

RESILIENCIA SOCIOECOLÓGICA: ELEMENTO CLAVE EN LA TRANSFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS

*Liliana Huitrón Gutiérrez**, *Luis Brunett, Pérez**, *Julieta Gertrudis Estrada Flores**, *León Gildardo Velázquez Beltrán***

*Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. Tel. (722) 296 5552 E-mail: icar@uaemex.mx

** Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de México. El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México. México. Tel. (722) 296 55 48
E-mail: lilianahuitrong@hotmail.com

RESUMEN

Las unidades de producción agropecuaria en pequeña escala (UPPE) son vulnerables, por sus condiciones de origen. Se encuentran constantemente amenazadas y perturbadas por factores externos e internos, que las llevan a estados resilientes, previos a superar su vulnerabilidad. Para ello, generan estrategias de subsistencia y recuperación, basadas en sus recursos naturales y conocimientos locales. Por lo anterior, resulta importante conocer ¿cuáles son las perturbaciones que impactan las UPPE? ¿Cuáles son sus estrategias y niveles de resiliencia? El objetivo del trabajo es identificar las perturbaciones que llevan a las UPPE a generar diferentes estados de resiliencia, evitando llegar a los puntos de quiebre. Se trabajó en el municipio de Ixtlahuaca, Estado de México, ubicado en el centro de México. Se seleccionaron unidades con superficies menores a una hectárea y producción agrícola y pecuaria; ubicadas en zonas geográficas y jefes de familia con algún tipo de vulnerabilidad. Participaron 10 UPPE con eventos catastróficos durante el año 2018, el análisis de la información correspondió a seis indicadores de resiliencia (tiempo de recuperación, tipo de respuesta, estrategias empleadas, puntos de equilibrio, incorpora nuevas alternativas y recuperación de recursos), derivados de sus atributos (elasticidad, amplitud, maleabilidad e histéresis). Se determinaron niveles de resiliencia, basados en las siguientes características: estabilizadora (RE), con semejanzas (RS), con diferencias (RD). Los resultados mostraron que, el tiempo de recuperación en el 60% de las UPPE, fue de mediana periodicidad de (4 a 8 meses) y el 40% restante de larga periodicidad (mayor a 12 meses). El tipo de respuesta ante la perturbación correspondió en un 80% a: reducción de gastos, sustitución de recursos y complementos, el otro 20% decidió endeudarse. La estrategia de subsistencia y recuperación de mayor importancia se basa en los animales (venta, consumo, intercambio y sustitución). Los niveles de resiliencia encontrados fueron: RE 20%, RS 60% y RD 20%.

ABSTRACT

Small-scale agricultural production units (UPPE) are vulnerable because of their conditions of origin. They are constantly threatened and disturbed by external and internal factors, which lead them to resilient states, prior to overcoming their vulnerability. To do this, they generate subsistence and recovery strategies, based on their natural resources and local knowledge. Therefore, it is important to know what are the disturbances that impact UPPE? What are your strategies and resilience levels? The objective of the work is to identify the disturbances that lead UPPE to generate different states of resilience, avoiding reaching the breakpoints. Work was worked in the

municipality of Ixtlahuaca, State of Mexico, located in central Mexico. Units with areas less than one hectare and agricultural and livestock production were selected; located in geographical areas and heads of households with some kind of vulnerability. 10 UPPE participated with catastrophic events during 2018, the analysis of the information corresponded to six indicators of resilience (recovery time, type of response, strategies used, balance points, incorporates new alternatives and derived from their attributes (elasticity, breadth, malleability and hysteresis). Resilience levels were determined, based on the following characteristics: stabilizer (RE), similarities (RS), with differences (RD). The results showed that the recovery time in 60% of UPPE was of median periodicity of (4 to 8 months) and the remaining 40% of long periodicity (greater than 12 months). The type of response to the disturbance was 80% to: reduction of expenditure, substitution of resources and supplements, the other 20% decided to borrow. The most important subsistence and recovery strategy is based on animals (sale, consumption, exchange and substitution). The resilience levels found were: RE 20%, RS 60% and RD 20%.

INTRODUCCIÓN

En el mundo, la mayoría de unidades de producción agropecuaria en pequeña escala (UPPE) son vulnerables, por sus condiciones de origen; exposición a cambios climáticos, recursos económicos limitados, bajo acceso tecnológico y escasos recursos naturales. Se encuentran constantemente amenazadas y perturbadas por factores externos e internos, que las llevan a un estado de vulnerabilidad (Pelletier *et al.*, 2016; Rigolot *et al.*, 2015). Cuando una UPPE experimenta perturbaciones, sus integrantes desarrollan habilidades, que les permiten generar estrategias productivas y de resiliencia, con el fin, de resolver y afrontar los problemas; mitigando su condición vulnerable (Thornton y Herrero, 2014). Sus estrategias están basadas principalmente en componentes sociales y ambientales; a partir de los recursos naturales disponibles y de la gama de conocimientos que el grupo o individuos poseen, generando estrategias integradas de elementos sociales y ambientales (socioecológicas) (Mekonnen *et al.*, 2019) De allí, que dentro de las UPPE, la ganadería y la agricultura son estrategias socioecológicas, que presentan vulnerabilidad derivada desde los mismos componentes, es decir; vulnerabilidad socioecológica (Berrouet *et al.*, 2018). Las UPPE después de ser perturbadas por algún evento o impacto negativo, tiende a reorganizarse, durante ese proceso, pasan por diferentes estados de resiliencia, que les permiten gestionar la tensión de los sistemas productivos, sin alterar sus funciones de manera significativa (Folke *et al.*, 2010; McGinnis y Ostrom, 2014). Deben gestionar la tensión en un intervalo donde pueda ser tolerada, reducida y resistida sin llevar al punto de quiebre y rebasar los umbrales establecidos, por el mismo sistema. Si logran superar su estado de vulnerabilidad los sistemas pueden transformarse o mejorar su estado de resiliencia (Adger, 2006; Barua *et al.*, 2014; Castillo y Velázquez, 2015)

La Resiliencia es “la tendencia de un sistema de retener su estructura organizacional y su productividad tras una perturbación”(Lin, 2011). En el marco socioecológico es la capacidad de permanecer estable, cambiando continuamente y adaptándose, sin exceder los umbrales críticos (Folke *et al.*, 2010). En cambio, para (Tittonell, 2014) es la capacidad de hacer frente a los shocks. Por lo tanto, la resiliencia tiene dos dimensiones: resistencia a los shocks (eventos extremos) y la capacidad de adaptación y recuperación del sistema. Esta última premisa, se fundamenta en el supuesto que “los sistemas tienden a estar constantemente en un punto de equilibrio y, en consecuencia, luego de sufrir una perturbación retornan de manera inmediata a este punto”, existe

una segunda supuesto que parece más apropiado “lo que hace que un sistema mantenga sus relaciones y funciones esenciales es la posibilidad de encontrar varios estados posibles luego de sufrir una perturbación” (Salas *et al.*, 2012), esto permite que los sistemas mantengan sus funciones, así como reorganizarse y renovarse socialmente (Balvanera *et al.*, 2017). Sin embargo, las perturbaciones generalmente son consideradas como eventos negativos, pero un impacto negativo en realidad puede proporcionar oportunidades permitiendo un cambio transformador y la posibilidad de volver a evaluar la situación actual, movilizar socialmente y recombinar fuentes de experiencia y conocimiento para llegar a nuevas estrategias (Ashkenazy *et al.*, 2018; Darnhofer *et al.*, 2014). Cuando una unidad experimenta perturbaciones: económicas, sociales o ambientales sus integrantes desarrollan habilidades para resolver problemas y generar respuestas favorables que permiten la supervivencia familiar (Isaacs *et al.*, 2017).

La capacidad de respuestas crea sistemas resilientes y la ausencia de ella sistemas vulnerables, los primeros por lo general persisten, se recuperan y transforman ante una perturbación y los otros pueden experimentar daños irreversibles, causando un efecto severo en la estabilidad o desaparecen (Chelleri *et al.*, 2016; Isaacs *et al.*, 2017). La teoría de la resiliencia ayuda a entender cómo los sistemas pasan de un estado adaptativo a otro, para poder prevenir el cambio a un estado vulnerable e irreversible (Bevacqua *et al.*, 2018; Rajesh *et al.*, 2018; Sietz y Feola, 2016). Cuando se considera que la resiliencia es el estado final, o “estado deseado” por ende, le preceden otros estados que pueden no ser indeseados pero no óptimos, si bien, justificados por los valores y estándares sociales (Tanner, 2015). Los sistemas pueden evitar llegar a un estado vulnerable mejorando la resiliencia, si se desarrolla resistencia a pequeños choques y a cambios en corto plazo, evitando choques mayores y mejorando la capacidad para hacer frente a largo plazo (Asfaw *et al.*, 2018; Baird y Gray, 2014). Además en la medida que es posible modificar las tendencias no deseables de un sistema mediante intervenciones o mecanismos regulatorios apropiados se reduce el riesgo y se aumenta la resiliencia (Nahed *et al.*, 2013).

El presente trabajo tiene por objetivo identificar las perturbaciones que llevan a las UPPE, a generar diferentes estados de resiliencia evitando llegar a los puntos de quiebre.

MATERIALES Y MÉTODOS

La mayoría de metodologías utilizadas en trabajos sobre vulnerabilidad se usan a nivel regional, estatal o nacional, por lo que, es importante estudiar el fenómeno en escalas menores que aporten análisis locales. El análisis se basó en la propuesta teórico- metodológica de Hernández y otros 2002, para evaluar resiliencia en ecosistemas terrestres degradados, adecuando y modificando, utilizando los conceptos propuestos para elaborar los indicadores con base a las propiedades de resiliencia establecidas por los autores: *elasticidad*, se refiere a la rapidez en la recuperación del estado inicial tras el cese de la perturbación y es una de las propiedades más consideradas dentro del análisis y se mide mediante el tiempo transcurrido; *amplitud*, es el umbral de perturbación por encima del cual no es posible el retorno al estado inicial (entra en estado o estados de equilibrio); *maleabilidad*, es el grado en que el nuevo estado estacionario establecido tras la perturbación difiere del original, se mide como porcentaje de semejanzas respecto al inicial e *histéresis*, mide el grado del patrón de degradación bajo una perturbación crónica

Las UPPE primero se analizaron por sus propiedades resilientes y después se determinó sus niveles de resiliencia, con base en, sus características: *estabilizadora (RE)*, permite que la unidad se estabilice en corto o mediano plazo debido a que la perturbación no es intensa, por lo que el sistema regresa casi al punto de partida, *con semejanzas (RS)*, las unidades de producción no modifican su estructura o funcionamiento, pero si incorporan nuevos conocimientos, se mide con el porcentaje de semejanzas que presenta la unidades después de ser impactada, *con diferencias (RD)*, las unidades con diferencias son las que incorporaron nuevas formas productivas al sistema, y se mide por el porcentaje de diferencia que presenta la unidad después de ser impactada.

El trabajo de campo se realizó en el municipio de Ixtlahuaca, Estado de México, ubicado al centro del país y es el segundo a nivel nacional con el mayor número de UPPE (INEGI, 2016). El municipio se caracteriza por ser una zona en transición rural-urbano y con nuevos corredores industriales, propiciando la reconversión del campesino. El clima es templado, subhúmedo, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5 al 10.2% del total anual. La altitud promedio es de 2,540 msnm, tiene localidades que rebasan los 3000 msnm. Su relieve es montañosa, con elevación mayor al entorno geográfico, presenta un relieve accidentado, conformado por un conjunto de lomas con pendientes que van de 0 a 80% (ASE, 2012)

Sus sistemas productivos son principalmente agropecuarios en pequeña escala, tienen como principal sustento el maíz, cultivado en temporal (dependiente del agua de lluvia), por lo que, su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua. El ganado es diverso (bovinos, ovinos, porcinos y aves), pero reducido, los rebaños de borregos van de 1 a 7, vacas y toros son de 1 a 4, cerdos de 1 a 3, y aves de 5 a 25. Se alimentan con forrajes derivados del maíz (rastroy), granos de maíz y pastoreo en las áreas aledañas a los cultivos en zonas cercanas a la unidad productiva. La tierra es reducida, en promedio las unidades poseen 1 ha., donde se establece: vivienda, zona de cultivos y corrales, que permite una alta integración entre cultivos y animales.

La edad del jefe de familia va de los 35 a los 78 años, con un promedio de escolaridad de 5 años, sus ingresos promedio son de 5 dólares diarios. Las familias presentaron vulnerabilidades sociales como envejecimiento, jefatura femenina, desempleo, pobreza extrema, migración y discapacidad de algún miembro. Para este estudio se seleccionaron unidades con menos de una hectárea de suelo, producción animal y vegetal, ubicadas en zona geográficas vulnerables (cercanía a cuerpos de agua, altura mayor a 3000 msnm., con relieve irregular) y el jefe de familia presentaba vulnerabilidad social (indígena, mujer, pobreza o vejez).

Se eligieron de una muestra mayor, 10 UPPE, con evento catastrófico o perturbación de la unidad en el año 2018. UP1 (unidad perturbada 1), es una pareja de la tercera edad, que viven solos y el esposo se enfermó de vías urinarias y lo intervinieron quirúrgicamente, UP2, es un matrimonio joven comenzando a estructurar su unidad y la esposa tiene el primer parto por lo que requiere hospitalización y cuidados, UP3, es un matrimonio joven con tres hijos el jefe de familia se enferma de forma repentina de la vesícula, requiere operación y cuidados, no cuentan con seguro médico, tienen que solventar los gastos con ingresos propios y por el largo periodo de recuperación el jefe de familia dejó su empleo y ya lleva más de un año sin trabajar, UP4 es una familia con hijos

mayores de los 18 años, con estabilidad, pero dos de sus integrantes varones, tocan por accidente un cable de luz y se electrocutan, su recuperación implicó hospitalización y un largo periodo de curación y terapia, los jóvenes ya no pueden realizar trabajos que impliquen mucho esfuerzo, UP5 es familia con dos hijas estudiando en la universidad (con altos gastos), el jefe de familia se quedó sin un empleo remunerado por un periodo de seis meses, UP6 es una pareja de mediana edad con un hijo, el señor se quedó sin un trabajo remunerado, UP7 era una pareja de edad mayor con un hijo discapacitado, murió la esposa y el esposo se tuvo que hacer cargo del hijo. UP8 era una pareja de la tercera edad que vivían solos, se murió el esposo y ahora la señora se hace cargo de la unidad, UP9 es una pareja de edad mediana con cuatro hijos el jefe de familia migro hacia los estados unidos porque se endeudo y dejo a la esposa al frente de la unidad, UP10 es una familia de cinco integrantes viven principalmente del ganado y les robaron 3 vacas mientras las pastoreaban cerca de la vivienda.

Todas las unidades enfrentan vulnerabilidad geográfica o ecológica, las UP2, UP3, UP5, UP6, UP7 y UP8, están ubicadas en zona con terreno irregular, la zona de cultivos son laderas y rebasan los 3000 msnm, a esta altura la productividad del maíz es muy baja. Se enfrentan a vientos fuertes, a heladas y granizadas. Las UP1, UP4, UP9 y UP10, están ubicadas junto a cuerpos de agua, que se desbordan con el exceso de lluvia, también están cercanas al río Lerma (es el más contaminado de México, lleva desechos industriales y de casas), sufren contaminación del aire y de agua. Todas cultivan con riego temporal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los eventos que llevan a las UPPE al límite de los umbrales son principalmente de origen social; enfermedad 40% (cirugía emergentes y accidentes), desempleo 20% (más de seis meses sin empleo remunerado), muerte 20% (de la pareja), migración 10% (ausencia laboral del jefe de familia) y abigeato 10% (robo de ganado mayor).

El tiempo de recuperación en el 60% fue de mediana periodicidad de 4 a 8 meses (UP1, UP2, UP5, UP6, UP9 y UP10) y 40% larga periodicidad mayor a 12 meses (UP3, UP4, UP7 y UP8), no hubo de corto periodo. La recuperación depende de dos factores, el grado de impacto de la perturbación y su capacidad de respuesta, las unidades donde hubo fallecimiento de algún miembro son las de tiempos más largos de respuesta (mayor a un año), debido a la espontaneidad y alto grado del impacto. Las UP7 y UP8 (muerte) tuvieron que reemplazar funciones que realizaba el integrante que falleció, en la UP7 la esposa se encargaba del cuidado de la gallinas de su hijo discapacitado, como respuesta se vendieron todas las gallinas y el señor dejo el trabajo externo para dedicarse al cuidado de hijo. En la UP8 la señora dividió la parcela entre sus hijos porque ella ya no pudo cultivarla y sus hijos ahora le dan dinero. En los dos casos se vendió la mayor parte los hatos para los gastos funerarios y sustituyeron ingresos por apoyos del exterior (hijos).

La UP3 (enfermedad) el jefe de familia tuvo una cirugía de vesícula emergente, que lo llevó a quedarse sin trabajo y con un tiempo de recuperación largo, los gastos de la cirugía los cubrió con una vaca y el sustento de su familia lo ha hecho mediante las venta y consumo de gallinas, esta unidad se ha mantenido así durante un año, pero si no cambia la estrategia en los siguientes tres meses podrá llegar a su umbral, debido a que ya las gallinas son reducidas. La UP4 (enfermedad) donde los hijos se electrocutaron, el tiempo de recuperación fue mayor a los 12 meses, debido a los

gastos médicos de generados por dos integrantes y que a su vez fue una reducción de ingresos porque los dos aportaban mano de obra y trabajo externo, llevando a la unidad a su umbral más bajo de resistencia.

Las unidades con recuperación a mediana periodicidad fueron: la UP1 (enfermedad), el esposo enfermo de las vías urinarias, la unidad familiar está compuesta por dos personas de la tercera edad, por lo que, el tiempo de recuperación fue el mayor de los de mediano plazo, fueron ocho meses en lo que el señor se reintegró a las actividades productivas. La UP2 (enfermedad) presentó parto e integración de nuevo integrante, que generó gastos y desestabilidad, se comenzó a recuperar a los 4 meses, con la compra de gallinas. Las UP5 Y UP6, (desempleo) los jefes de familia recurrieron a otras alternativas para generar dinero, uno incorporó a su hijo mayor al mercado laboral y el otro comenzó a vender artesanías. El tiempo de respuesta fue de 4 meses y de recuperación los posteriores. La UP9 (migración del jefe de familia), comenzó a recuperarse a los 4 meses en cuanto el migrante se estabilizó en el nuevo lugar y envió dinero, que fue invertido en borregos y hortalizas. La UP10 (abigeato) tuvo robo de 3 vacas comenzó a recuperarse a los 5 meses, no logró reemplazar las mismas especies robadas, pero empezó a comprar nuevas cabezas de animales para integrarlas en los hatos.

El tipo de respuesta ante la perturbación estaba dada en tres: reducción de gastos, sustitución de recursos y complementos, 80% de UPPE redujeron gastos, evitando comprar alimento procesado para los animales, reducción de gastos escolares y de comida, evitando gastos innecesarios (uso de combustibles) o contratación de algún servicio como el del tractor, y otro 20% pidió dinero prestado a familiares o institución crediticia. El 60% de UPPE sustituyó recursos, vendió animales grandes y los reemplazaron con animales medianos o pequeños o reduciendo el tamaño de los hatos, evitaron comprar alimentos externos y la mayoría de comidas fueron preparadas principalmente con vegetales producidos internamente u hongos y yerbas comestibles (quelites) recolectadas durante el período de lluvias principalmente, también reemplazaron productos de mayor costo y calidad por otros de menor calidad, por ejemplo en la milpa se sustituyeron fertilizantes y abonos de mayor precio por unos de menor. El restante 40% de la UPPE complementó con otras actividades, como venta de artesanías, venta de mano de obra, acceso a programas gubernamentales o apoyo de algún familiar cercano.

Como estrategias para solventar el gasto generado por la perturbación el 100% vendió animales (para pago total o parcial), cuando el gasto excedió la capacidad monetaria del momento, vendieron parte de la cosecha (nunca su totalidad y solo en casos extremos), la venta total pondría en riesgo la subsistencia de los siguientes meses. Otra opción es pedir ayuda de algún familiar cercano o amigo de confianza (el apoyo mediante relaciones sociales horizontales entre personas de confianza es de las estrategias más empleadas) y por último cuando han descartado las primeras opciones piden prestado a una institución crediticia. Las UPPE se acercaron a los umbrales cuando los hatos se redujeron al 10% del número habitual o en su totalidad. Los períodos de sequía fueron largos que no permitieron generar recursos suficientes para la alimentación de los animales y de la familia, por lo que, ambos sobrevivieron con dietas de mantenimiento.

Los puntos de equilibrio, se encontraron cuando recuperaron parte de los recursos, ninguna unidad ha logrado recuperarse en su totalidad, pero si han logrado estabilidad, disminuyendo dependencia externa mediante la diversificación.

Los niveles de resiliencia establecidos fueron: RE 20%, RS 60% y RE 20%. Las RE fueron: UP1 y UP10, debido a que la perturbación no los llevo a umbrales porque antes de la perturbación estas unidades se encontraban estables y solo se desestabilizaron temporalmente, pero se recuperaron y regresaron a un punto de partida similar. Las RS, fueron: UP2, UP3, UP5, UP6, UP7 y UP8, estas unidades incorporaron nuevos conocimientos, como prevención de gastos, ampliaron su sistema de redes de apoyo, incorporaron estrategias emergentes (algunas continuaron y otras no), ampliando su margen de resiliencia. Las RD, incorporaron a su sistema productivo nuevas actividades (cultivo de hortalizas e incorporación de nuevas especies animales), modificaron algunas de sus actividades, debido a que, la perturbación les impidió hacer las actividades habituales, buscaron aprendizajes nuevos y opciones diferentes para su unidad.

En las estrategias de subsistencia y recuperación, el ganado es fundamental según, la perturbación se destina el animal o animales, para poder solventar los gastos generados por el percance, en caso de muerte o enfermedad grave (cirugías) se venden vacas, en caso de enfermedad y gastos escolares de hijos en educación media superior o superior, se venden borregos o cerdos, en caso de desempleo se utilizan las gallinas para la supervivencia. Los animales permiten sostener la unidad aproximadamente un año.

La mayoría de las estrategias empleadas se basan en estrategias productivas, que dependen de sus recursos naturales, es decir, estrategias socioecológicas, que integran conocimientos locales al manejo de recursos, con el fin de, alcanzar los puntos de equilibrio en los sistemas, mediante recolección de especies vegetales para consumo, uso eficiente del agua para cultivos y animales, optimización del suelo mediante los policultivos, o renta de espacio e incorporación de huertos. Las estrategias productivas, están basadas principalmente en la experiencia de los productores, pero en los últimos años el acceso a recursos es escaso e impredecible (como el agua de lluvia), por ello, el manejo socioecológico de la producciones, permite modificar continuamente las estrategias después de pruebas empíricas y ensayos, es decir el sistema social se ajusta a los cambios ambientales.

Durante el año 2018, las UPPE no solo afrontaron la perturbación social, también enfrentaron vientos fuertes, una granizada, un período mayor de sequía reduciendo un promedio 30% la producción de maíz. y dos de ellas reducción de superficie. Durante el periodo de resiliencia tuvieron que elevar la eficiencia de sus recursos, aumentando el consumo de pastos, arvenses y follajes para los animales, diversificar cultivos, sembrando dos veces un ciclo con maíz y otro un cultivo de ciclo corto. Por los períodos alargados de sequía, han buscado otras formas de almacenaje de agua (botes para captación de agua de lluvia) y retención de humedad en la tierra (con uso de hidrogel). El cambio climático ha hecho que en los últimos 10 años las UPPE tiendan a bajar sus niveles productivos por lo que han aumentado su resiliencia. La resiliencia permite que UPPE transformen de manera paulatina y poco perceptible. Un sistema perturbado, puede recuperar su equilibrio, pero no su anterior estado de resiliencia.

CONCLUSIONES

La capacidad de subsistencia de las unidades productivas después de sufrir una perturbación, se encuentra en los animales, ellos son lo que permiten que el sistema se mantenga mientras pasa o disminuye la perturbación. El máximo umbral de resiliencia, lo alcanzan cuando han disminuido el rebaño, que ya no tienen animales para comer o vender, por lo que, están a punto de no restablecer

el equilibrio, empezando a vender su tierra, endeudándose o migrando. La unidad productiva comienza a restablecerse en cuanto vuelve a adquirir cabezas de ganado, reponiendo los animales perdidos, comienzan comprando especies pequeñas, hasta poder adquirir las grandes.

Las unidades productivas con mayor nivel de resiliencia, son la que sufrieron perturbaciones con mayor intensidad, logrando recuperarse e incorporar a su sistema nuevos conocimientos y otras opciones productivas.

El manejo socioecológicos permite incorporar a los sistema agropecuarios nuevos los conocimientos, prácticas y tecnología para manejar de manera eficiente los recursos naturales y adecuarse a los cambios ambientales.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), por la beca otorgada para realizar estudios doctorales y a COMECYT (Consejo Mexiquense de Ciencia y Tecnología), por el apoyo otorgada para asistir al congreso.

REFERENCIAS

- Adger, W.N. (2006). Vulnerability. *Glob. Environ. Chang.* 16, 268–281.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- ASE, (Agencia de Seguridad Estatal). (2012). Atlas de riesgos Estado de México.
- Asfaw, S., Pallante, G., Palma, A. (2018). Diversification Strategies and Adaptation Deficit: Evidence from Rural Communities in Niger. *World Dev.* 101, 219–234.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.09.004>
- Ashkenazy, A., Calvão Chebach, T., Knickel, K., Peter, S., Horowitz, B., Offenbach, R. (2018). Operationalising resilience in farms and rural regions – Findings from fourteen case studies. *J. Rural Stud.* 59, 211–231. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2017.07.008>
- Baird, T.D., Gray, C.L. (2014). Livelihood diversification and shifting social networks of exchange: A social network transition? *World Dev.* 60, 14–30.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.02.002>
- Balvanera, P., Astier, M., Gurri, F.D., Zermeño-Hernández, I. (2017). Resiliencia, vulnerabilidad y sustentabilidad de sistemas socioecológicos en México. *Rev. Mex. Biodivers.*
<https://doi.org/10.1016/j.rmb.2017.10.005>
- Barua, A., Katyaini, S., Mili, B., Gooch, P. (2014). Climate change and poverty: Building resilience of rural mountain communities in South Sikkim, Eastern Himalaya, India. *Reg. Environ. Chang.* <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0471-1>
- Berrouet, L.M., Machado, J., Villegas-palacio, C. (2018). Vulnerability of socio — ecological systems: A conceptual Framework. *Ecol. Indic.* 84, 632–647.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.07.051>
- Bevacqua, A., Yu, D., Zhang, Y. (2018). Coastal vulnerability: Evolving concepts in understanding vulnerable people and places. *Environ. Sci. Policy* 82, 19–29.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.01.006>
- Castillo, V.L., Velázquez, T.D. (2015). Sistemas complejos adaptativos , sistemas socio- ecológicos y resiliencia. *Quivera* 17, 11–32.
- Chelleri, L., Minucci, G., Skrimizea, E. (2016). Does community resilience decrease social – ecological vulnerability? Adaptation pathways trade-off in the Bolivian Altiplano. *Reg. Environ. Chang.* <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1046-8>
- Darnhofer, I., Ríos, I.D.L., Knickel, K., Koopmans, M., Lamine, C., Olsson, G.A., Roest, K. De,

- Rogge, E., Šūmane, S., Tisenkopfs, T. (2014). Analytical Framework.
- Folke, C., Carpenter, S.R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., 2010. Resilience Thinking: Integrating Resilience, Adaptability and. *Ecol. Soc.* 15.
- Hernández, A.J., Urcelai, A., Pastor, J. (2002). Evaluación de la resiliencia en ecosistemas terrestres degradados encaminada a la restauración ecológica, en: Ciudad, sociedad, educación, control, caos y autorganización.
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2016). Marco Censal Agropecuario.
- Isaacs, S.A., Roman, N. V, Savahl, S. (2017). An Exploration of the Family Resilience Needs of a Rural Community in South Africa: A Sequential Explanatory Mixed Methodological Study Design. *Curr Psychol.* <https://doi.org/10.1007/s12144-017-9722-5>
- Lin, B.B. (2011). Resilience in Agriculture through Crop Diversification: Adaptive Management for Environmental Change. *Bioscience* 61, 183–193. <https://doi.org/10.1525/bio.2011.61.3.4>
- McGinnis, D.M., Ostrom, E. (2014). Social-ecological system framework: initial changes and continuing. *Ecol. Soc.* 19, 30.
- Mekonnen, Z., Woldeamanuel, T., Kassa, H. (2019). Socio-ecological vulnerability to climate change/variability in central rift valley, Ethiopia. *Adv. Clim. Chang. Res.* 10, 9–20. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2019.03.002>
- Nahed, T.J., Valdivieso, P.A., Aguilar, J.R., Cámara, C.J. (2013). Silvopastoral systems with traditional management in southeastern Mexico: a prototype of livestock agroforestry for cleaner production. *J. Clean. Prod.* 57, 266–279. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.020>
- Pelletier, B., Hickey, G.M., Bothi, K.L., Mude, A. (2016). Linking rural livelihood resilience and food security: an international challenge. *Food Secur.* <https://doi.org/10.1007/s12571-016-0576-8>
- Rajesh, S., Jain, S., Sharma, P. (2018). Inherent vulnerability assessment of rural households based on socio-economic indicators using categorical principal component analysis: A case study of Kimsar region, Uttarakhand. *Ecol. Indic.* 93–104. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.014>
- Rigolot, C., Voil, P. De, Douxchamps, S., Prestwidge, D., Wijk, M. Van, Thornton, P., Rodriguez, D., Henderson, B., Medina, D., Herrero, M. (2015). Interactions between intervention packages, climatic risk, climate change and food security in mixed crop – livestock systems in Burkina Faso. *AGSY.* <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.12.017>
- Salas, Z.W., Ríos, O.L., Álvarez, del C.J. (2012). Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. *Asoc. Argentina Ecol.* 22, 74–79.
- Sietz, D., Feola, G. (2016). Resilience in the rural Andes: critical dynamics, constraints and emerging opportunities. *Reg. Environ. Chang.* 16, 2163–2169. <https://doi.org/10.1007/s10113-016-1053-9>
- Tanner, T. (2015). Livelihood resilience in the face of climate change. *Nat. Clim. Chang.* 1, 1–4. <https://doi.org/10.1038/NCLIMATE2431>
- Thornton, P.K., Herrero, M. (2014). Climate change adaptation in mixed crop-livestock systems in developing countries. *Glob. Food Sec.* <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2014.02.002>
- Tittonell, P. (2014). Livelihood strategies, resilience and transformability in African agroecosystems. *Agric. Syst.* 126, 3–14. <https://doi.org/10.1016/J.AGSY.2013.10.010>