad a los factores limitantes y aumenta su resiliencia. Para registrar la contribución de los diferentes capitales a los modos de vida en la región de estudio se obtuvo información de las variables de capital humano, capital físico, capital financiero, capital social y capital natural.

El concepto de percepción de riesgo se tomó de Grothmann y Patt (2005), así como de Smit y Wandel (2006). Se consideró como el paso que conduce a la adaptación, en donde una persona evalúa el potencial de probabilidad y el daño de una amenaza bajo la condición de que no habrá ningún cambio en su propio comportamiento. La percepción de los riesgos se estudió con la expectativa de que las tendencias actuales observadas del aumento de los eventos climáticos extremos puedan continuar en el futuro. Se registró información de la presencia de lluvias extremas (aguaceros, sequías), huracanes, inundaciones, vientos fuertes, ondas de calor, como lo señalaron Schipper y Pelling (2006), Saldaña-Zorrilla (2008), Lema y Majule (2009) y Tucker *et al.* (2010).

Análisis de datos

La información de los cuestionarios se capturó en una hoja de Excel. Las variables cuantitativas se analizaron con los procedimientos PROC UNIVARIATE, PROC GLM y PROC MEANS del paquete estadístico SAS® versión 9.4 para ambiente Windows. La agrupación de las unidades de producción a partir de los datos cuantitativos de los activos de los modos de vida se

realizó con análisis multivariado (PROC CLUSTER) y el método de agrupación de Ward (Ward, 1963). La descripción de los modos de vida se realizó con el procedimiento GLM y comparación de medias con la prueba de Tukey ajustada. Se utilizó el análisis de correspondencia simple (procedimiento CORRESP del SAS) para construir las figuras de la relación de los modos de vida con la percepción de los riesgos y los impactos que estos causan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Modos de vida de las familias ganaderas

Se identificaron seis modos de vida en las unidades de producción ganaderas evaluadas (Fig. 1). El modo de vida dominante fue el de ganado-cultivos (48.7% del total de la muestra). Este grupo está integrado por los productores con edad promedio de 61 años, escolaridad de nivel primaria, suficiente mano de obra (2.2 jornales) y 8.6 integrantes de la familia; este modo de vida tiene un nivel intermedio de activos (Fig. 2). El modo de vida de ganado-cultivos es el que proporciona alimentos a la mitad de la población mundial (Hassan y Nhemachena, 2008; Zaibet *et al.*, 2011; Tembo *et al.*, 2014; Ghahramani y Bowran, 2018). También, se ha indicado que la integración de ganado-cultivos se usa porque mejora la eficiencia para producir más alimentos con el uso de menos tierra y recursos (Rojas-Downing *et al.*, 2017); sin embargo, los modelos de simulación muestran que este modo de vida es vulnerable a los riesgos climáticos (Ghahramani y Bowran, 2018) y que las unidades de producción que lo utilizan están disminuyendo. Los productores del área de estudio siembran cultivos que utilizan para la alimentación animal, principalmente pastos (90%), maíz (78%) y sorgo (9%); estos insumos son la base de la suplementación del ganado bovino de los pequeños productores en México (Leos-Rodríguez *et al.*, 2008).

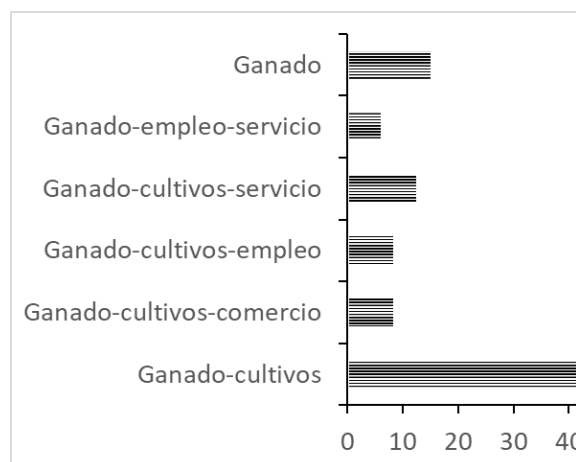


Figura 1. Modos de vida en las unidades de producción con ganado bovino de doble propósito de la Costa Chica del estado de Guerrero.

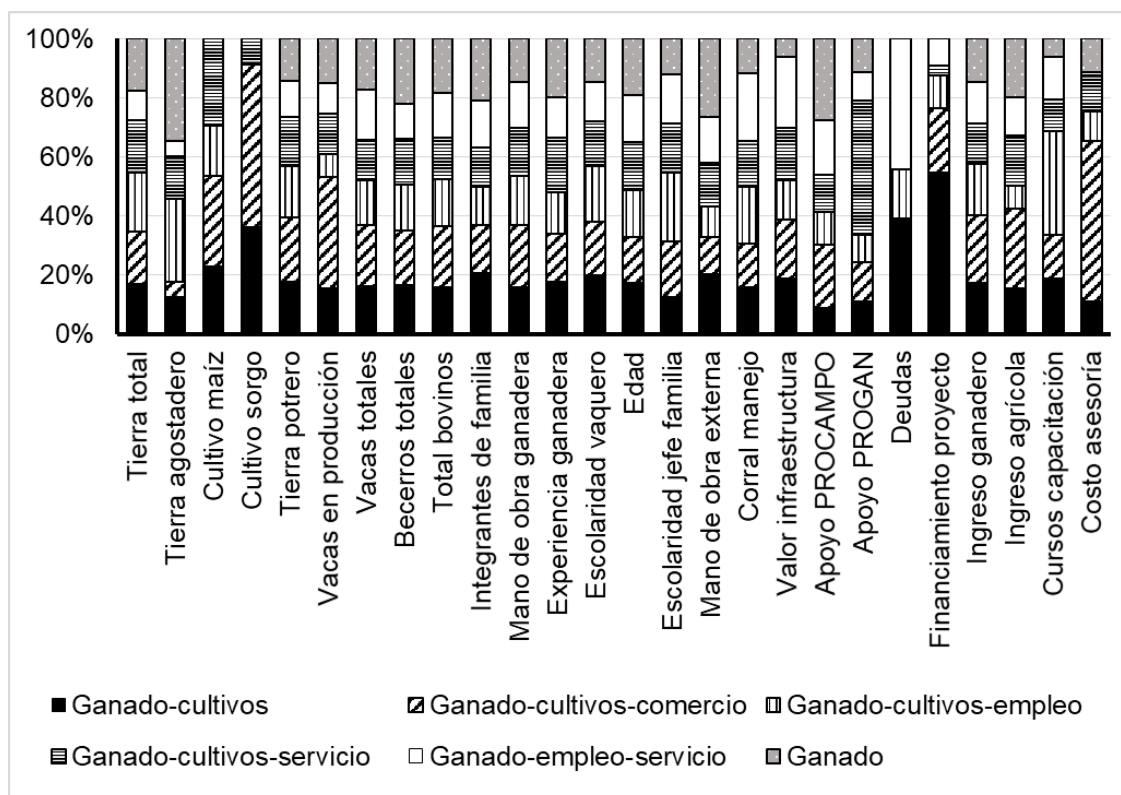


Figura 2. Aporte de los capitales a los modos de vida en las unidades de producción con ganado bovino de doble propósito de la Costa Chica del estado de Guerrero.

El segundo modo de vida en importancia fue el de sólo ganado y agrupó al 15% de los productores (Fig. 1). En este caso, los productores se orientan a la producción de becerros (100%) y una menor proporción a la producción de leche (57%), similar orientación reporta Nahed-Toral *et al.* (2013) en Chiapas. Las unidades de producción de bovinos crían además cerdos (19%), caprinos (7%) y ovinos (6%). La presencia de varias especies animales en la unidad de producción es algo común en México (Puebla *et al.*, 2015). Las familias con sólo ganado fueron diferentes ($p < 0.05$) a los otros modos de vida, los propietarios tuvieron mayor edad (66 años), número de integrantes de la familia (8.7 personas), experiencia en la ganadería (41 años) y tierra de agostaderos (38% de la tierra total). El tercer modo de vida fue el de ganado-cultivos-servicio (12.7%). En este grupo se ubican las familias con mayor cantidad de tierra total (52 ha) y tierra agrícola para el cultivo de maíz (4.5 ha). Estas unidades de producción, aunque disponen de recursos, tienen en promedio menor cantidad de bovinos (47 cabezas); sin embargo, recibieron el subsidio más alto del PROGAN con respecto a los otros grupos (30.2 mil pesos).

Los modos de vida de ganado-cultivos-comercio y ganado-cultivos-empleo tuvieron cada una el 8.5% de las unidades de producción y la crianza de ganado se combinó con actividades no agropecuarias como el comercio, carpintería, albañilería y herrería; que

también fueron reportadas en África (Zaibet *et al.*, 2011; Tembo *et al.*, 2014). Los resultados de los estudios señalan que los ingresos obtenidos por las actividades no agropecuarias son equivalentes a los ingresos agropecuarios en Tanzania (Paavola, 2008) y en China (Fang *et al.*, 2016). El modo de vida de ganado-cultivos-comercio se diferenció ($p < 0.05$) por el mayor promedio de tierra para el cultivo de maíz (5 ha), área de praderas (43 ha), mano de obra (3 jornales), vacas en producción (17 cabezas) e ingreso ganadero anual (15 mil pesos por vaca). El modo de vida de ganado-cultivos-empleo tuvo a los jefes de familia con la mayor escolaridad promedio (13 años), cursos de capacitación recibidos (2 cursos por año) y tierra total (57 ha).

Percepción de riesgos climáticos

En la percepción de los riesgos climáticos, 97% de los productores identificaron a las amenazas de huracanes, tormentas de baja intensidad, aguaceros torrenciales, inundaciones, ondas de calor, sequías y vientos fuertes (Fig. 3). Lo anterior, coincide con estudios donde se ha señalado que los productores en África tuvieron un recuerdo muy claro del aumento de la temperatura (Mertz *et al.*, 2009), la disminución de la precipitación (Bryan *et al.*, 2013; Okonya *et al.*, 2013), aumento de inundaciones, sequías, estaciones secas prolongadas y tormentas (Silvestri *et al.*, 2012; Okonya *et al.*, 2013).

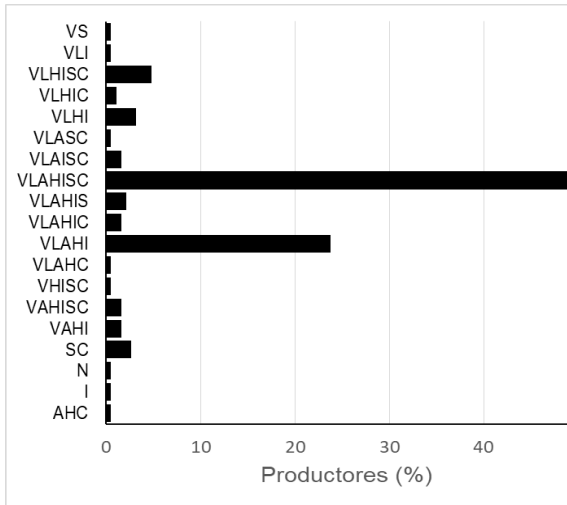


Figura 3. Percepción de las amenazas climáticas para el periodo 2000-2016 en las unidades de producción con ganado bovino de doble propósito de la Costa Chica del estado de Guerrero.

Eventos climáticos: Vientos fuertes (V), tormenta tropical baja intensidad (L), aguaceros torrenciales (A), huracán (H), inundación (I), sequía (S), ondas de calor (C), Ninguna (N).

El riesgo por sequía fue el más importante para los productores del estudio, resultados similares se encontraron en Mongolia (Batima, 2006), Kenia (Bryan *et al.*, 2013), México (Campos *et al.*, 2014), Egipto (Alary *et al.*, 2014) y Etiopía (Debela *et al.*, 2015). Según los productores del estudio, del año 2000 a 2016, el 67% de ellos identificaron al 2015 como el año con mayor sequía y que la menor precipitación se registró en los años 2014 y 2016 (36% de productores). En la presencia de huracanes del 2000 al 2016, el 93% de los productores enfrentaron este riesgo, y fue en el año 2013 cuando el 5% de los productores registraron pérdidas en sus activos. Esto fue reafirmado por Coutino *et al.* (2017), al citar que en septiembre del año

2013 las costas del Océano Pacífico fueron azotadas por el huracán Manuel, con categoría I y precipitación de 20 mm en 10 minutos, que trajo devastación en la infraestructura y bienes de la región. Otros huracanes con menor impacto en la región fueron el huracán Carlos y Patricia en el 2015, con daños por árboles caídos. Los desastres debido a los huracanes son comunes en las regiones tropicales (Rakotobe *et al.*, 2016), sobre todo en aquellos campesinos que dependen de la agricultura como medio de subsistencia y padecen inseguridad alimentaria crónica. Los aguaceros como riesgo climático fueron mencionados por 98% de los productores y 86% de ellos consideró al año 2013 como el de mayores aguaceros e inundaciones en la región.

Asociación del modo de vida con riesgos climáticos

La asociación de los modos de vida con la percepción de riesgos climáticos se presenta en la Figura 4. Los seis fenómenos climáticos adversos que abarcó el estudio fueron percibidos por 52% de los productores. El modo de vida de ganado-cultivos-empleo, que se ubica en la parte superior derecha de la Figura 4, agrupó a las unidades de producción menos vulnerables a los riesgos climáticos, al no depender 100% de la actividad ganadera; aunque los datos de temperatura y precipitación muestran la presencia de eventos climáticos extremos (Figura 5). Para los modos de vida de ganado-cultivos-comercio, ganado-cultivos-servicio y ganado-cultivos, ubicados en el cuadrante inferior izquierdo de la Figura 4, no percibieron el riesgo de sequía, por contar con los insumos y recursos para hacer frente a este fenómeno. En la parte superior izquierda de la Figura 4 se encuentran los modos de vida de sólo ganado y ganado-empleo-servicio, los cuales consideraron como riesgos a la mayoría de los eventos climáticos extremos que se presentaron en la región.

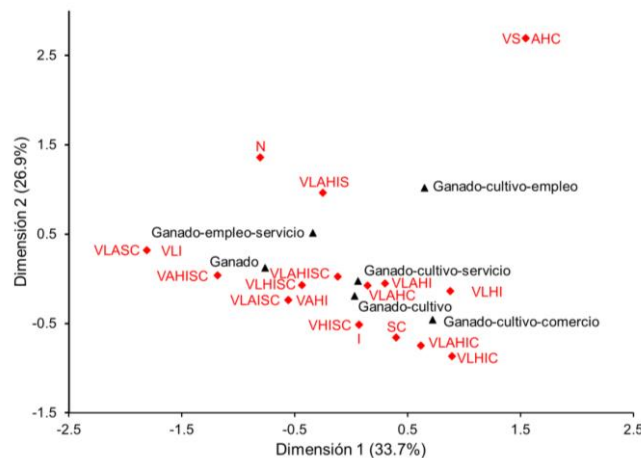


Figura 4. Análisis de correspondencia de los modos de vida con la percepción de riesgos climáticos en los productores de bovinos de doble propósito de la Costa Chica del estado de Guerrero.

Eventos climáticos: vientos fuertes (V), tormenta tropical baja intensidad (L), aguaceros torrenciales (A), huracán (H), inundación (I), sequía (S), ondas de calor (C), Ninguna (N).

En la asociación de los impactos de los riesgos climáticos se encontró que los modos de vida de ganado-cultivos-servicio y ganado-cultivos-comercio tuvieron escasos daños (Fig. 6), aunque hubo la presencia precipitación y temperatura extremas. En el cuadrante inferior derecho de la Figura 6 se encuentran los modos de vida de ganado-cultivos-empleo, ganado-empleo-servicio y ganado-cultivos, los cuales comparten daños por exceso y escases de lluvia, así como por altas temperaturas que ocasionan ondas de

calor. En el cuadrante inferior izquierdo se encuentra el modo de vida de sólo ganado, el cual tuvo impactos por huracanes, inundaciones, sequía y calor. Lo anterior, coincide con lo señalado por Rodima-Taylor *et al.* (2012), en el sentido de que los impactos son más pronunciados entre las familias cuyos modos de vida se basan principalmente en los recursos naturales y donde, los fenómenos climáticos extremos causan transformaciones a largo plazo en los sistemas sociológicos locales.

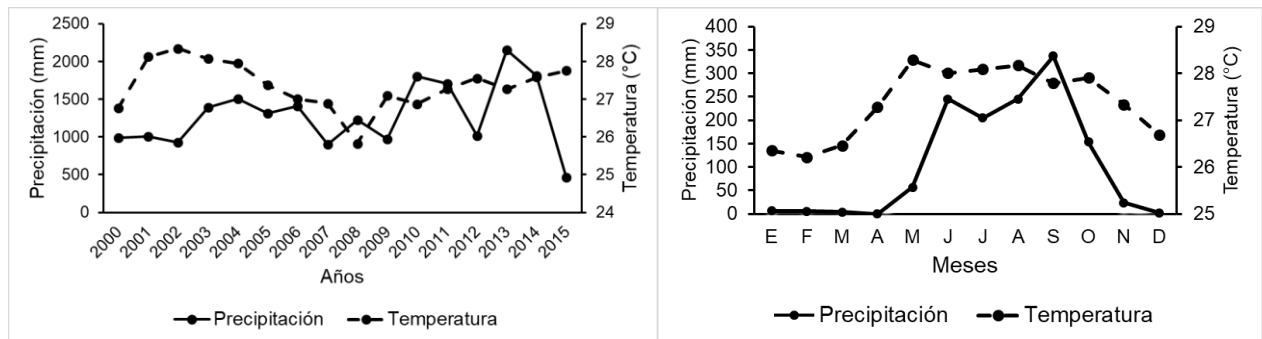


Figura 5. Tendencias de la precipitación y la temperatura en un periodo 2000-2015 en la Costa Chica del estado de Guerrero (adaptado de CONAGUA, 2017).

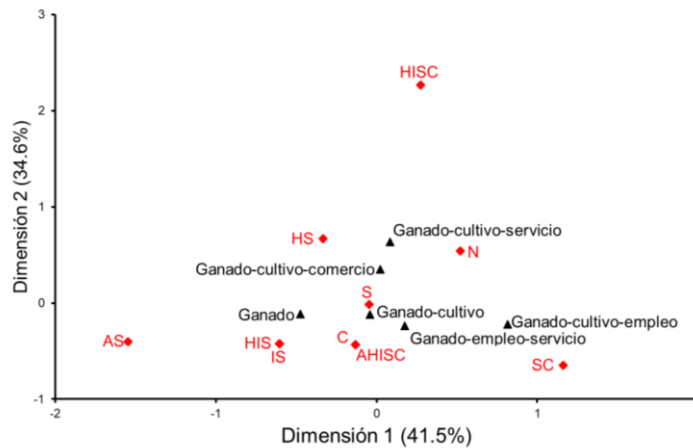


Figura 6. Análisis de correspondencia de los modos de vida con los eventos climáticos que causaron daños en las unidades de producción con ganado bovino de doble propósito de la Costa Chica del estado de Guerrero. Eventos climáticos: vientos fuertes (V), tormenta tropical baja intensidad (L), aguaceros torrenciales (A), huracán (H), inundación (I), sequía (s), ondas de calor (C), Ninguna (N).

CONCLUSIONES

Las familias productoras de ganado bovino de doble propósito de la Costa Chica del estado de Guerrero tuvieron una alta percepción de la presencia de eventos climáticos adversos e identificaron diferente nivel de impacto en los activos de los modos de vida de sus unidades de producción. Las sequías, huracanes, inundaciones y altas temperaturas son las amenazas que mayor riesgo representaron para los ganaderos. Las familias de los modos de vida de sólo ganado y ganado-empleo-servicio tuvieron mayor percepción de

los riesgos climáticos. Las familias con ingresos no agropecuarios fueron menos afectadas por los eventos climáticos extremos, en tanto que las más vulnerables fueron las del modo de vida de sólo ganado, por depender en su totalidad de los recursos naturales para la producción ganadera.

REFERENCIAS

Alary, V., Messad, S., Aboul-Naga, A., Osman, M.A., Daoud, I., Bonnet, P., Juanes, X., Tourrand, J.F. 2014. Livelihood strategies and the role

- of livestock in the processes of adaptation to drought in the Coastal Zone of Western Desert (Egypt). *Agricultural Systems*. 128:44-54.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2014.03.008>
- Batima, P. 2006. Climate change vulnerability and adaptation in the livestock sector of Mongolia. International START Secretariat: Washington DC. 204-209.
http://sedac.ciesin.columbia.edu/aiacc/progress/FinalRept_AIACC_AS06.pdf
- Bell, B. 1970. The oldest records of Nile floods. *The Geographical Journal*. 136:569-573.
<http://www.jstor.org/stable/1796184>
- Bett, B., Kiunga, P., Gachohi, J., Sindato, C., Mbotha, D., Robinson, T., Lindahl, J., Grace, D. 2017. Effects of climate change on the occurrence and distribution of livestock diseases. *Preventive Veterinary Medicine*. 137:119-129.
<https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2016.11.019>
- Beudou, J., Guillaume, M., Ryschawy, J. 2017. Cultural and territorial vitality services play a key role in livestock agroecological transition in France. *Agronomy for Sustainable Development*. 37:1-11.
<https://doi.org/10.1007/s13593-017-0436-8>
- Breña-Naranjo, J.A., Pedrozo-Acuña, A., Pozos-Estrada, O., Jiménez-López, S.A., López-López, M.R. 2015. The contribution of tropical cyclones to rainfall in Mexico. *Physics and Chemistry of the Earth*. 83:111-122.
<https://doi.org/10.1016/j.pce.2015.05.011>
- Bryan, E., Ringler, C., Okoba, B., Roncoli, C., Silvestri, S., Herrero, M. 2013. Adapting agriculture to climate change in Kenya: Household strategies and determinants. *Journal of Environmental Management*. 114:26-35.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.10.036>
- Campos, M., Velázquez, A., McCall, M. 2014. Adaptation strategies to climatic variability: A case study of small-scale farmers in rural Mexico. *Land Use Policy*. 38:533-540.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.12.017>
- Chaminuka, P., Udo, H.M.J., Eilers, K.C.H.A.M., Van der Zijpp, A. 2014. Livelihood roles of cattle and prospects for alternative land uses at the wildlife/livestock interface in South Africa. *Land Use Policy*. 38:80-90.
<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2013.10.007>
- Cholo, M.S., Busayo, O. I., Chaminuka, P. 2018. Economic analysis of integrated game-livestock farming as an alternative land use option in Rural Limpopo province, South Africa. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 42:407-431.
<https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1373382>
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2017. Información climatológica del estado de Guerrero. Consultado junio 2018.
<http://smn.conagua.gob.mx/es/informacion-climatologica-ver-estado?estado=gro>
- Coutino, A., Stastna, M., Kovacs, S., Reinhardt, E. 2017. Hurricanes Ingrid and Manuel (2013) and their impact on the salinity of the Meteoric Water Mass, Quintana Roo, Mexico. *Journal of Hydrology*. 551:715-729.
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2017.04.022>
- Debela, N., Mohammed, C., Bridle, K., Corkrey, R., McNeil, D. 2015. Perception of climate change and its impact by smallholders in pastoral/agropastoral systems of Borana, South Ethiopia. *Springer Plus*. 4:1-12.
<https://doi.org/10.1186/s40064-015-1012-9>
- Eakin, H. 2005. Institutional change, climate risk, and rural vulnerability: Cases from Central Mexico. *World Development*. 33:1923-1938.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2005.06.005>
- Egeru, A. 2016. Climate risk management information, sources and responses in a pastoral region in East Africa. *Climate Risk Management*. 11:1-14.
<https://doi.org/10.1016/j.crm.2015.12.001>
- Fang, Y.P., Fan, J., Shen, M.Y., Song, M.Q. 2014. Sensitivity of livelihood strategy to livelihood capital in mountain areas: Empirical analysis based on different settlements in the upper reaches of the Minjiang River, China. *Ecological Indicators*. 38:225-235.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.11.007>
- Fang, Y.P., Zhao, C., Rasul, G., Wahid, S.M. 2016. Rural household vulnerability and strategies for improvement: An empirical analysis based on time series. *Habitat International*. 53:254-264.
<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.11.035>
- Francis, C., Lieblein, G., Gliessman, S., Breland, T.A., Creamer, N., Harwood, R., Salomonsson, L., Helenius, J., Rickerl, D.,

- Salvador, R., Wiedenhoef, M., Simmons, S., Allen, P., Altieri, M., Flora, C., Poincelot, R. 2003. Agroecology: The Ecology of Food Systems. *Journal of Sustainable Agriculture*. 22:99-118.
https://doi.org/10.1300/J064v22n03_10
- Ghahramani, A., Bowran, D. 2018. Transformative and systemic climate change adaptations in mixed crop-livestock farming systems. *Agricultural Systems*. 164:236-251.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.04.011>
- Gobierno del Estado de Guerrero. 2015. Programa regional Costa Chica 2015-2010. Chilpancingo, Gro. Consultado mayo de 2018.
http://i.guerrero.gob.mx/uploads/2016/10/CO_STA-CHICA.pdf
- Grothmann, T., Patt, A. 2005. Adaptive capacity and human cognition: The process of individual adaptation to climate change. *Global Environmental Change*. 15:199-213.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.01.002>
- Hassan, R., Nhemachena, C. 2008. Determinants of African farmers' strategies for adapting to climate change: Multinomial choice analysis. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*. 2:83-104.
<https://www.researchgate.net/publication/46534644>
- Heltberg, R., Bennett, S.P., Lau, J.S. 2009. Addressing human vulnerability to climate change: Toward a 'no-regrets' Approach. *Global Environmental Change*. 19:89-99.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.11.003>
- Hernández, V.D., Herrera, H.J.G., Pérez, P.J., Vázquez, A.S. 2006. Índice de sustentabilidad para el sistema bovino de doble propósito en Guerrero, México. *REDVET*. Consultado abril de 2016.
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>
- Howden, S. M., Crimp, S. J., Stokes, C. J. 2008. Climate change and Australian livestock systems: impacts, research and policy issues. *Australian Journal of Experimental Agriculture*. 48:780-788.
<https://doi.org/10.1071/EA08033>
- Jose, S. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agroforest Syst* (2009) 76, 1–10. DOI 10.1007/s10457-009-9229-7
- Lema, M.A., Majule, A.E. 2009. Impacts of climate change, variability and adaptation strategies on agriculture in semi-arid areas of Tanzania: The case of Manyoni District in Singida Region, Tanzania. *African Journal of Environmental Science and Technology*. 3:206-218. <http://hdl.handle.net/10625/40005>
- Lemos, M.C., Agrawal, A., Owen, J., Eakin, H., Nelson, D., Engle, N. 2013. Building adaptive capacity to climate change in less developed countries. In *climate science for serving society*. Springer Netherlands. USA. 437-457.
https://doi.org/10.1007/978-94-007-6692-1_16
- Leos-Rodríguez, J.A., Serrano-Páez, A., Salas-González, J.M., Ramírez-Moreno, P.P., Sagarnaga-Villegas, M. 2008. Caracterización de ganaderos y unidades de producción pecuaria beneficiarios del programa de estímulos a la productividad ganadera (PROGAN) en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 5:213-230.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722008000200005&lng=es&nrm=iso
- Linnerooth-Bayer, J., Mechler, R. 2006. Insurance for assisting adaptation to climate change in developing countries: a proposed strategy. *Climate Policy*, 6:621-636.
- Makiya, I.K., Fraisse, C.W. 2015. Sustainability initiatives driving supply chain: Climate governance on beef production system. *Journal of Technology Management & Innovation*. 10:215-224.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242015000100016>
- Marandure, T., Makombe, G., Dzama, K., Hoffmann, W., Mapiye, C. 2018. Towards a system-specific framework for the sustainability evaluation of low-input ruminant meat production systems in developing countries. *Ecological Indicators*. 85:1081-1091.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.11.015>
- McDowell, J.Z., Hess, J.J. 2012. Accessing adaptation: Multiple stressors on livelihoods in the Bolivian highlands under a changing climate. *Global Environmental Change*. 22:342-352.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.11.002>
- Mercer, K.L., Perales, H.R., Wainwright, J.D. 2012. Climate change and the transgenic adaptation strategy: Smallholder livelihoods, climate justice, and maize landraces in Mexico. *Global Environmental Change*. 22:495-504.

- <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.01.003>
- Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A., Diouf, A. 2009. Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental Management*. 43:804-816. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9197-0>
- Morgan-Davies, J., Morgan-Davies, C., Pollock, M.L., Holland, J.P., Waterhouse, A. 2014. Characterization of extensive beef cattle systems: Disparities between opinions, practice and policy. *Land Use Policy*. 38:707-718. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2014.01.016>
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest. Ecol. Manag.* 261, 1654-1663.
- Nahed-Toral, J., Valdivieso-Pérez, A., Aguilar-Jiménez, R., Cámara-Cordova, J., Grande-Cano, D. 2013. Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *Journal of Cleaner Production*. 57:266-279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.020>
- Okonya, J.S., Syndikus, K., Kroschel, J. 2013. Farmers' perception of and coping strategies to climate change: Evidence from six agro-ecological zones of Uganda. *Journal of Agricultural Science*. 5:252-263. <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n8p252>
- Osbahr, H., Twyman, C., Adger, W.N., Thomas, D.S. 2008. Effective livelihood adaptation to climate change disturbance: scale dimensions of practice in Mozambique. *Geoforum*. 39:1951-1964. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2008.07.010>
- Paavola, J. 2008. Livelihoods, vulnerability and adaptation to climate change in Morogoro, Tanzania. *Environmental Science & Policy*. 11:642-654. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2008.06.002>
- Puebla, A.S., Rebollar, R.S., Albarrán, P.B., García, M.A., Arriaga, J.C.M. 2015. Análisis técnico económico de sistemas de bovinos doble propósito en Tejupilco, Estado de México, en la época de secas. *Investigación y Ciencia*. 23:13-19.
- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67443217002>
- Rakotobe, Z.L., Harvey, C.A., Rao, N.S., Dave, R., Rakotondravelo, J.C., Randrianarisoa, R.S., Andriambolantsoa, R., Razafimahatratra, H., Rabarijohn, R.H., Rajaofara, H., Rameson, H., MacKinnon, J.L. 2016. Strategies of smallholder farmers for coping with the impacts of cyclones: A case study from Madagascar. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 17:114-122. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2016.04.013>
- Rodima-Taylor, D., Olwig, M.F., Chhetri, N. 2012. Adaptation as innovation, innovation as adaptation: An institutional approach to climate change. *Applied Geography*. 33: 107-111. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2011.10.011>
- Rojas-Downing, M.M., Nejadhashemi, A.P., Harrigan, T., Woznicki, S.A. 2017. Climate change and livestock: Impacts, adaptation, and mitigation. *Climate Risk Management*. 16:145-163. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2017.02.001>
- Saldaña-Zorrilla, S. O. 2008. Stakeholders' views in reducing rural vulnerability to natural disasters in Southern Mexico: Hazard exposure and coping and adaptive capacity. *Global Environmental Change*. 18:583-597. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.09.004>
- Schipper, L., Pelling, M. 2006. Disaster risk, climate change and international development: scope for, and challenges to, integration. *Disasters*. 30:19-38. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9523.2006.00304.x>
- Seo, S.N. 2012. Decision making under climate risks: an analysis of sub-Saharan farmers' adaptation behaviors. *Weather, Climate, and Society*. 4:285-299. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-12-00024.1>
- Shackleton, C.M., Shackleton, S.E., Cousins, B. 2001. The role of land-based strategies in rural livelihoods: The contribution of arable production, animal husbandry and natural resource harvesting in communal areas in South Africa. *Development Southern Africa*. 18:581-604. <https://doi.org/10.1080/03768350120097441>
- Silvestri, S., Bryan, E., Ringler, C., Herrero, M., Okoba, B. 2012. Climate change perception and adaptation of agro-pastoral communities in Kenya. *Regional Environmental Change*.

- 12:791-802.
<https://doi.org/10.1007/s10113-012-0293-6>
- Smit, B., Wandel, J. 2006. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*. 16:282-292.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>
- Tembo, G., Tembo, A., Goma, F., Kapekele, E., Sambo, J. 2014. Livelihood activities and the role of livestock in smallholder farming communities of Southern Zambia. *Open Journal of Social Sciences*. 2:299-307.
<http://dx.doi.org/10.4236/jss.2014.24033>
- Thornton, P.K., van de Steeg, J., Notenbaert, A., Herrero, M. 2009. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. *Agricultural Systems*. 101:113-127.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2009.05.002>
- Tucker, C.M., Eakin, H., Castellanos, E.J. 2010. Perceptions of risk and adaptation: Coffee producers, market shocks, and extreme weather in Central America and Mexico. *Global Environmental Change*. 20:23-32.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2009.07.006>
- Vázquez-García, V. 2013. Sheep production in the mixed-farming systems of Mexico: Where Are the Women? *Rangelands*. 35:41-46.
<https://doi.org/10.2111/RANGELANDS-D-13-00029.1>
- Vu, T.T., Ranzi, R. 2017. Flood risk assessment and coping capacity of floods in central Vietnam. *Journal of Hydro-environment Research*. 14:44-60.
<https://doi.org/10.1016/j.jher.2016.06.001>
- Ward, J.J.H. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*. 58:236-244.
<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1963.10500845>
- Zaibet, L., Traore, S., Ayantunde, A., Marshall, K., Johnson, N., Siegmund-Schultze, M. 2011. Livelihood strategies in endemic livestock production systems in sub-humid zone of West Africa: trends, trade-offs and implications. *Environment, Development and Sustainability*. 13:87-105.
<https://doi.org/10.1007/s10668-010-9250-z>
- Zorom, M., Barbier, B., Mertz, O., Servat, E. 2013. Diversification and adaptation strategies to climate variability: A farm typology for the Sahel. *Agricultural Systems*. 116:7-15.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.11.004>