

Cambio climático y vulnerabilidad de los medios de vida de familias rurales en tres municipios de Madriz, Nicaragua, 2010-2022

Climate change and vulnerability of the livelihoods of rural families in three municipalities of Madriz, Nicaragua, 2010-2022

Buezo Cáceres, Lesly Josué; Rojas Meza, Jairo Emilio

 Lesly Josué Buezo Cáceres

buezolesly@yahoo.es

Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda,
Nicaragua

 Jairo Emilio Rojas Meza

Jairo.rojas@unan.edu.ni

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua
UNAN Managua / FAREM Matagalpa, Nicaragua

La Calera

Universidad Nacional Agraria, Nicaragua

ISSN: 1998-7846

ISSN-e: 1998-8850

Periodicidad: Semestral

vol. 23, núm. 40, 2023

Edgardo.jimenez@ci.una.edu.ni

Recepción: 16 Enero 2023

Aprobación: 02 Mayo 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/306/3063859009/>

DOI: <https://doi.org/10.5377/calera.v23i40.16194>



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

Resumen: La investigación tuvo la finalidad de analizar la vulnerabilidad y capacidad adaptativa de los medios de vida de familias rurales ante el cambio climático de tres municipios del departamento de Madriz (Totogalpa, Palacagüina y Telpaneca) ubicados en el corredor seco del país. Se tomó como referencia teórica principal la valoración sobre impacto, vulnerabilidad y capacidad adaptativa ante el cambio climático del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático del año 2007. La metodología utilizada fue mixta, cuantitativa y cualitativa, utilizando como instrumento principal la encuesta las cuales fueron aplicadas a familias rurales, además de grupo focal, entrevistas a actores territoriales y estudio de caso. Las variables evaluadas fueron índice de exposición, índice de sensibilidad e índice de capacidad adaptativa, desglosados en 62 indicadores. Se realizó un análisis de varianza para determinar diferencias estadísticas entre los indicadores y estadística descriptiva para determinar el grado de vulnerabilidad. Los resultados muestran que, los territorios se diferencian estadísticamente en 80 % de los indicadores. Además, la vulnerabilidad promedio ante el cambio climático es de $x\# 63.19$ para Totogalpa, $x\# 62.94$ para Palacagüina y $x\# 66.05$ para Telpaneca, siendo este último territorio, el que posee el mayor segmento de población (86.44 %) en un grado de vulnerabilidad alta (61-80). La falta de agua es la principal problemática que afecta a la mayoría de las familias en los tres municipios (98.29 %).

Palabras clave: índice de exposición, índice de sensibilidad, índice de capacidad adaptativa, medios de vida.

Abstract: The purpose of the research was to analyze the vulnerability and adaptive capacity of the livelihoods of rural families in the face of climate change in three municipalities of the department of Madriz (Totogalpa, Palacagüina and Telpaneca) located in the dry corridor of the country. The assessment of the impact, vulnerability and adaptive capacity to climate change of the Intergovernmental Panel on Climate Change in 2007 was taken as the main theoretical reference. The methodology used was mixed, quantitative and qualitative, using the survey as the main instrument and applied to rural

families, in addition to a focus group, interviews with territorial actors and a case study. The variables evaluated were exposure index, sensitivity index and adaptive capacity index, broken down into 62 indicators. A variance analysis was performed to determine statistical differences between the indicators and descriptive statistics to determine the degree of vulnerability. The results show that the territories differ statistically in 80% of the indicators. In addition, the average vulnerability to climate change is $x\# 63.19$ for Totogalpa, $x\# 62.94$ for Palacagüina and $x\# 66.05$ for Telpaneca, the latter territory being the one with the largest population segment (86.44%) in a high degree of vulnerability (61-80). The lack of water is the main problem that affects the majority of families in the three municipalities (98.29%).

Keywords: Exposure index, sensitivity index, adaptive capacity index, livelihoods.

El fenómeno del cambio climático está afectando de manera directa a familias de las zonas rurales, especialmente porque es en estas zonas donde se resienten sus efectos debido a la falta de recursos (Díaz-Cordero, 2012, p. 230) y alta dependencia de los sistemas productivos a las condiciones climáticas, que muestran cada vez mayor variabilidad. En Nicaragua, las zonas secas son especialmente vulnerables, porque el fenómeno está afectando de manera directa la disponibilidad del agua; problema que puede acrecentarse si se combina con otros elementos como la degradación ambiental. Es así, que se espera que en Nicaragua la disponibilidad del agua disminuya entre 36 % y 64 % en el mediano plazo; esto puede generar incertidumbre y problemas en los sistemas productivos; así lo indica la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, 2017, p. 1).

En el caso del departamento de Madriz, Nicaragua, ubicado en el corredor seco, está expuesto al fenómeno del cambio climático debido a su posición geográfica y se torna vulnerable por el nivel de pobreza. “Cuenta con una población total de 170 447 habitantes, de los cuales, 113 666 están en la zona rural, según el Instituto Nacional de Información de Desarrollo” (INIDE, 2019, p. 52), posee una extensión territorial de 1 708.23 km²; la zona en su mayor parte se clasifica como “Clima Seco y Árido BS1 de acuerdo con clasificación climática de Köppen, con precipitación media anual entre 650 mm y 800 mm, caracterizada por una estación seca muy severa y temperatura media anual entre 23 °C y 27 °C” [Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER, 2018, p. 8)].

Consecuentemente, los municipios considerados en este estudio (Totogalpa, Palacagüina y Telpaneca), están expuestos principalmente a la sequía (INETER, 2018). Aunque para la zona de Telpaneca, esta tiene parte de su territorio en la zona de amortiguamiento de la reserva natural Cerro El Majaste, área con condiciones semi-húmedas, sin embargo, la mayor parte de dicho municipio se ubica en zona seca.

“La vulnerabilidad es evaluada a partir de la consideración de la exposición de los sistemas a los fenómenos climáticos, la sensibilidad a esas condiciones riesgosas y su capacidad para afrontar los impactos que los afectan” (Mussetta *et al.*, 2017, p. 119). De acuerdo con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2007, pp. 778-810), “la vulnerabilidad aumenta cuando disminuye la capacidad adaptativa de un sistema” Por lo antes expuesto se planteó evaluar la vulnerabilidad entre los tres territorios frente al cambio climático, además de las diferencias en cuanto a indicadores específicos relacionados a los medios de vida de sus capitales; esto significa que pueden existir mayores brechas entre zonas aparentemente similares y que en el futuro pueden perder su aptitud productiva-agroecológica para ciertos cultivos (Bouroncle *et al.*, 2014).

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio, universo y muestra

Esta investigación se realizó en Totogalpa, Palacagüina y Telpaneca, municipios del departamento de Madriz, en la zona central norte de Nicaragua. Se consideró un universo de 655 familias de la zona rural afiliadas a la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos de Madriz (UNAG Madriz) y se utilizó muestreo probabilístico estratificado propuesto por Galindo y Ángeles (1996), resultando una muestra de 176 (59 en Totogalpa, 55 en Palacagüina y 62 en Telpaneca), con intervalo de selección de cuatro familias por estrato, quienes fueron seleccionadas y encuestadas de acuerdo al estado activo organizativo en UNAG Madriz, ubicación en la zona rural y disponibilidad de brindar información.

El estudio se enmarca en el paradigma sociocrítico (Morales, 2003), fue de tipo naturalista no experimental, observacional, de corte descriptivo y transversal (Hernández *et al.*, 2014) y de método mixto, cuanti-cualitativo.

Metodología para cálculo de vulnerabilidad (variables e indicadores)

Los indicadores seleccionados fueron 62, los que se desagregaron en índice de exposición (16), índice de sensibilidad (13) e índice de capacidad adaptativa (33), detallados a continuación:

Índice de exposición (IE)

- *Frecuencia de eventos extremos.* Sequía, inundaciones, caída de granizo, deslizamientos de tierra, lluvias intensas y huracanes.

- *Problemática ambiental.* Despale en la zona, amenaza de incendios, incidencia de enfermedades en rubro principal, incidencia de enfermedades en otros rubros, contaminación del agua, pérdidas en producción por cambio climático y pérdidas de producción por falta de fertilidad en suelos.

- *Variabilidad extrema del clima en los últimos 10 años.* Aumento de la temperatura, disminución de las lluvias e incidencia de huracanes.

Índice de sensibilidad (IS)

- *Población y salud.* Desintegración del núcleo familiar, escasez de alimentos en período crítico, nivel de dedicación solamente para producción de alimentos, nivel de dedicación a actividades de generación de ingresos, acceso a servicios básicos de salud e incidencia de la pandemia del SARS COV-2 en la familia.

- *Agrícola/pecuario.* Probabilidad de bajos rendimientos en rubro principal, en otros rubros, de no realizar buena fertilización en cultivos, dificultad para desarrollar sistemas agroforestales, la ganadería en la finca, los sistemas silvopastoriles y el crecimiento de especies forestales.

Índice de capacidad adaptativa (ICA)

- *Capital humano.* Nivel de alfabetización, acceso a la educación de la familia, asistencia técnica para su rubro principal y nivel de conocimientos de los rubros que trabaja.

- *Capital social.* Nivel de participación en la organización que pertenece, de ayuda para comercializar productos de la organización, nivel de oportunidades de participar en proyectos de la organización, de organización en entidades religiosas, nivel conocimiento de organizaciones que apoyan en legalización de propiedad, de unidades de protección civil de riesgo ante eventos naturales, de organizaciones que brindan asistencia técnica, de apoyo gubernamental para el desarrollo productivo de su finca o parcela y participación en organizaciones comunitarias.

- *Capital financiero/económico.* Valoración del apoyo de proyectos en su rubro principal, acceso a créditos, a remesas, capacidad de inversión propia para su rubro principal, acceso a mercados locales/nacionales, mercados de exportación y nivel de diversificación de ingresos.

- *Capital natural*. Recarga hídrica en la finca, nivel diversificación productiva de la finca y percepción de la fertilidad natural de los suelos.
- *Capital tecnológico/físico*. Acceso a material genético de mayor productividad, a manuales productivos de rubro principal, a tecnologías (acceso y escasez de agua) y acceso vial.
- *Capital institucional*. Nivel de conocimiento en instituciones públicas que apoyan la producción de su rubro principal, de instituciones privadas que apoyan la producción de su rubro principal, del marco jurídico para aprovechar los recursos de la finca, del registro de plantaciones forestales, del marco general de regulación de agroquímicos y de pago por servicios ambientales.

Cálculo de la vulnerabilidad y capacidad adaptativa

Se calculó y clasificó la vulnerabilidad promedio ($x\#$) ante el cambio climático en cinco grupos: muy baja (0-20), baja (21-40), media (41-60), alta (61-80), muy alta (81-100). La vulnerabilidad (V) final se calcula sumando el índice de exposición (IE) con el índice de sensibilidad (IS) y luego restando el índice de capacidad adaptativa (ICA) $V = (IE + IS) - ICA$, según IPCC (2007), Monterroso *et al.* (2012), Baca *et al.* (2014) y Schilling *et al.* (2020).

Registro y análisis de datos

Se utilizó la encuesta como instrumento principal con valoración de escalas muy baja (1), baja (2), media (3), alta (4) y muy alta (5) para todos los indicadores, previa validación con expertos externos y personal técnico de proyectos. Además, se realizaron pruebas piloto con técnicos y se aplicó prueba estadística de Alpha de Cronbach para validación del instrumento (Standardized alpha = 0.8753) con el programa estadístico R.

El registro de información se realizó con la plataforma digital online Kobo toolbox (Kobotoolbox, 2022). Posteriormente se usó la aplicación kobo collect para Android para recolectar la información en campo con la respectiva ubicación mediante GPS (sistema de posicionamiento global). Se realizó análisis descriptivo de cada zona en general y análisis estadístico con pruebas de ANOVA (análisis de varianza) para estimar diferencias estadísticas en los territorios por cada indicador mediante R estadístico.

Triangulación de la información, consideraciones éticas y validez de la investigación

Se realizaron cuatro entrevistas a actores territoriales y expertos externos y un estudio de caso de un productor con alto nivel de capacidad adaptativa, para conocer experiencias exitosas replicables. También se realizó un grupo focal para validar y devolver los resultados. A cada persona considerada en el estudio, se le dio a conocer el nombre, los objetivos y la importancia del estudio para su territorio mediante consentimiento informado oral para participar o no como encuestado.

Se aplicó prueba estadística de Alpha de Cronbach para la validación del instrumento (*Standardized alpha* = 0.8753) (Cronbach, 1951) con el programa estadístico R. Además, cada encuesta representa un punto de ubicación mediante GPS propio de la plataforma digital *kobo toolbox* (Kobotoolbox, 2022), el cual puede ser auditado y verificado en campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de exposición (IE)

Eventos extremos. Los municipios presentan diferencias estadísticas (p -valor, significativo en el nivel del 0.05 de probabilidad) en su nivel de afectación por inundación ($p < 0.00257$), donde Totogalpa es el más afectado. Para el caso de deslizamientos de tierra ($p < 0.0000662$), lluvias intensas ($p < 0.000000019$) e incidencia de huracanes (0.0000464), Telpaneca es el territorio que presenta la mayor afectación. Esto se explica porque “en esta zona, la pendiente es mayor en comparación a los demás municipios” (Pineda *et al.*, 2016, p. 190), esto asociado a los problemas generados a partir de los huracanes IOTA y ETA en el 2020, que causaron daños y estragos, especialmente en la agricultura. Por su parte Vergara *et al.* (2011, p 48), refieren que el nivel de daño influye en la percepción de afectación de los medios de vida de la familias; “lo que podría ser mayor en un futuro cercano cuando aumente la variabilidad climática y la recurrencia de fenómenos extremos” (IPCC, 2021, p. 2). Además la incidencia de granizo ($p < 1.48e-15$), es similar en Totogalpa y Palacagüina; aunque sigue estando en nivel bajo para los dos territorios ($x\#$ 40); fenómeno que se presenta ocasionalmente a inicios del invierno en Nicaragua, pero con muy baja intensidad. Sin embargo, en lo que se refiere a sequía ($p < 0.198$), los territorios son similares; Madriz es especialmente propenso a este fenómeno por encontrarse en el corredor seco del país.

Problemática ambiental. Los municipios se diferencian estadísticamente en gran parte de los indicadores: despale ($p < 0.00000394$), enfermedades del rubro principal ($p < 0.00678$), enfermedades en otros rubros ($p < 0.00000064$), contaminación del agua ($p < 0.00000046$) y pérdidas por cambio climático ($p < 0.0425$). En este caso, el territorio de Telpaneca, presenta exposición alta a la incidencia del despale ($x\#$ 64.4) y a la contaminación del agua ($x\#$ 65.4); para el primer caso se puede argumentar que dicha zona tiene parte de su territorio en el área de amortiguamiento de la reserva natural Cerro Majaste, lo que puede percibirse en mayor magnitud por la presencia de mayor cantidad de bosques naturales.

También, las valoraciones sobre pérdidas de cosecha relacionadas al cambio climático son altas en los tres municipios: $x\#$ 78 para Totogalpa, $x\#$ 83.6 en Palacagüina y $x\#$ 78.8 en Telpaneca, especialmente por falta de agua para los cultivos en época de producción. El 78.4 % de las familias tienen como rubro principal la producción de granos básicos (frijol y maíz), según datos del presente estudio, y por ende “dicha actividad es la base productiva-alimentaria y de ingresos de la mayoría de la población rural” (López-González, 2017, p. 1). Sin embargo, no es un rubro atractivo en términos económicos y por ende de poco interés en términos crediticios, lo que aumenta la vulnerabilidad de las familias que se dedican únicamente a esta actividad, sobre todo, porque “en el futuro se esperan mayores pérdidas relacionadas al cambio climático y mayor inseguridad alimentaria” (USAID, 2017, p. 1)

En lo referente a incendios ($p < 0.357$) y pérdidas por baja fertilidad de suelos ($p < 0.259$), los municipios no se diferencian de manera estadística. Para el primer caso, la exposición promedio se sitúa en un nivel alto ($x\#$ 64.07), lo que indica que este aspecto representa un problema recurrente sobre todo en época seca; esto aunado al aumento de las temperaturas por el cambio climático. En el segundo caso, los suelos de la zona Centro Norte presentan una fertilidad media, derivada de una buena disponibilidad de nutrientes y materia orgánica según el Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2020), sin embargo, las condiciones de sequía no permiten aprovechar dichas condiciones, por lo que puede percibirse baja fertilidad.

Variabilidad extrema del clima. En la percepción del aumento de la temperatura, los tres territorios no presentan diferencias estadísticas ($p < 0.203$), esto podría deberse a similares condiciones agroclimáticas en las tres zonas; INETER (2018, p. 125), sugiere “que es posible un aumento de 3 °C para el año 2100, con aumentos paulatinos y mayor variabilidad”. Por su parte, Centro Clima (2022), también proponen que, el aumento medio para Nicaragua estaría entre 0.8 °C y 1.6 °C para el mismo período. Es de notar que, en

cuanto al promedio de exposición para dicho indicador, el valor es alto ($x\# 78.33$), lo que indica que en los tres municipios el problema afecta de manera uniforme y por ende, esto “podría repercutir en la pérdida de aptitud productiva para algunos cultivos a corto plazo” (Bouroncle *et al.*, 2014, p. 8).

Respecto a la disminución de las lluvias y la incidencia de huracanes, se registran diferencias estadísticas en los territorios ($p < 0.0265$ y $p < 0.0000464$, respectivamente), sin embargo, el promedio del nivel de afectación es alto para los tres municipios ($x\# 77.47$), siendo Palacagüina, la zona que más resiente dicha problemática; INETER (2018, p. 128) sugiere que, “dicha disminución rondaría entre el 5 % y 7 %, con fluctuaciones extremas con el paso de los años e incidencia de los fenómenos denominados El Niño y La Niña”. Esto también, es confirmado por Baca *et al.* (2014) quienes proyectan disminuciones alrededor del 5 % para el año 2050. Además, en lo relativo al segundo indicador, el valor promedio es de medio ($x\# 46.07$), esto indica que, la afectación por huracanes es percibida como considerable por las familias, especialmente por el daño a los cultivos.

En resumen, el índice de exposición es medio para Palacagüina ($x\# 59.52$) y Totogalpa ($x\# 60.17$) y alto para Telpaneca ($x\# 62.17$).

Índice de sensibilidad (IS)

Población y salud. Según Monterroso *et al.* (2012), la inclusión de indicadores de salud y población, son útiles para medir la vulnerabilidad de las familias que se dedican a la agricultura. En cuanto a la desintegración familiar, existen diferencias significativas ($p < 0.00000233$), aunque el valor promedio para las tres zonas es bajo ($x\# 39$); dicho fenómeno puede estar siendo potenciado por la emigración a países como Estados Unidos, Costa Rica y España. Además, los municipios se diferencian de forma estadística en indicadores como: la escasez de alimentos en período crítico ($p < 0.0000908$), que es sentido en mayor medida entre mayo y julio de cada año; la dedicación solamente para la producción de alimentos ($p < 6.56E-10$), la dificultad para generar ingresos ($p < 3.76E-12$) y la afectación de la pandemia del SARS-COV-2 ($p < 4.84E-13$). Sin embargo, para el acceso a los servicios básicos de salud, los territorios no son diferentes estadísticamente ($p < 0.855$), esto indica que en todas las zonas las familias tienen disponibilidad de servicios médicos primarios en la gran parte de las zonas rurales.

Es necesario señalar que, al estar las familias con mayor dedicación para la producción de alimentos y menor dedicación a la generación de ingresos, se debilita el capital financiero. Van den Berg *et al.* (2020, p 1446), sostienen que “si el capital financiero está en clara interacción con los demás capitales, este puede aportar de manera oportuna al desarrollo de los medios de vida, en este caso de familias rurales”.

Agricultura y ganadería. En referencia a los indicadores de probabilidad de bajos rendimientos en el rubro principal ($p < 0.000000356$), posibilidad de no realizar una buena fertilización ($p < 0.00000000142$), así como el nivel de dificultad para desarrollar la ganadería ($p < 0.00124$), establecer sistemas silvopastoriles ($p < 0.000000243$) en la finca y crecimiento de especies forestales ($p < 0.0154$); los municipios presentan diferencias estadísticas. Para el primer caso, la productividad de granos básicos en Madriz está entre 517 kg ha⁻¹ y 647 kg ha⁻¹ para frijol y 647 kg ha⁻¹ y 970 kg ha⁻¹ para maíz, esto denota que los sistemas de producción de las familias son especialmente sensibles al cambio climático, si se toma en cuenta el grado de prioridad de dicho rubro en los tres municipios (78.4 %). Aunque, dichos datos de producción, pueden ser aún más bajos cuando los fenómenos climáticos son más extremos.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y la Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], e Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes [IFA], 2002), sugieren que, una adecuada fertilización de los cultivos es necesaria para que las plantas tengan los máximos rendimientos de acuerdo con su genética, pero en este caso, la mayoría de los productores de los tres territorios realizan la

fertilización de los cultivos con productos químicos, especialmente con fuentes de urea y productos foliares; dichos productos tienen costos elevados lo que debilita el capital financiero, pero también el natural por el deterioro de los suelos, para lo cual “es necesario un cambio de paradigma hacia la agroecología sin perder los beneficios económicos, sociales y ambientales” Albino-Garduño *et al.*, 2018, p. 2).

“El desarrollo de sistemas agroforestales ayuda a mejorar las condiciones del suelo, lo que reduce la erosión y aportan materia orgánica” (Beer *et al.*, 2002, p. 8); cabe mencionar que, los municipios no tienen diferencias estadísticas ($p < 0.108$) en cuanto a la dificultad de desarrollar sistemas agroforestales. “En cuanto a la ganadería, esta aporta a la mejora y desarrollo del sistema alimenticio familiar” (Müller, 2016, p. 1) y los sistemas silvopastoriles mejoran los servicios que ofrecen los ecosistemas locales, lo que beneficia directamente a las personas (FAO, 2022). En este estudio se revela que hasta el 98.59 % son productores pequeños, quienes poseen entre 1 y 10 manzanas (0.7 ha y 7 ha) (Gobierno de Nicaragua, 2009, p. 46), lo que indica que, las áreas productivas requieren de planificación para un mejor aprovechamiento, en dependencia de su tamaño. Finalmente, el índice de sensibilidad promedio es de $x\# 56.6$ para Totogalpa, $x\# 58.9$ para Palacagüina y $x\# 57.6$ para Telpaneca, lo que les sitúa en un nivel medio de sensibilidad ante el cambio climático (41-60).

Índice de capacidad adaptativa (ICA)

Capital humano. Para considerar la vulnerabilidad de forma completa, también es necesario integrar los aspectos humanos y las aristas que se relacionan (Thomas, *et al.*, 2019, p. 1). Para el caso de los tres territorios, existen diferencias en cuanto al nivel de alfabetización ($p < 0.00000000129$), sin embargo, el promedio es de $x\# 83.67$, siendo Telpaneca el territorio con el mejor nivel ($x\# 95.2$). En cuanto al conocimiento sobre los rubros trabajados, también existen diferencias ($p < 0.016$), aunque el nivel promedio para este indicador es alto ($x\# 61.73$); Vermeulen *et al.* (2018, p. 14), mencionan que, “se debe invertir en mejorar el conocimiento de los productores, sobre todo en lo relacionado a su sistema alimentario”

En referencia al nivel de asistencia técnica para el rubro principal ($p < 0.59$) y el acceso a la educación ($p < 0.0958$), los municipios son similares estadísticamente, esto confirma lo encontrado por Baca *et al.* (2014), quienes sugieren niveles medios de acceso a la educación, eso sí, para productores de café. En el caso de la asistencia técnica, los productores considerados son afiliados de UNAG Madriz, en cuyo caso, estos han recibido asistencia técnica ($x\# 46.8$), especialmente para producción de granos básicos, sin embargo, para productores que no son beneficiados por ningún programa, los valores pueden ser menores.

Capital social. En el caso del capital social, “es necesario comprender las interacciones y las dimensiones socioculturales propias de cada territorio o zona (Carmen *et al.*, 2022, p. 1371), “así como las necesidades específicas e iniciativas locales que surgen de la consideración de dicho capital” (Almeraya-Quintero *et al.*, 2018, p. 40). En este sentido, en lo relativo a la participación en entidades productivas ($p < 0.0000000727$), los territorios son diferentes estadísticamente, aunque el nivel promedio es alto ($x\# 63.07$), siendo Telpaneca el que tiene el mayor valor ($x\# 72.8$), lo que es consistente debido a que los encuestados, están integrados en la UNAG Madriz, así como en otras entidades como cooperativas lo que les facilita la asistencia técnica, el acceso a proyectos productivos, créditos y el desarrollo de capacidades.

También, se encuentran diferencias estadísticas en los territorios, en los indicadores de: ayuda en la comercialización ($p < 0.00326$), en la inclusión de proyectos ($p < 0.0000168$), nivel de conocimiento para legalización de la propiedad ($p < 0.0000136$) y unidades de protección civil ($p < 0.000000749$) y el nivel de participación en organizaciones comunitarias ($p < 7.6E-14$), aunque siguen siendo aceptables los niveles promedios de capacidad adaptativa para dichos indicadores ($x\# 47.27$, $x\# 71.4$, $x\# 46.2$, $x\# 57.07$ y $x\# 62.73$); por lo que “las capacidades colectivas y un mejor nivel de conocimientos son elementos a favor para la lucha contra el cambio climático” (Abellán, 2021, p. 251). Además, en cuanto al apoyo gubernamental, no existen

diferencias estadísticas ($p < 0.169$); esto es positivo porque el Estado, forma parte directa del entramado organizacional y puede generar respuestas de manera oportuna.

Capital financiero. Hinkel *et al.* (2018, p. 3) señala que “la generación de ingresos será un factor determinante para la adaptación al cambio climático en años futuros, aunque esto no garantiza por sí solo que la adaptación sea un hecho. En relación al capital financiero, los territorios son diferentes en el apoyo recibido de proyectos productivos ($p < 0.00043$), aunque el nivel promedio es alto para los tres territorios ($x\# 69.53$). El acceso a créditos ($p < 0.00274$), el acceso a las remesas ($p < 2.27E-10$), la oportunidad de inserción en mercados locales ($p < 4.94E-13$) y extranjeros ($p < 0.0000000181$), dinamizan la economía familiar, la comunitaria y por ende la capacidad adaptativa (Abdalá, 2017). Si bien, el acceso a créditos y mercados locales tienen un nivel medio y alto ($x\# 56.07$ y $x\# 61.12$). Cabe resaltar que, los productores de UNAG Madriz, pueden acceder a un microcrédito solo por ser afiliados de la organización, lo que indica que para productores no afiliados este nivel puede ser menor, sobre todo en las zonas más remotas.

En relación con la capacidad de inversión propia para la producción ($p < 0.00105$), el promedio territorial es medio ($x\# 47.7$), siendo Telpaneca el que tiene el valor más bajo ($x\# 43.4$), lo que indica que estos factores pueden fortalecerse aún más para mejorar la capacidad adaptativa en general de las familias (Asfaw *et al.*, 2021). Esto es consecuente con lo planteado por Baca *et al.* (2014), quienes sugieren niveles medios de capacidad de inversión para productores de café; sin embargo, para la diversificación de ingresos ($p < 0.102$), aunque no hay diferencias, el valor promedio es de $x\# 44.4$, lo que puede ser negativo para enfrentar el cambio climático, “porque una mayor debilidad financiera resulta en una menor capacidad adaptativa a nivel general” (Williams *et al.*, 2020, p. 555).

Capital natural. Según Dussi y Flores (2018, p. 129) “el capital natural es el más importante o no es sustituible por otros capitales”, y “es uno de los elementos que deben ser priorizados en cuanto a la restauración o diversificación productiva rural” (Bouroncle *et al.*, 2017, p. 135). En este sentido, las zonas son estadísticamente diferentes en cuanto a la recarga hídrica ($p < 0.0024$) y la percepción de la fertilidad natural del suelo ($p < 0.0000455$). Para los tres territorios, la mayoría de los bosques surgen de la regeneración natural y bosques con objetivo de captura de carbono (Taking Root Enracine, 2022), lo que puede ayudar a la mejora del nivel de vida de las familias, una vez que se tome conciencia sobre la importancia del financiamiento y su uso (Di Sacco *et al.*, 2021). En el municipio de Telpaneca, todavía se pueden encontrar áreas de bosques naturales propias de la Reserva Natural Cerro El Majaste.

En referencia a la fertilidad natural del suelo, el INTA (2020), indica “que la zona de Madriz o zona Norte, posee una mejor fertilidad de suelos en comparación con otros territorios”; Por lo que, con mejores condiciones agroecológicas, sería posible aprovechar las características de los suelos en pro de la producción; en tanto “la vulnerabilidad ambiental local permanezca, también lo hará la vulnerabilidad climática” (Alenza, 2019, p. 23). Es meritorio señalar que el promedio para este indicador es de $x\# 56.07$, siendo Telpaneca el territorio que tiene el valor más alto ($x\# 59.6$); esto puede ser explicado por las mejores condiciones de precipitación, lo que permite, como se mencionó anteriormente, aprovechar los suelos.

En cuanto a la diversificación productiva, los territorios también son diferentes estadísticamente ($p < 0.00197$), no obstante, los valores promedio son medios ($x\# 49.87$), lo que indica, aunque la superficie de terreno por productor es limitada, que este mismo factor puede incentivar la implementación de otras actividades económicas, si bien, no de orden agropecuario (Perevochtchikova *et al.*, 2018).

Aspectos físicos y tecnológicos. Si bien los territorios se diferencian estadísticamente en cuanto acceso a material genético para la producción ($p < 0.00000000158$), manuales productivos ($p < 2.97E-14$), acceso a tecnologías de manejo de escasez ($p < 5.95E-11$) y exceso al agua ($p < 5.95E-11$) y acceso vial ($p < 0.0000149$); Totogalpa es la zona que presenta los valores más bajos en todos los indicadores ($x\# 43.8$, $x\# 49$, $x\# 46$, $x\# 46.6$ y $x\# 59.2$), aunque todos están en un nivel medio (41-60). De acuerdo con Correa *et al.* (2021, p. 66) “la mejora tecnológica y la innovación, puede aumentar la producción y la capacidad adaptativa de los sistemas de producción de las familias”

Según Baca *et al.*, 2014, pp 5-7, existe un nivel bajo en acceso a tecnologías y aspectos relacionados para productores de café, sin embargo, para el territorio de Madriz en general, la incidencia de proyectos y la presencia gubernamental están siendo factores importantes para la mejora de la capacidad adaptativa, debido a que la zona, ha sido priorizada en tecnologías e innovación, sobre todo en temas de cosecha y conservación de agua, que según este estudio, el 98.29 % de las familias en el territorio son afectadas por la escasez de agua derivado del cambio climático.

Capital institucional. El apoyo y nivel de conocimiento sobre temas institucionales, aumentan la capacidad adaptativa porque se mejora el nivel de respuesta o decisión cuando se trata de resolver problemas o gestiones en beneficio de la familia. Por lo demás, los territorios difieren estadísticamente en la percepción del apoyo público ($p < 0.00000000622$) y privado ($p < 0.000137$) para la producción, lo que refiere que los valores son altos en el primer indicador ($x\# 63.53$) y medio para el segundo ($x\# 53.87$). De igual manera, en el nivel de conocimiento para registro de plantaciones forestales ($p < 1.56E-13$) y pago por servicios ambientales ($p < 0.0000000445$), ha sido posible por las acciones de reforestación con fines de captura de carbono (Taking Root Enracine, 2022).

En referencia a la regulación de agroquímicos ($p < 1.56E-13$) y aprovechamiento legal de los recursos naturales de la finca, sobre todo, el forestal ($p < 0.00000000414$), también los territorios se diferencian, pero en este caso, los valores promedio son bajos ($x\# 35.6$) y medios ($x\# 44.13$), siendo Telpaneca el municipio con valores más bajos ($x\# 25$ y $x\# 37$). Por lo que “se requiere de intervenciones que permanezcan por varios años y que a la vez se acompañen de las políticas públicas necesarias” (Van Hecken *et al.*, 2019, p. 2) y de esta manera generar mayor conocimiento en los productores sobre el ámbito institucional para mejorar la capacidad de cambio y respuesta.

En resumen, la capacidad adaptativa de los tres municipios se ubica en nivel medio (41-60); $x\# 53.64$ para Tototalpa, $x\# 55.49$ para Palacagüina y $x\# 53.76$ para Telpaneca.

Consolidado de vulnerabilidad. Si bien los territorios se sitúan en un grado de vulnerabilidad alta (61-80), el municipio de Telpaneca presenta la mayor vulnerabilidad, pero esto se debe a que la capacidad adaptativa es menor con respecto a las demás zonas. Sin embargo, es de notar que el 86.44 % de las familias se encuentran en grado de vulnerabilidad alta, lo que significa que la capacidad de respuesta ante el cambio climático en este territorio puede ser menor. Según Thomas *et al.* (2019, p. 2) “la vulnerabilidad es mayor cuando la capacidad adaptativa se sitúa en valores bajos y a su vez, la exposición y sensibilidad son altas”

CUADRO 1.
Grado de participación de las familias en las escalas de vulnerabilidad ante el cambio climático por territorio

Grado de vulnerabilidad	Tototalpa	Palacagüina	Telpaneca
Muy baja (0-20)	-	-	-
Baja (21-40)	3.23	3.64	1.69
Media (41-60)	35.48	47.27	11.86
Alta (61-80)	53.23	41.82	86.44
Muy alta (81-100)	8.06	7.27	-
Vulnerabilidad total (alta)	63.19	62.94	66.05

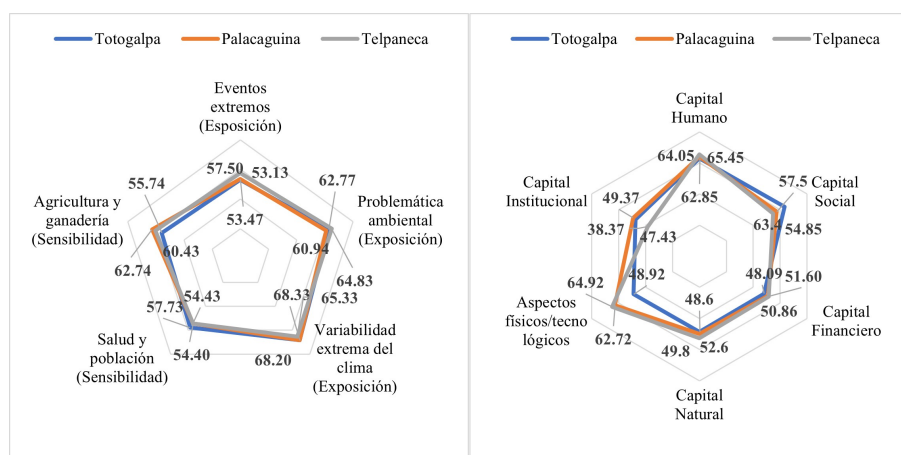


FIGURA 1.
Comparación de las dimensiones de la vulnerabilidad en los tres municipios

CONCLUSIONES

Los resultados del estudio muestran que existen diferencias en 80 % de los indicadores entre los tres municipios, aunque dichos valores sugieren que es Telpaneca el territorio que tiene una menor capacidad adaptativa y mayor exposición ante el cambio climático. Esto quiere decir que los territorios pueden tener diferencias en cuanto a vulnerabilidad frente al cambio climático, aunque están en la misma región, en este caso Madriz, lo cual no solamente depende de las condiciones ambientales, sino de otros elementos que debilitan los medios de vida de las familias rurales. Es así, que la vulnerabilidad promedio de los medios de vida ante el cambio climático se ubica en un nivel alto para los municipios de Totogalpa ($x\# 62.94$), Palacaguina ($x\# 62.94$) y Telpaneca ($x\# 66.05$); territorio en el cual el 86.44 % de las familias están se sitúan en vulnerabilidad alta.

De forma metodológica, la inclusión de indicadores integrales de todos los capitales y contextuales, aportan positivamente para la medición más precisa de la vulnerabilidad territorial e individual, así como de la capacidad adaptativa, lo que hizo posible la identificación de los productores con mejor nivel de adaptación; dato que puede ser relevante para conocer lo que estos hacen diferente y la forma en que se pueden replicar las prácticas que realizar en otras familias o territorios.

Los resultados de este estudio pueden ser válidos para la identificación de las brechas territoriales de los medios de vida de las familias rurales así como las problemáticas que se tienen a nivel productivo lo que puede favorecer el direccionamiento de estrategias más precisas y la priorización de los capitales que realmente necesitan de intervenciones, lo que puede iniciar con la atención de manera principal al capital natural y los elementos biofísicos que se ven mayormente más afectados por el cambio climático.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a la colaboración de la Unión Nacional de Agricultores y Ganaderos de Madriz (UNAG Madriz) y a sus afiliados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdalá, M. (2017). Ciclo adaptativo y cambio rural: El enfoque territorial en la gestión de la resiliencia rural. *Revista de fomento social*, 72(3), 665-682.
- Abellán, M. (2021). Capital social, redes de confianza y cambio climático. Un enfoque neoinstitucionalista-tecnocrático. *Revista Miriada*, 13(17), 251-269.
- Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. (2017). *Perfil de Riesgo Climático Nicaragua*. https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/2017_USAID_ATLAS_Climate%20Risk%20Profile%20-%20Nicaragua_Spanish.pdf
- Albino-Garduño, R., Santiago-Mejía, H., Cortés-Flores, J. y Turrent-Fernández, A. (2018). Sistema agroecológico Milpa Intercalada con Árboles Frutales en comunidades originarias del Estado de México. *Cuadernos de Agroecología*, 13(1). <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/1426/1969>
- Alenza, J. (2019). Vulnerabilidad ambiental y vulnerabilidad climática. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, 10(1). <https://doi.org/10.17345/rcda2579>
- Almeraya-Quintero, S., Pérez-Hernández, L., Guajardo-Hernández, L., Paredes-Romero, J., Vásquez-López, P., Méndes-Cortés, V., & Hidalgo-Reyes, M. (2018). Asociatividad y participación de organizaciones locales en el desarrollo local territorial. *Revista Agroproductividad*, 7(6), 40-47.
- Asfaw, A., Bantider, A., Simane, B., & Hassen, A. (2021). Smallholder farmers' livelihood vulnerability to climate change-induced hazards: agroecology-based comparative analysis in Northcentral Ethiopia (Woleka Sub-basin). *Heliyon*, 7(4), e06761. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06761>
- Baca, M., Läderach, P., Haggard, J., Schroth, G., & Ovalle, O. (2014). An Integrated Framework for Assessing Vulnerability to Climate Change and Developing Adaptation Strategies for Coffee Growing Families in Mesoamerica. *Revista PLoS ONE*, 9(2), e88463. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0088463>
- Beer, J., Harvey, C., Ibrahim, M., Harmand, J. M., Somarriba, E. y Jiménez, F. (2002). Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. *Revista Agroforestería en las Américas*, 10(37), 1-8.
- Bouroncle, C., Imbach, P., Läderach, P., Rodríguez, B., Medellín, C. y Fung, E. (2014). *La Agricultura de Nicaragua y el cambio climático ¿dónde están las prioridades para la adaptación?* CATIE, CIAT. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/8101>
- Bouroncle, C., Imbach, P., Rodríguez-Sánchez, B., Medellín, C., Martínez-Valle, A., & Läderach, P. (2017). Mapping climate change adaptive capacity and vulnerability of smallholder agricultural livelihoods in Central America: ranking and descriptive approaches to support adaptation strategies. *Climate Change Journal*, (141), 123-137. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1792-0>
- Carmen, E., Fazey, I., Ross, H., Bedinger, M., Smith, F., Prager, K. & McClymont, M. D. (2022). Building community resilience in a context of climate change: The role of capital social. *Ambio Journal*, 51(6), 1371-1387. <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01678-9>
- Centro Clima. (15 de julio del 2022). *Escenarios Cambio Climático*. <https://centroclima.org/escenarios-cambio-climatico>
- Correa, E., Martínez, A., Orozco, A., Silva, G., Tordencilla, L. y Rodríguez, M. (2021). Análisis de un sistema productivo agrícola en el Caribe: tecnología de producción, patrón de costos e indicadores económicos de la producción de ahuyama. *Revista de Economía del Caribe*, (23), 47-70. <https://doi.org/10.14482/ecoca.23.3033>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient Alpha and internal structure of test. *Psychometrika*, 16(3), 297-334. http://cda.psych.uiuc.edu/psychometrika_highly_cited_articles/cronbach_1951.pdf
- Di Sacco, A., Hardwick, K., Blakesley, D., Bracalioni, P., Breman, E., Rebola, C., Chomba, S., Dixon, K., Elliott, S., Ruyonga, G., Shaw, K., Smith, P., Smith, R., & Antonelli, A. (2021). The golden rules for reforestation to optimize carbon sequestration, biodiversity recovery and livelihood benefits. *Global Change Biology*, 27(7), 1328-1348. <https://doi.org/10.1111/gcb.15498>
- Díaz-Cordero, G. (2012). El Cambio Climático. *Ciencia y Sociedad*, 37(2), 227-230.

- Dussi, C. y Flores, L. (2018). Visión multidimensional de la agroecología como estrategia ante el cambio climático. *Interdisciplina*, 6(14), 129-153. <http://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2018.14.63384>
- Galindo, L. y Angeles, E. (1996). *Métodos y técnicas de investigación*. Trillas.
- Gobierno de Nicaragua. (2009). *Plan sectorial PRORURAL Incluyente 2010-2014*. https://www.gafspfund.org/sites/default/files/inline-files/5.%20Nicaragua_strategy%20and%206.%20Nicaragua_investment%20plan.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2021, agosto 09). Comunicado de Prensa del IPCC. 5.
- Hernández-Sampieri, R., Collado, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw-Hill / Interamericana Editores
- Hinkel, J., Aerts, J., Brown, S., Jiménez, J. L., Nicholls, R., Scussolini, P., Sánchez-Arcilla, A., Vafeidis, A., & Addo, K. (2018). The ability of societies to adapt to 21st century sea-level rise. *Nature Climate Change Journal*, 8, 570–578.
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo. (2019). *Anuario Estadístico*. Gobierno de Nicaragua. https://www.inide.gob.ni/docs/Anuarios/Anuario19/Anuario_2019.pdf
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (2018). *Tercera Comunicación de Cambio Climático en Nicaragua*. Gobierno de Nicaragua. <https://cambioclimatico.ineter.gob.ni/Tercera%20Comunicación%20Nicaragua.pdf>
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. (2020). *Mapa de fertilidad de suelos de Nicaragua. Versión actualizada 2018-2020*. Gobierno de Nicaragua.
- Kobotoolbox. (19 de septiembre de 2022). *Kobo tool box*. <https://kobo.humanitarianresponse.info/#/forms>
- López-González, S. (2017). *Análisis de la medición de productividad de granos básicos, en Nicaragua, Periodo 1961-2013* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. Repositorio Institucional UNAN-Managua. <https://repositorio.unan.edu.ni/10277/1/6969.pdf>
- Monterroso, A., Conde, C., Gay, C., Gómez, J. y López, J. (2012). Indicadores de vulnerabilidad y cambio climático en la agricultura de México. En Asociación Española de Climatología, *Cambio climática, extremos e impactos* (pp. 881-890).
- Morales, A. (2003). Los paradigmas de la investigación en las ciencias sociales. *Revista Islas*, 45(138), 125–135. <https://islas.uclv.edu.cu/index.php/islas/article/view/572>
- Müller, A. (2016). La importancia de la ganadería para la agroecología y los sistemas de alimentación sostenibles. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 2(4). <http://anzoo.org/publicaciones/index.php/anzoo/article/view/48>
- Mussetta, P., Barrientos, M., Acevedo, E., Turbay, S. y Ocampo, O. (2017). Vulnerabilidad al cambio climático: dificultades en el uso de indicadores en dos cuencas de Colombia y Argentina. *EMPIRIA. Revista de Metodología de Ciencias Sociales*, 36, 119-147. <https://doi.org/10.5944/empiria.36.2017.17862>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (18 de enero de 2022). *Servicios ecosistémicos y biodiversidad*. <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes. (2002). *Los fertilizantes y su uso*. FAO
- Perevochtchikova, M., Hernández, J. y Avila-Foucat, V. (2018). Recursos naturales y diversificación productiva en cuatro localidades rurales del estado de Oaxaca, México. *Revista Cuadernos de Desarrollo Rural*, 15(81). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr15-81.rndp>
- Pineda, M., Martínez-Casasnovas, y Viloría, J. (2016). Relación entre los cambios de cobertura vegetal y la ocurrencia de deslizamientos de tierra en la Serranía del Interior, Venezuela. *Revista Interciencia*, 41(3), 190-197. <https://www.redalyc.org/pdf/339/33944256008.pdf>

- Schilling, J., Hertig, E., Trambly, Y., & Scheffran, J. (2020). Climate change vulnerability, water resources and social implications in North Africa. *Regional Environmental Change Magazine*, 20(15). <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01597-7>
- Taking Root Enracine. (23 de enero de 2022). *Taking Root*. <https://app.farm-trace.com/es/Communitree/>
- Thomas, K., Hardy, D., Lazrus, H., Mendez, M., Orlove, B., Rivera-Collazo, I., Roberts, T., Rockman, M., Warner, B., & Winthrop, R. (2019). Explaining differential vulnerability to climate change: A socialscience review. *WIREs Climate Change*, 10(2). e565. <https://doi.org/10.1002/wcc.565>
- Van den Berg, H., Phillipe, S., Dicke, M. & Marjon, F. (2020). Impacts of farmer field schools in the human, social, natural and financial domain: a qualitative review. *Food Security*, 20(12), 1443- 1459.
- Van Hecken, G., Merlet, P., Lindtner, M., & Bastiaensen, J. (2019). Can financial incentives change farmers' motivations? An agrarian system approach to development pathw ays at the Nicaraguan agricultural frontier. *Ecological Economics Magazine*, 156, 519-529.
- Vergara, M., Ellis, E., Cruz, J., Alarcón, L. y Galvan del Moral, U. (2011). La conceptualización de las inundaciones y la percepción del riesgo ambiental. *Política y Cultura*, (36), 45-69. <https://polcul.xoc.uam.mx/index.php/polcul/article/view/1152/1127>
- Vermeulen, S. J., Dinesh, D., Howden, M., Kramer, L. & Thornton, P. (2018). Transformation in practice: a review of empirical cases of transformational adaptation in agriculture under climate change. *Frontiers*, 2, <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00065>
- Williams, S., Rosendo, S., Sadasing, O., & Celliers, L. (2020). Identifying local governance capacity needs for implementing climate change adaptation in Mauritius. *Climate Policy*, 20(5), 548-562