

# Impacto del cambio climático en la producción de café en México y Centroamérica

## Atlas

La producción de café sostenible adaptado al clima aumenta de manera sostenible la productividad, mejora la resistencia al riesgo climático y reduce o elimina los gases de efecto invernadero (GEI). Las intervenciones pueden llevarse a cabo en diferentes niveles tecnológicos, organizativos, institucionales y políticos. Asimismo, el grado de esfuerzo de adaptación requerido para una producción sostenible de café está relacionado con el grado de impacto del cambio climático. Con el aumento de los impactos cobra mayor importancia el nivel de las intervenciones más allá las prácticas a nivel de finca, tales como cambios en los medios de subsistencia o lograr un ambiente favorable.



Para apoyar una adaptación eficiente, el CIAT desarrolló un gradiente de impacto del cambio climático para la producción de café. El gradiente es una evaluación específica para café de los resultados del impacto climático proyectado en este cultivo, que muestra el grado más probable de esfuerzo de adaptación necesario en futuros desarrollos climáticos posibles. De otra manera, cambios climáticos idénticos pueden resultar en impactos severos o irrelevantes según las condiciones climáticas históricas. Por ejemplo, una reducción de la precipitación de 50 mm puede ser crítica para el cultivo de café en lugares con poca disponibilidad de agua, pero sería irrelevante donde las precipitaciones son abundantes durante todo el año.

Este atlas para Centroamérica proporciona información general sobre los diferentes grados de esfuerzo de adaptación necesarios para mitigar los impactos del cambio climático en la producción de café, así como mapas de la región, y por país, de las zonas agroclimáticas (ZAC) y del gradiente de impacto. Esta información permite entender mejor el panorama de la región con respecto a los efectos del cambio climático en el café de la región y abrir el debate sobre prácticas sostenibles e inversiones necesarias para hacerle frente a los riesgos a futuro. El mapa de las presencias del café permite identificar las zonas de producción de café; los mapas de las zonas agroclimáticas muestran los cambios a futuro de las zonas climáticas idóneas para el café; los mapas del gradiente de impacto le permiten identificar el nivel de impacto de su zona, primero en la región y luego por país. Todos los mapas de este atlas, así como los datos con los que se crearon, son descargables y reutilizables.

**Descarga** todos los mapas de este Atlas: los de zonas agroclimáticas ideales para el café, que muestran los cambios futuros en ellas; y los de gradiente de impacto, que permiten identificar el nivel de esfuerzo para la adaptación por región y país.

**Descarga** Café sostenible adaptado al clima en América Central, un resumen del análisis de prácticas de CSAC realizado para la región.

### Tres grados de esfuerzo de adaptación (gradiente de impacto)

**Adaptación incremental** donde es más probable que el clima siga siendo adecuado y la adaptación se logrará mediante un cambio de prácticas y estrategias y facilitadores idealmente mejorados. Los patrones alterados de plagas y enfermedades, la lluvia incierta, la sequía y el calor pueden afectar el cultivo, pero la producción de café seguirá siendo factible.

**Adaptación sistémica** donde es más probable que el clima siga siendo adecuado, pero con un estrés sustancial en los sistemas de producción normales y la adaptación requerirá un cambio integral y un rediseño del sistema, junto con soporte externo para implementar los cambios. Sin cambios, el riesgo para la producción será insostenible. Variedades mejor adaptadas, diversificación y mecanismos financieros serán necesarios para reducir riesgos.

**Adaptación transformacional** donde es más probable que el clima haga inviable la producción de café, y la adaptación requiera un rediseño del sistema de producción o el cambio a nuevos cultivos. Los facilitadores externos serán críticos para apoyar el cambio porque probablemente sea más factible y económico cambiar a otros cultivos que sostener la producción de café en las condiciones del futuro.



El método utilizó una comparación de la distribución de las zonas climáticas en las que se produce actualmente café de variedad Arábica y su distribución en futuros escenarios climáticos. Por lo tanto, los mapas deben usarse para comprender las diferencias relativas en los impactos entre regiones, pero no deben interpretarse a nivel finca. El método consideró el rango adaptativo utilizando las prácticas de producción actuales y no una posible expansión de este rango a través de tecnologías novedosas. La adopción de prácticas de agricultura sostenible adaptada al clima (Climate-smart Agriculture, CSA en inglés) para el café puede dar lugar a desarrollos alternativos. Igualmente, el clima se definió como un promedio de condiciones climáticas de múltiples décadas. La variabilidad climática como el fenómeno de El Niño - Oscilación Sur (ENSO, por sus siglas en inglés) no fue considerada.

Las zonas agroclimáticas están dadas por distintos tipos de climas, todos estos idóneos para el cultivo de café; a continuación, se describen tales zonas que se ilustran en los mapas. Es necesario aclarar que cuando se dice que las zonas tienen nombres tales como frío, o seco, no quiere decir que esas zonas son frías necesariamente, sino que bajo el rango de idoneidad del café, son las zonas con valores más bajo o valores más altos – según sea el caso.

### Zonas agroclimáticas aptas para el café en México y Centroamérica

13 zonas agroclimáticas



**Frío/  
Húmedo/  
Corto**

**Caliente/  
Seco/  
Largo**

Con el objetivo de reflejar la diversidad de zonas climáticas en América Central identificamos y describimos 13 zonas agro-climáticas en la región. Como el estrés hídrico es un factor limitante para la caficultura en la región, ordenamos estas zonas según sus características durante la estación seca. Cuando hablamos de características nos referimos a la duración de la estación seca, la temperatura promedio y la precipitación.

Puede verse en los mapas que a futuro las zonas calientes/secas/largas pierden más aptitud que las zonas frías/húmedas/cortas.

**Mixto:** Estas zonas son aptas para el cultivo, pero la información climática no nos permite clasificarlas claramente en una de las zonas agroclimáticas específicas. Son áreas que están entre una y otra zona agroclimática y tienen características de ambas zonas.

**Limitaciones:** Estas zonas son en su mayoría, no aptas climáticamente para la producción de café por esto, la producción se dará en condiciones climáticas no óptimas para este cultivo.

# Índice de mapas

## Centroamérica páginas 4 - 6

Presencias para el cultivo de café 4 ▶ Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) en Centroamérica 5 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) en Centroamérica 5 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 6

## Belice páginas 7 - 8

Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) 7 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) 8 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 8

## Costa Rica páginas 9 - 10

Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) 9 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) 10 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 10

## El Salvador páginas 11 - 12

Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) 11 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) 12 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 12

## Guatemala páginas 13 - 14

Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) 13 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) 14 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 14

## Honduras páginas 15 - 16

Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) 15 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) 16 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 16

## México páginas 17 - 18

Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) 17 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) 18 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 18

## Nicaragua páginas 19 - 20

Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) 19 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) 20 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 20

## Panamá páginas 21 - 22

Zonas agroclimáticas – Línea base (1970-2000) 21 ▶ Zonas agroclimáticas – Futuro (2040-2069) 22 ▶ Gradiente de impacto para el café – Línea base (1970-2000) y Futuro (2040-2069) en Centroamérica 22

### ¿Necesitas las imágenes de los mapas y los datos?

Puedes descargar, utilizar y compartir las imágenes de los mapas que encontrarás a continuación, en formato PNG y los datos de los mapas en formato TIFF para utilizarlos con programas profesionales que permiten editarlos. Sigue los siguientes pasos para descargar:

1. Visita: <https://doi.org/10.7910/DVNI/9QUGUR>
2. En la parte superior encontrarás información importante sobre los datos. En la parte inferior de la página encontrarás dos archivos comprimidos (ZIP) para descargar. **Maps.zip** contiene las imágenes, en carpetas por país y región, para utilizar en presentaciones y documentos. En **Raster\_Data.zip** se encuentran los datos editables, en carpetas por país y región.
3. Cuéntanos en qué los utilizaras y descarga (con el botón de download).

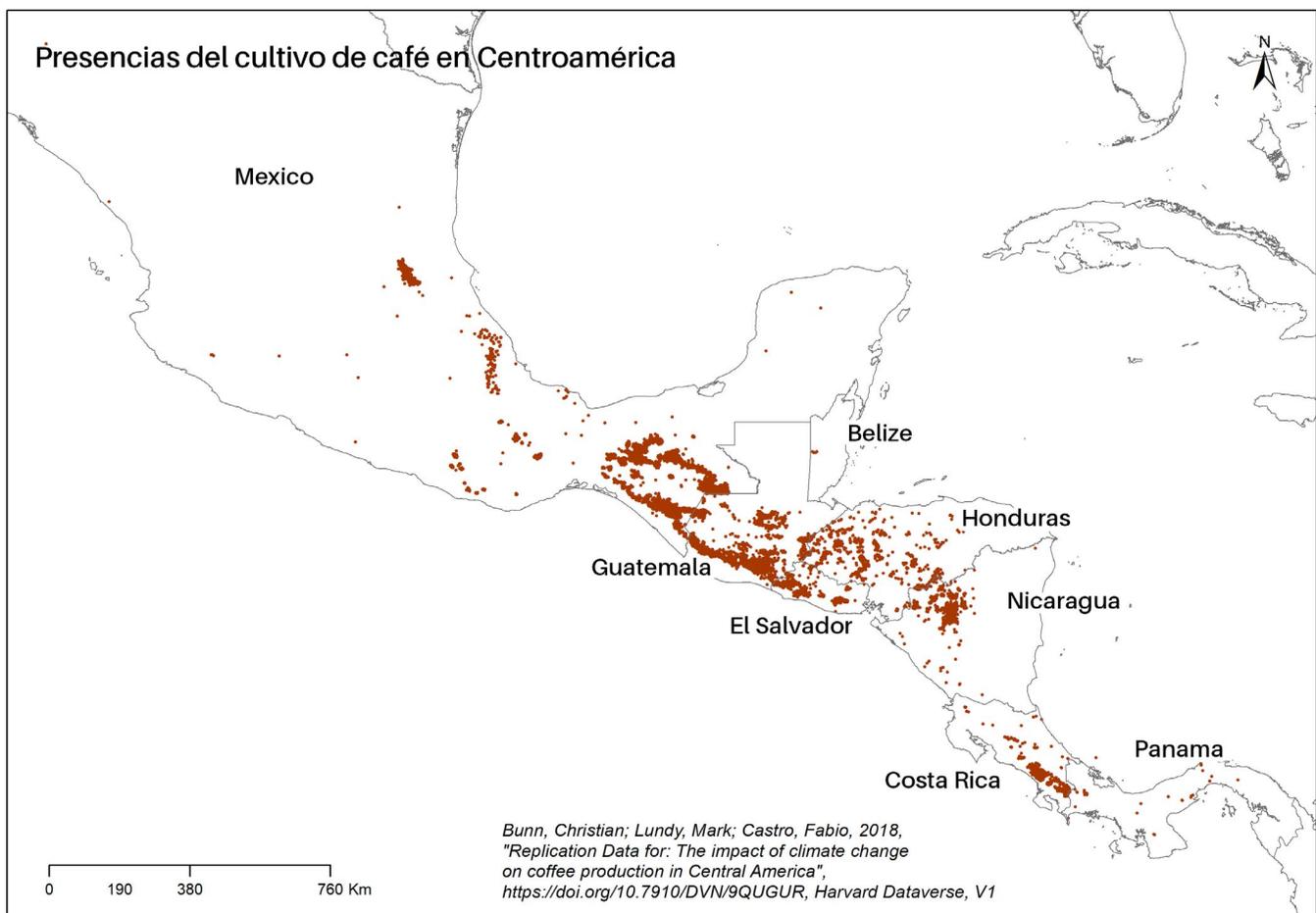
## Centroamérica

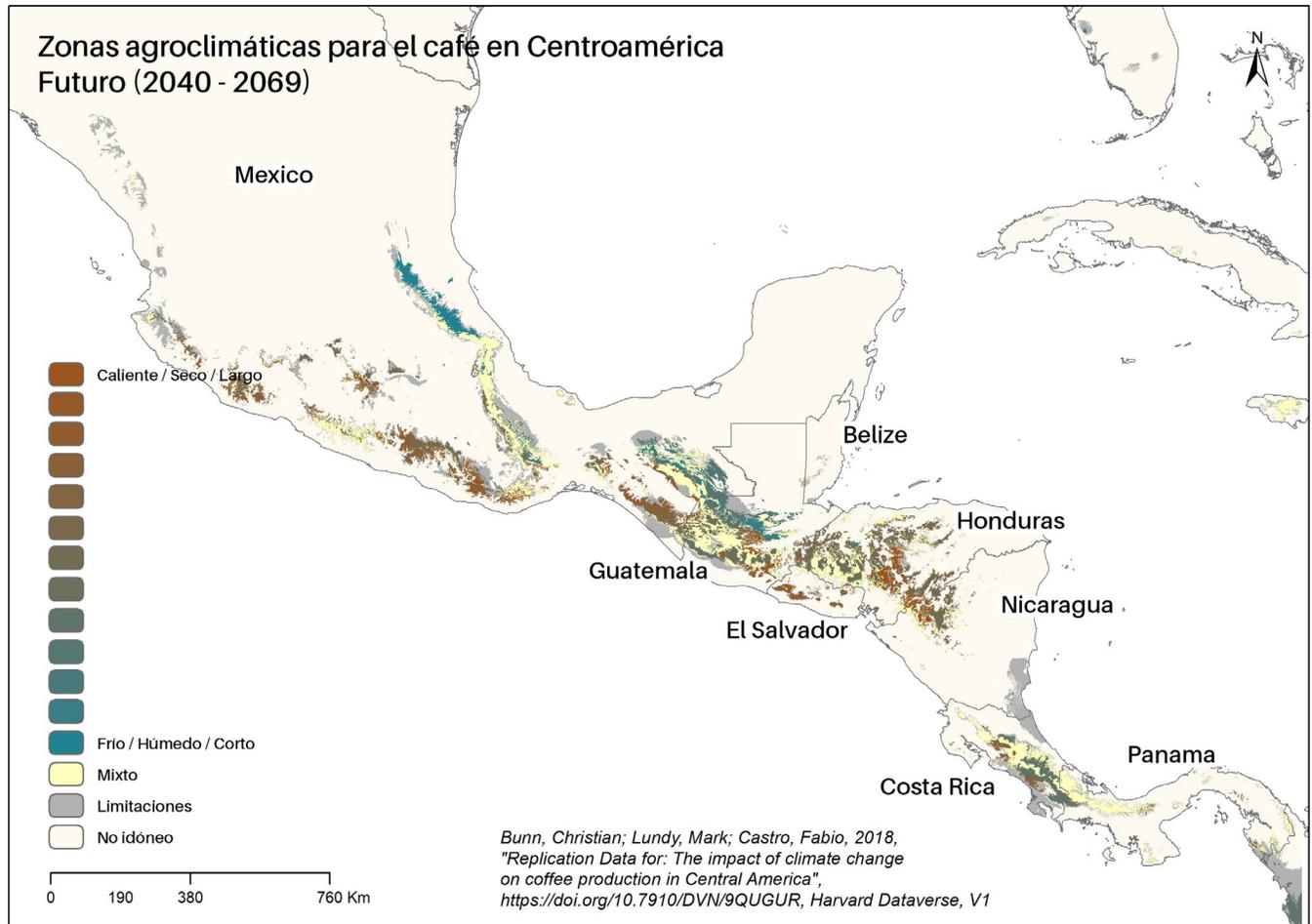
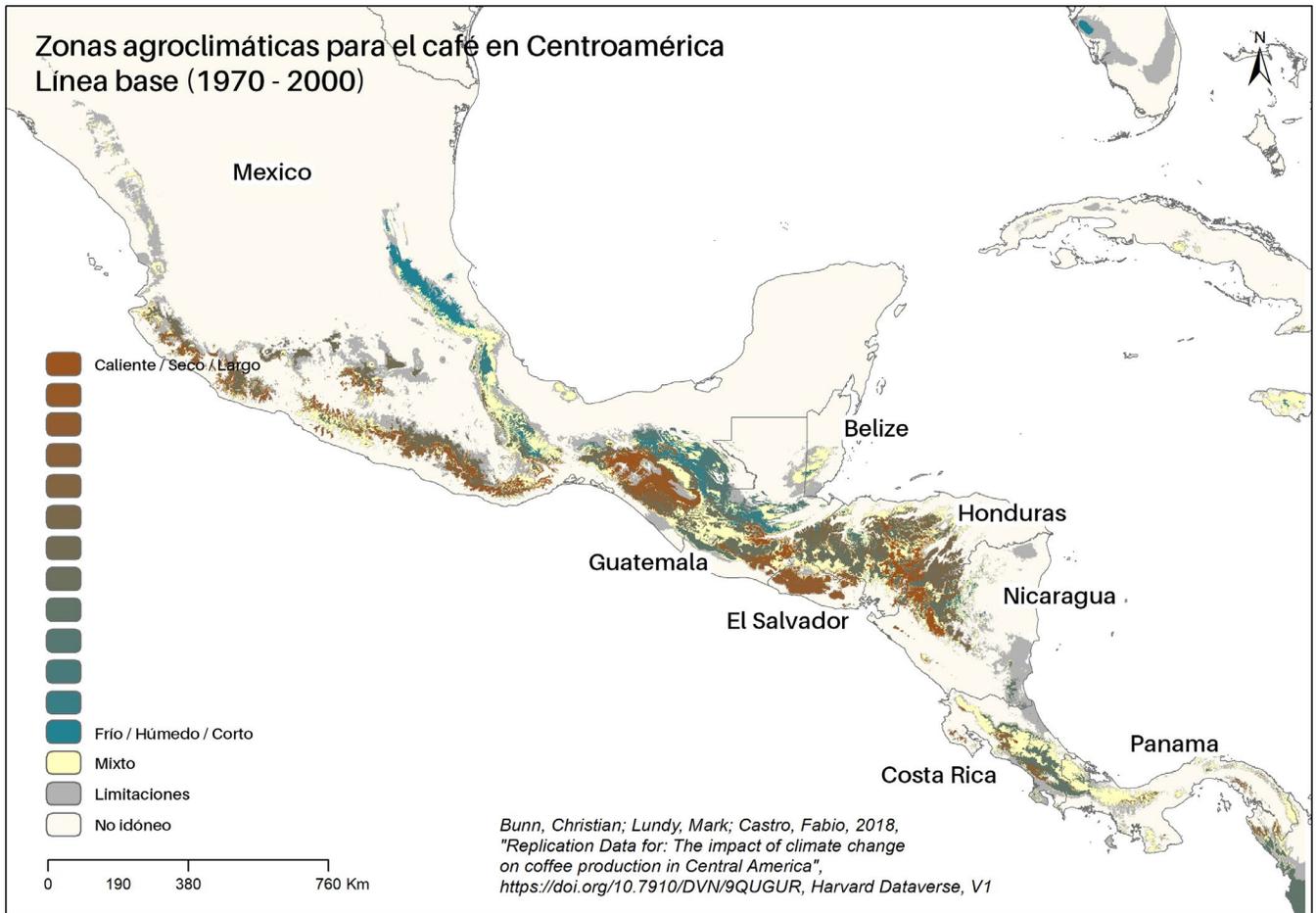
En la siguiente figura se ilustra la presencia de los cultivos de café en la región. Hay presencia de café a lo largo de Centroamérica, en forma de corredor continuo de fincas en el sur de México, Guatemala y El Salvador. En Honduras la presencia está más dispersa. En Nicaragua el café está en el norte del país principalmente, caso contrario a las presencias de café en Costa Rica, donde el cultivo se ubica mayoritariamente en el surnorte del país.

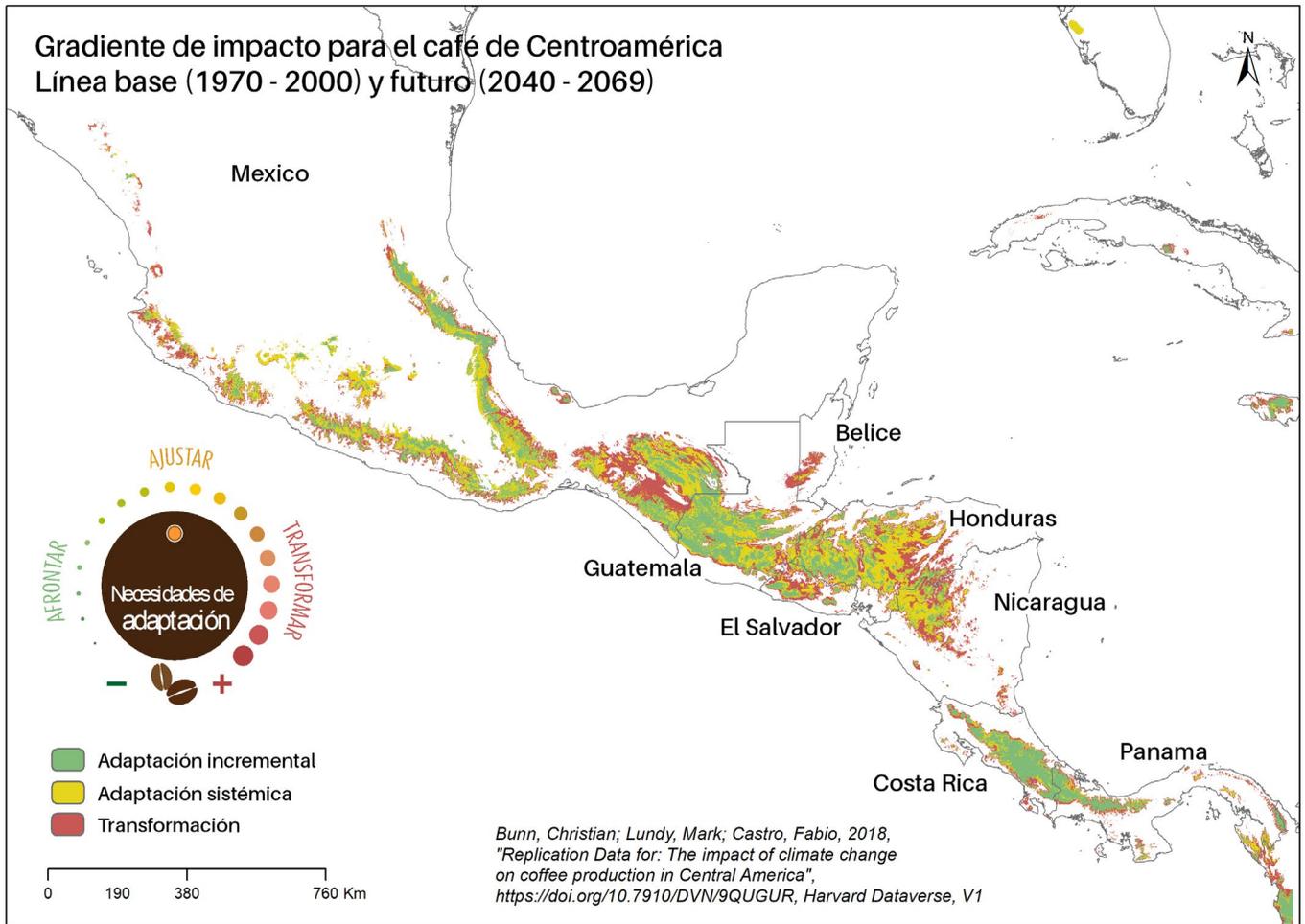
Las zonas agroclimáticas en la línea base (o presente) se presentan en los rangos que van de zonas secas / cálidas y largas, hasta las zonas húmedas, frías y cortas. Se puede notar cierto patrón de las zonas idóneas secas / cálidas y un poco más largas que se encuentran en cercanías al mar Pacífico. De otro lado, las zonas frías / húmedas y con la temporada de sequía más corta se localizan principalmente en el centro del país, como en Guatemala y México, donde el sistema montañoso tiene altitudes mayores que en las cercanías al mar. Las zonas de limitaciones y mixtas se encuentran continuas a las zonas agroclimáticas.

En el futuro las zonas agroclimáticas se reducirán en tamaño. Al sur de México, centro de Guatemala y oeste de Honduras se aprecia una gran reducción de las zonas secas y cálidas en cercanías a la costa del mar Pacífico, así como también reducción en las zonas frías y secas. Así mismo, hay una reducción significativa de las zonas agroclimáticas del café en Nicaragua y Costa Rica.

Debido a que, a futuro, las áreas idóneas para la producción de café en Centroamérica se reducirán considerablemente, el nivel de esfuerzo necesario para la adaptación es mayormente sistémico. La adaptación sistémica sugiere tomar medidas de mitigación y adaptación para mantener la productividad del cultivo.

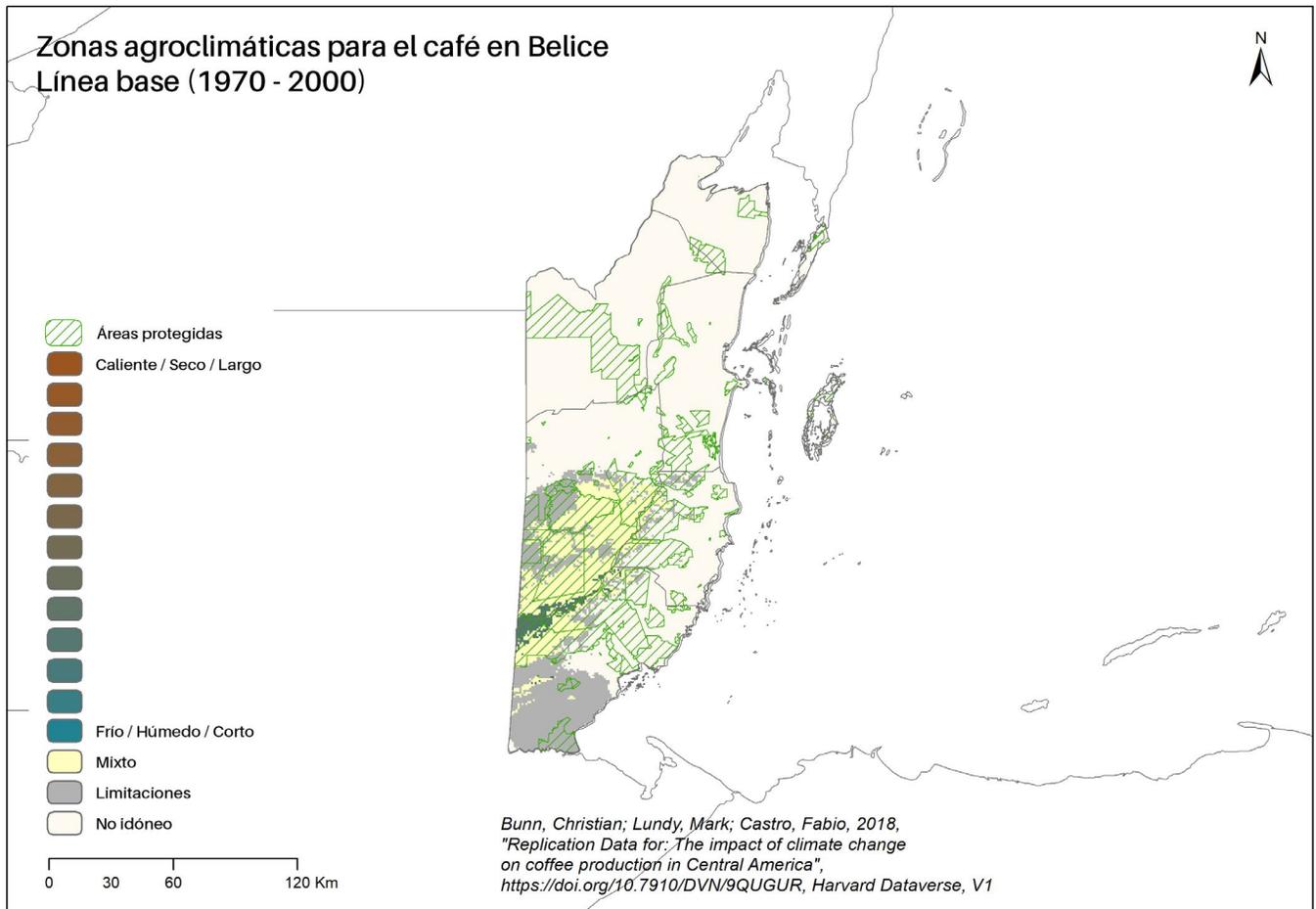


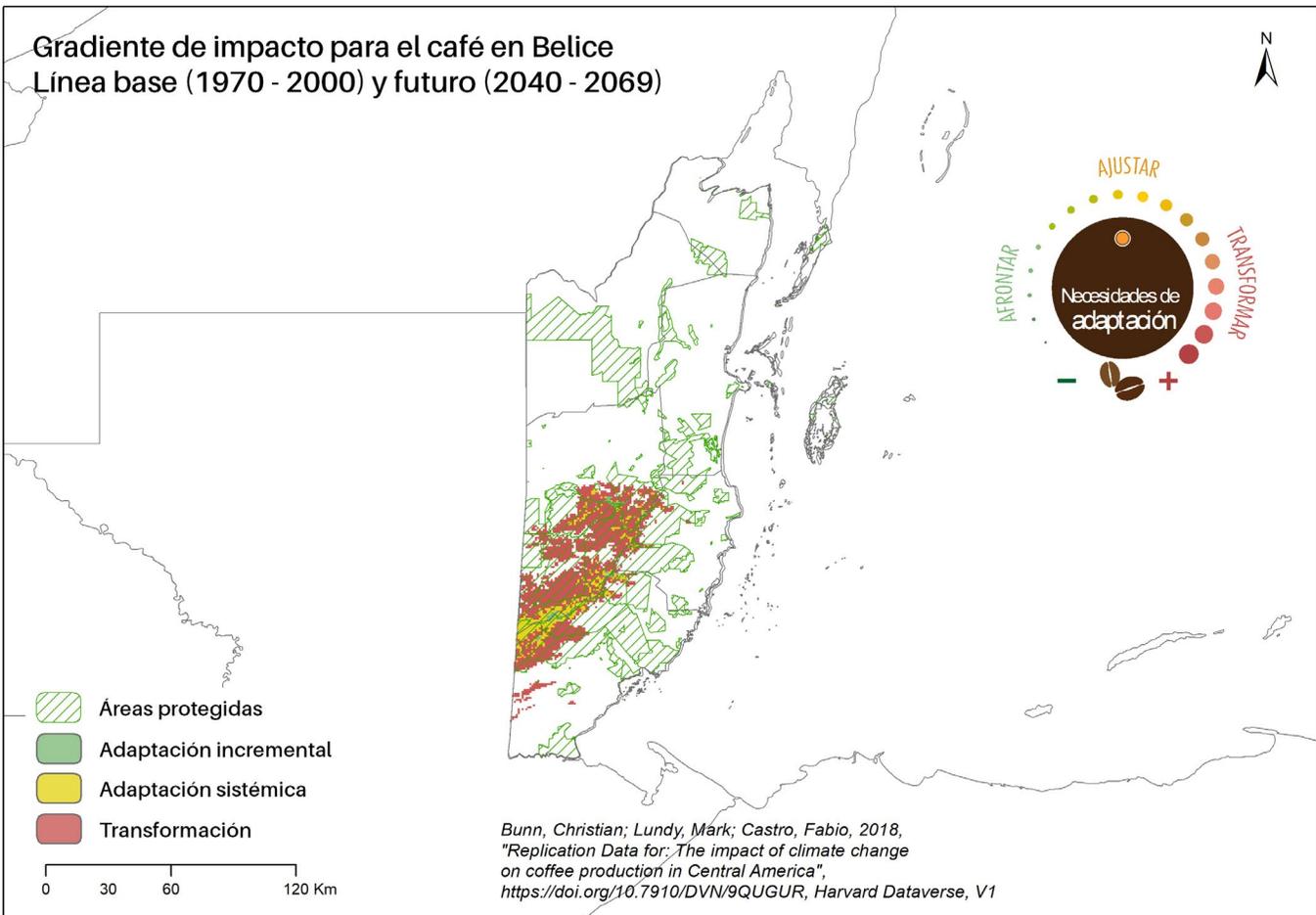
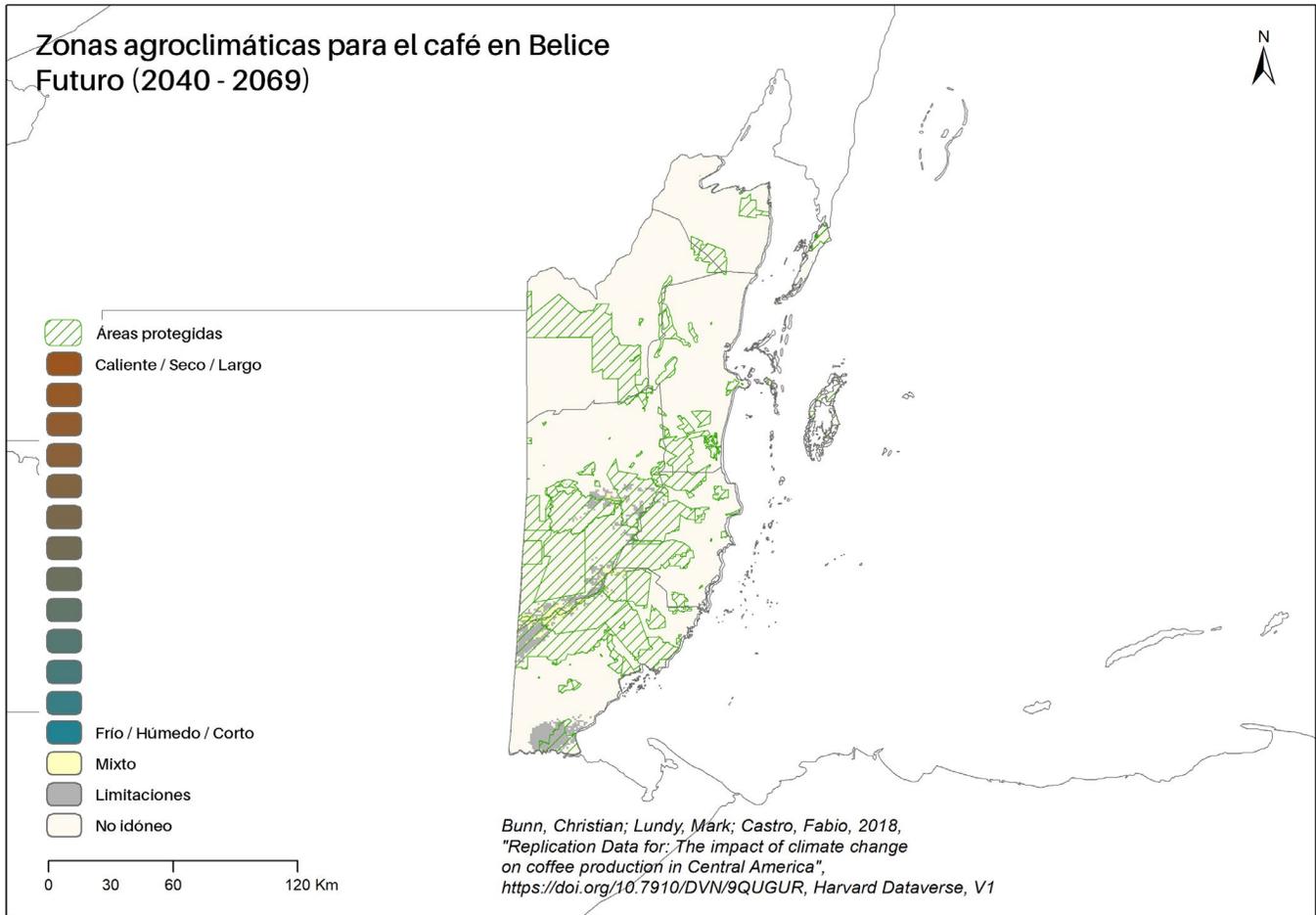




## Belice

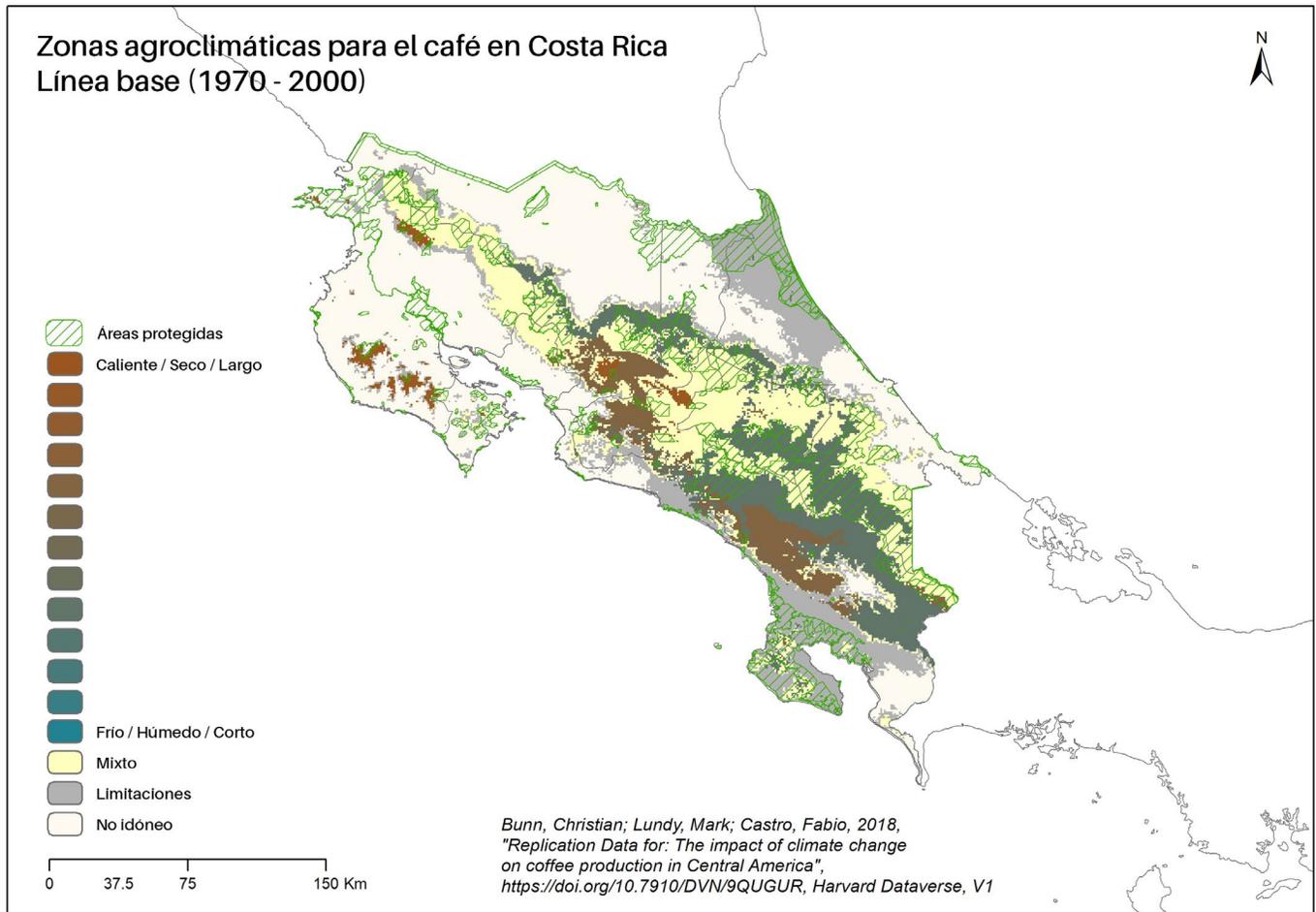
En este país, las zonas agroclimáticas son muy reducidas. Solo cuenta con zonas húmedas/frías/largas en el sur del país, rodeadas por zonas mixtas o con limitaciones. A futuro, el panorama no es positivo, ya que las zonas agroclimáticas bien definidas desaparecen y quedan algunas zonas bajo condiciones de limitaciones y mixtas. En cuanto al gradiente de impacto, se denota una mayor presencia de zonas de transformación, que sugieren el cambio a otro cultivo.



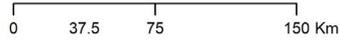
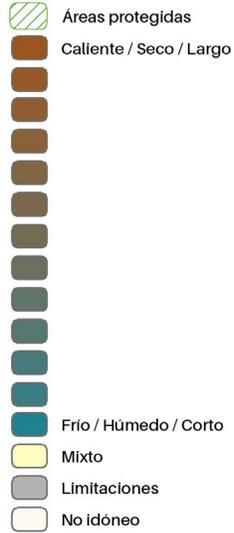


## Costa Rica

En la línea base o presente, el país tienen grandes zonas idóneas. Alrededor de zonas frías se encuentran las zonas mixtas y cálidas. En cuanto al clima, a futuro, hay reducción en la idoneidad, pero no es alarmante, ya que la reducción solo se da en los bordes de estas zonas idóneas. Los esfuerzos de adaptación deben ser incrementales.

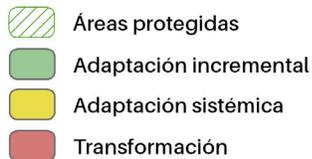


## Zonas agroclimáticas para el café en Costa Rica Futuro (2040 - 2069)



Bunn, Christian; Lundy, Mark; Castro, Fabio, 2018,  
"Replication Data for: The impact of climate change  
on coffee production in Central America",  
<https://doi.org/10.7910/DVN/9QUGUR>, Harvard Dataverse, V1

## Gradiente de impacto para el café en Costa Rica Línea base (1970 - 2000) y futuro (2040 - 2069)

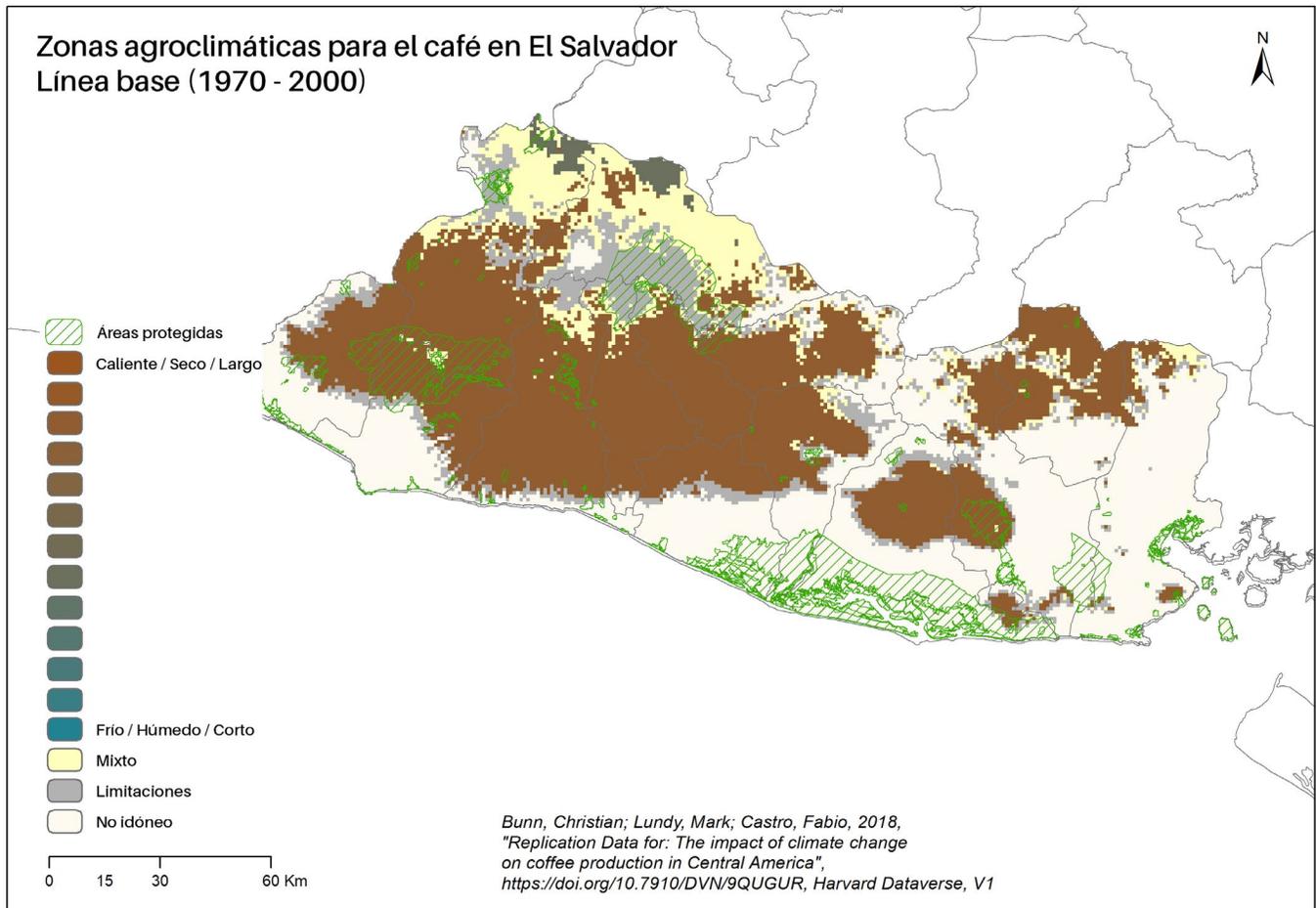


Bunn, Christian; Lundy, Mark; Castro, Fabio, 2018,  
"Replication Data for: The impact of climate change  
on coffee production in Central America",  
<https://doi.org/10.7910/DVN/9QUGUR>, Harvard Dataverse, V1

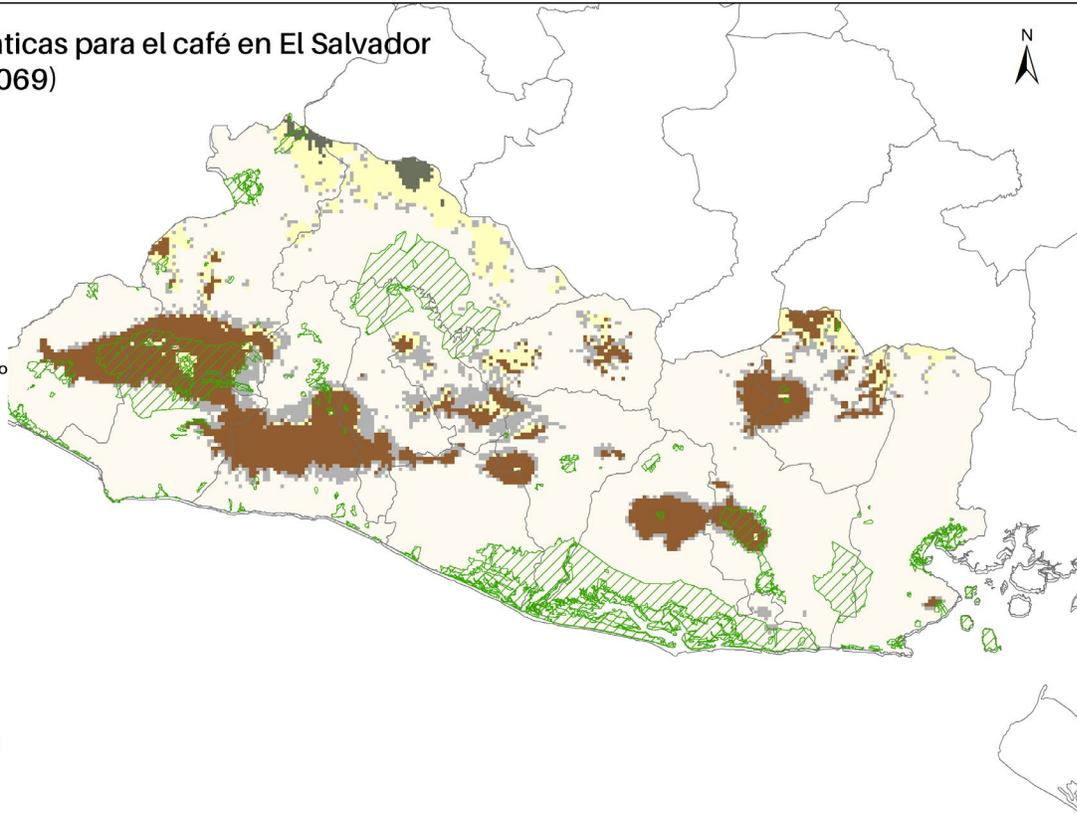
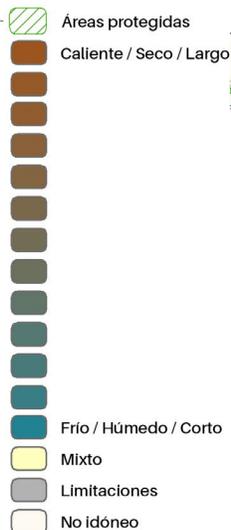


## El Salvador

El Salvador es quizá el país con mayor porcentaje de área idónea respecto a su tamaño. Para el cultivo de café, se denotan zonas cálidas idóneas para el país en el oeste del mismo, en la línea base. Sin embargo, a futuro, las zonas tendrían una reducción considerable en área y quedarán pocos puntos con idoneidad, tal como se ve al sur-oeste y centro del país.

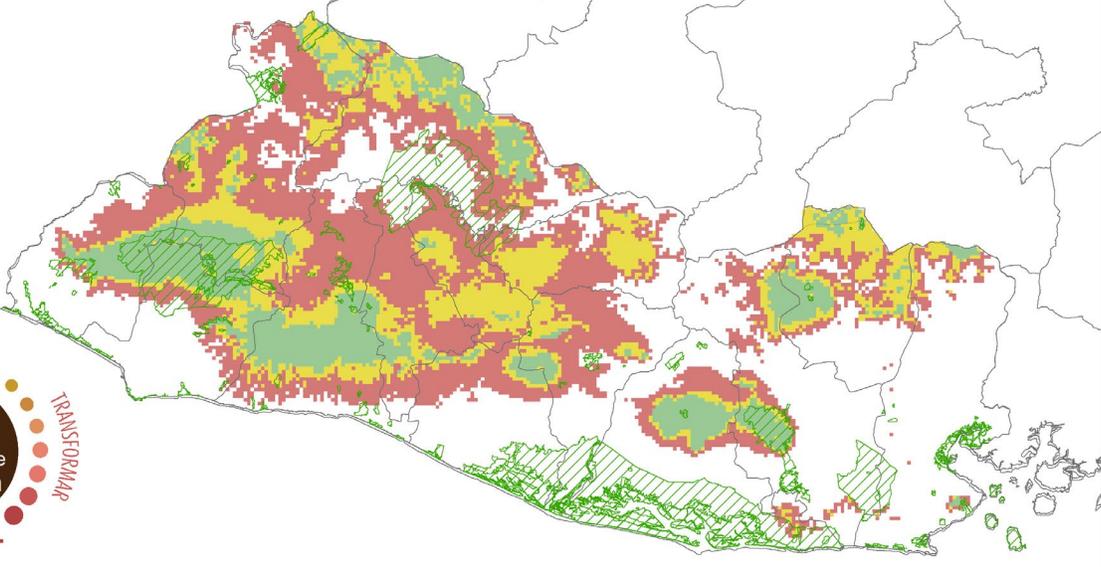
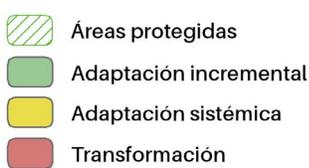


## Zonas agroclimáticas para el café en El Salvador Futuro (2040 - 2069)



Bunn, Christian; Lundy, Mark; Castro, Fabio, 2018,  
"Replication Data for: The impact of climate change  
on coffee production in Central America",  
<https://doi.org/10.7910/DVN/9QUGUR>, Harvard Dataverse, V1

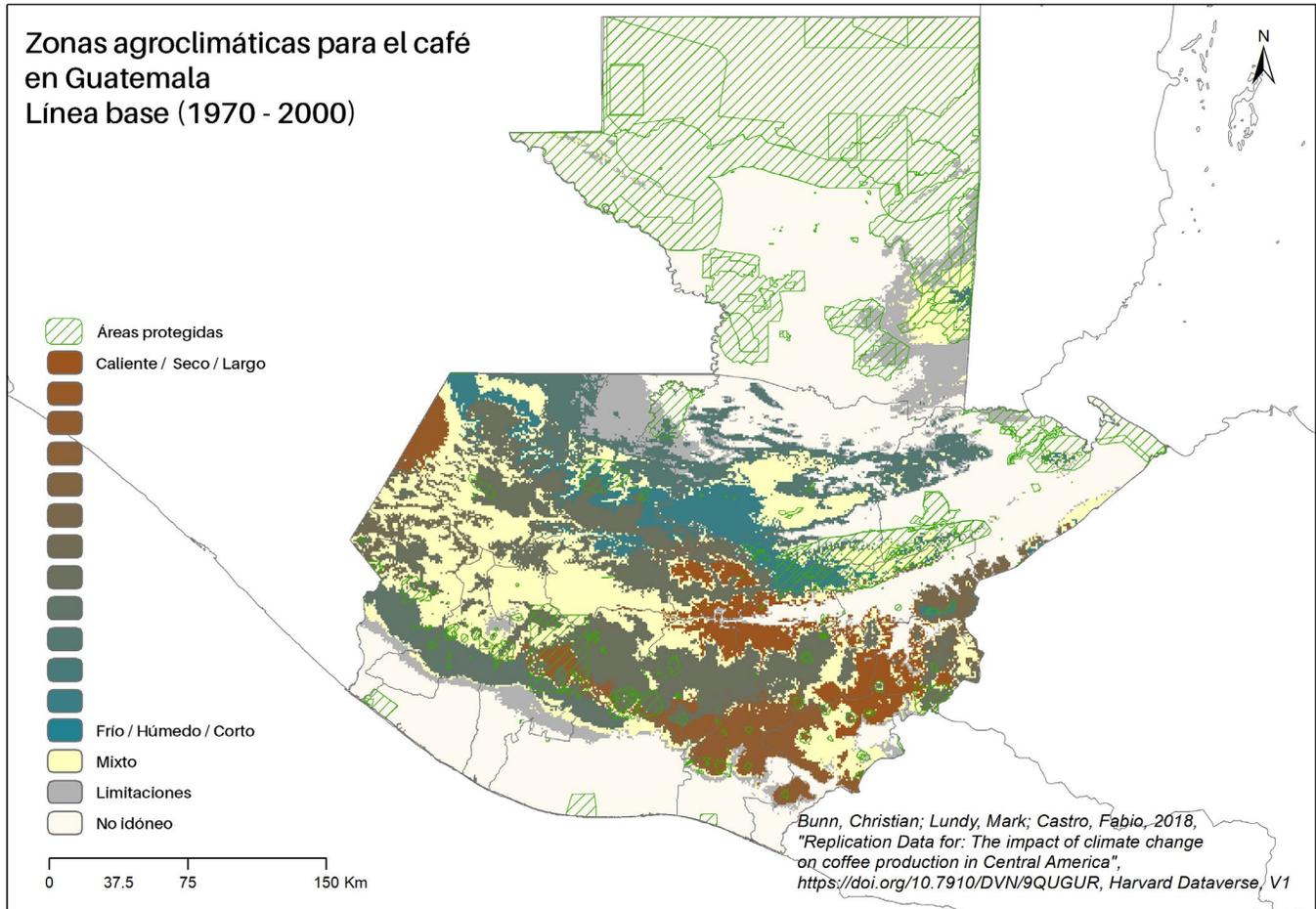
## Gradiente de impacto para el café en El Salvador Línea base (1970 - 2000) y futuro (2040 - 2069)

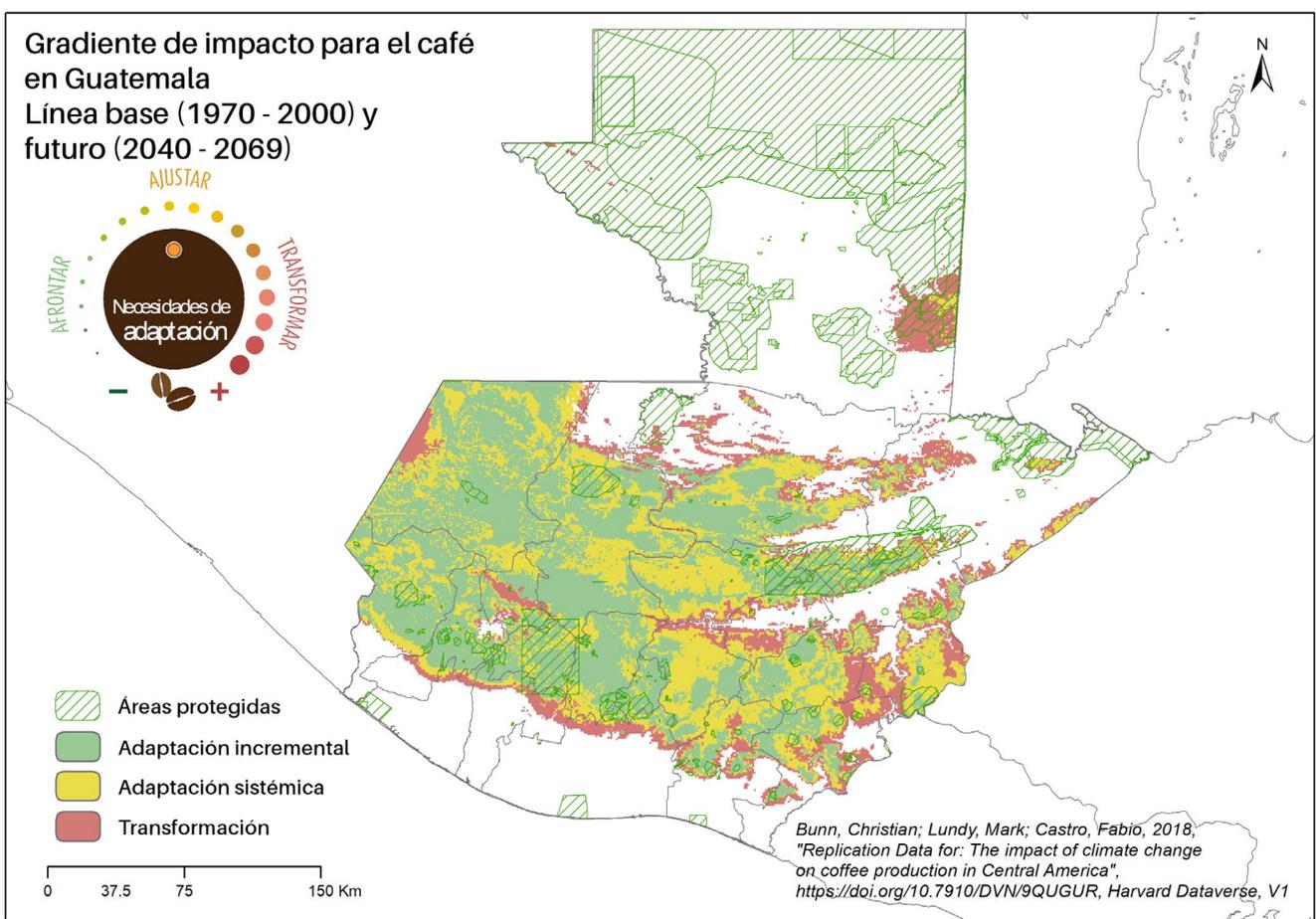
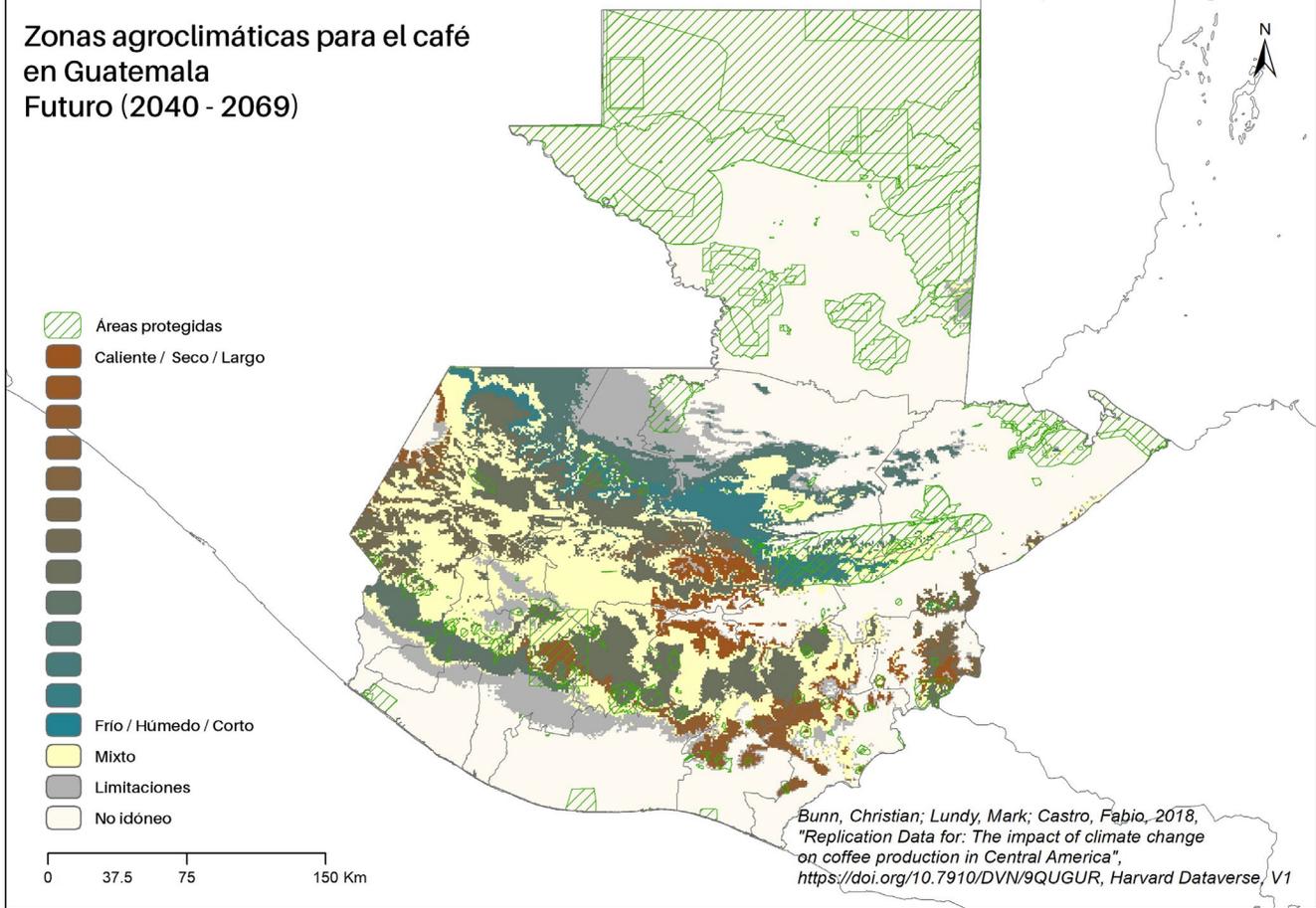


Bunn, Christian; Lundy, Mark; Castro, Fabio, 2018,  
"Replication Data for: The impact of climate change  
on coffee production in Central America",  
<https://doi.org/10.7910/DVN/9QUGUR>, Harvard Dataverse, V1

## Guatemala

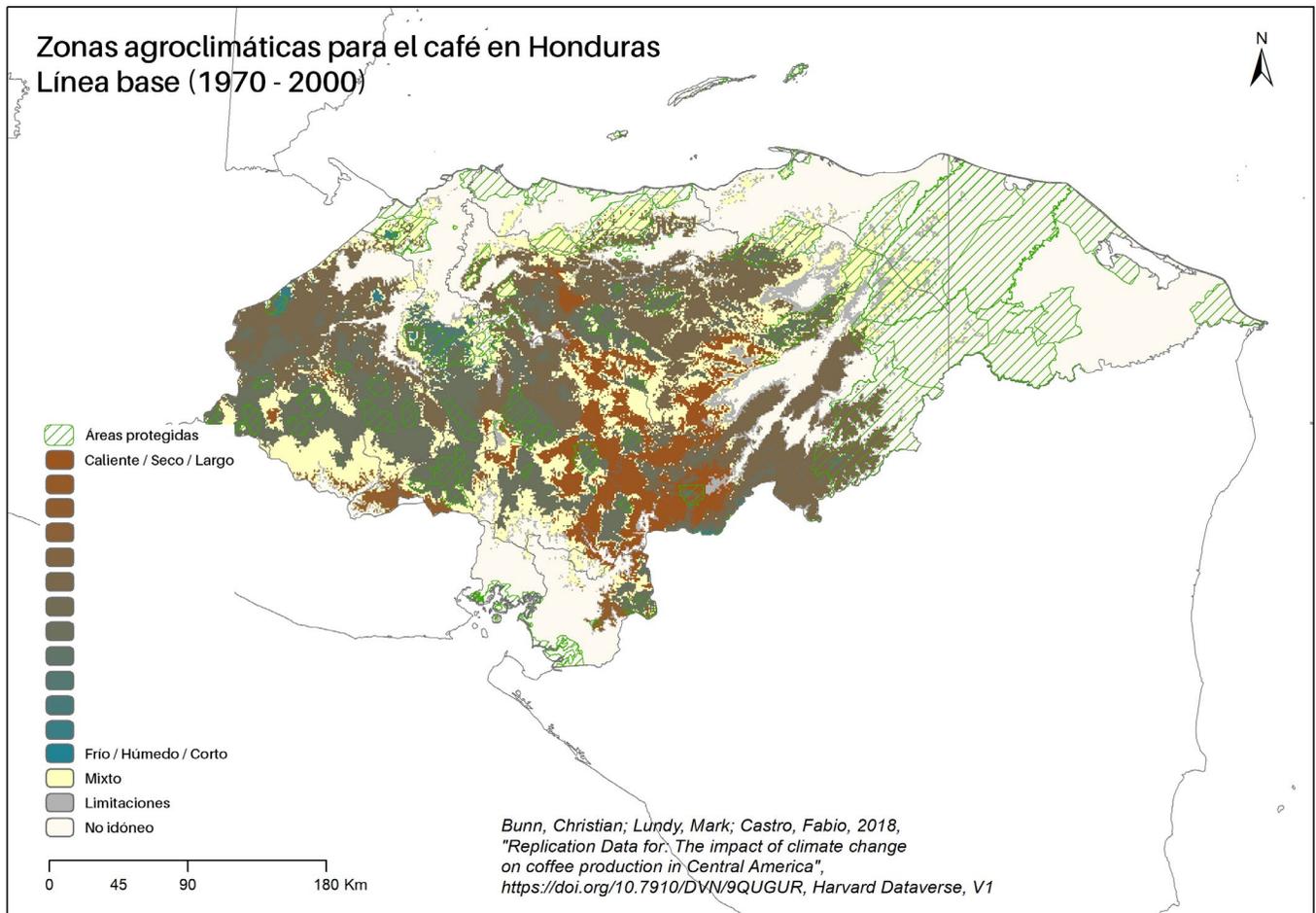
En la línea base, las zonas idóneas están principalmente al oeste del país. Las zonas agroclimáticas varían desde zonas cálidas-secas hasta frías-húmedas. Al norte del país las zonas no son aptas para el café. Ha futuro, la idoneidad se reducirá y las zonas con limitaciones y mixtas aumentarán en área. Por lo tanto, los esfuerzos de adaptación o gradiente de impactos son mayormente sistémicos e incrementales. En los bordes los esfuerzos de adaptación son transformacionales.





## Honduras

Honduras presenta zonas idóneas cálidas en mayor medida, especialmente en el centro y oeste del país. A futuro se espera una reducción en las áreas idóneas considerables, y con una alta presencia de zonas mixtas. El gradiente de impacto es especialmente de adaptación sistémica, localizado alrededor de zonas de adaptación incremental y de transformación.

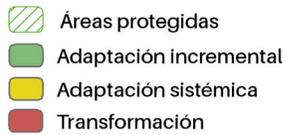


## Zonas agroclimáticas para el café en Honduras Futuro (2040 - 2069)



Bunn, Christian; Lundy, Mark; Castro, Fabio, 2018,  
"Replication Data for: The impact of climate change  
on coffee production in Central America",  
<https://doi.org/10.7910/DVN/9QUGUR>, Harvard Dataverse, V1

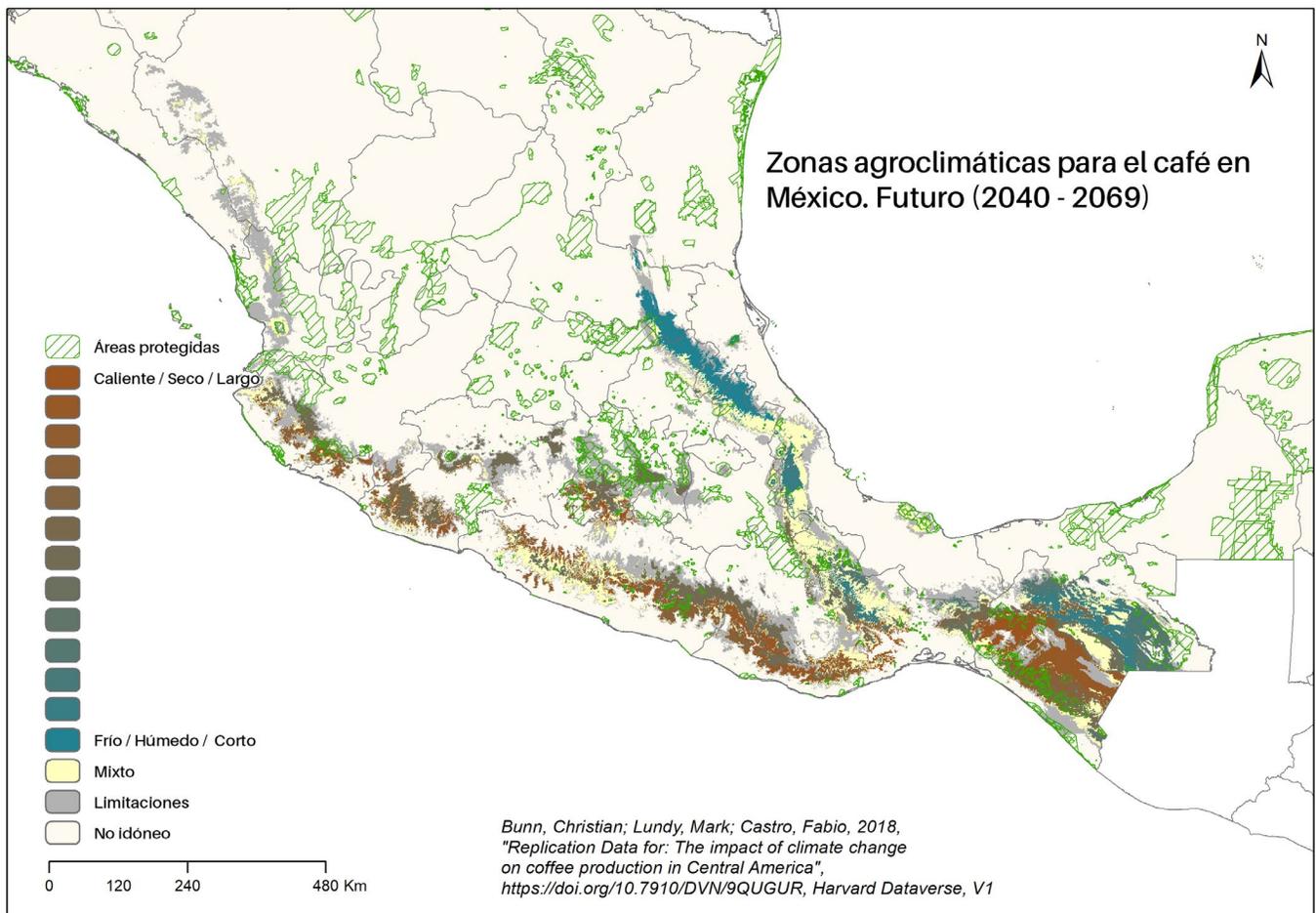
## Gradiente de impacto para el café en Honduras Línea base (1970 - 2000) y futuro (2040 - 2069)

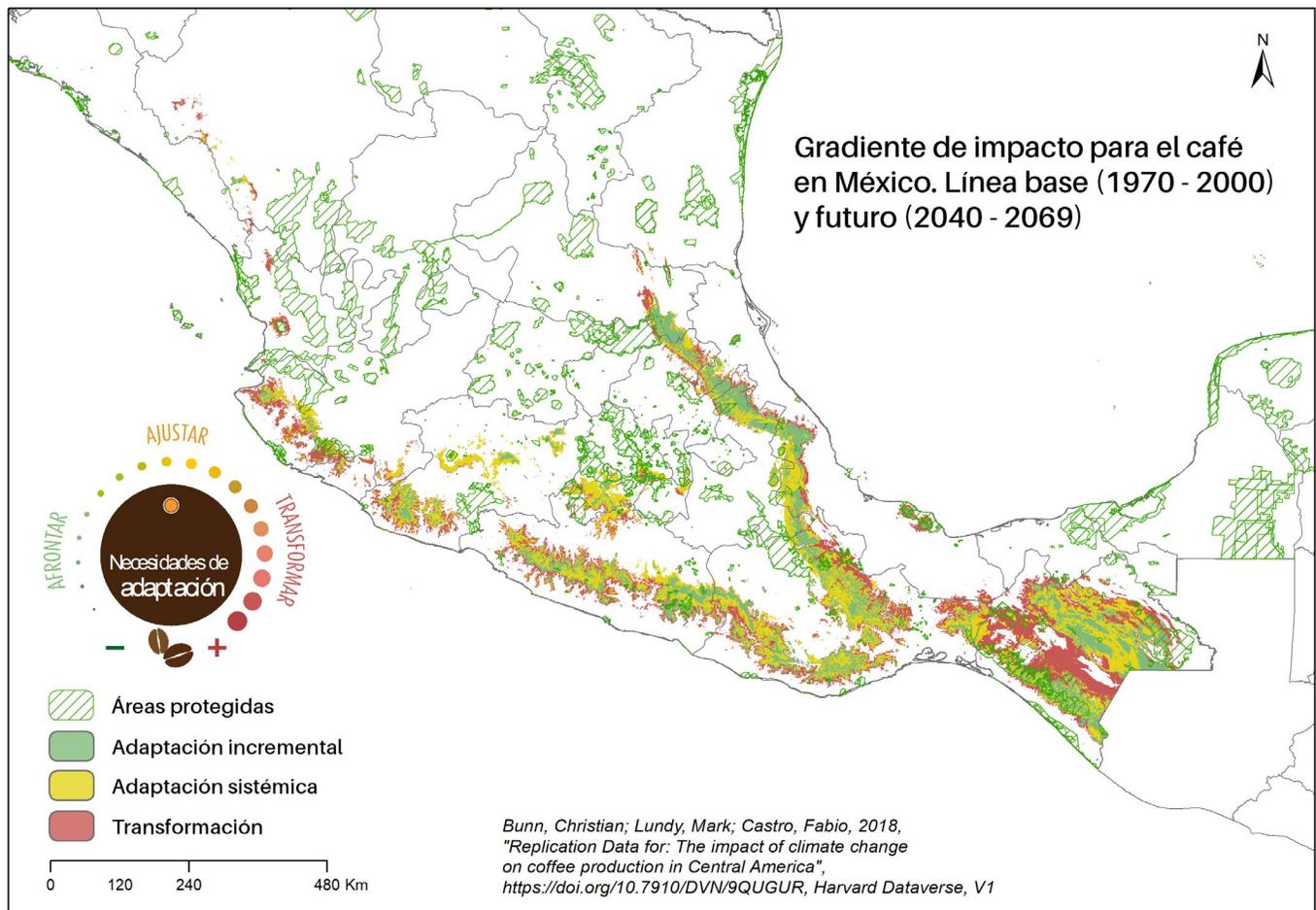
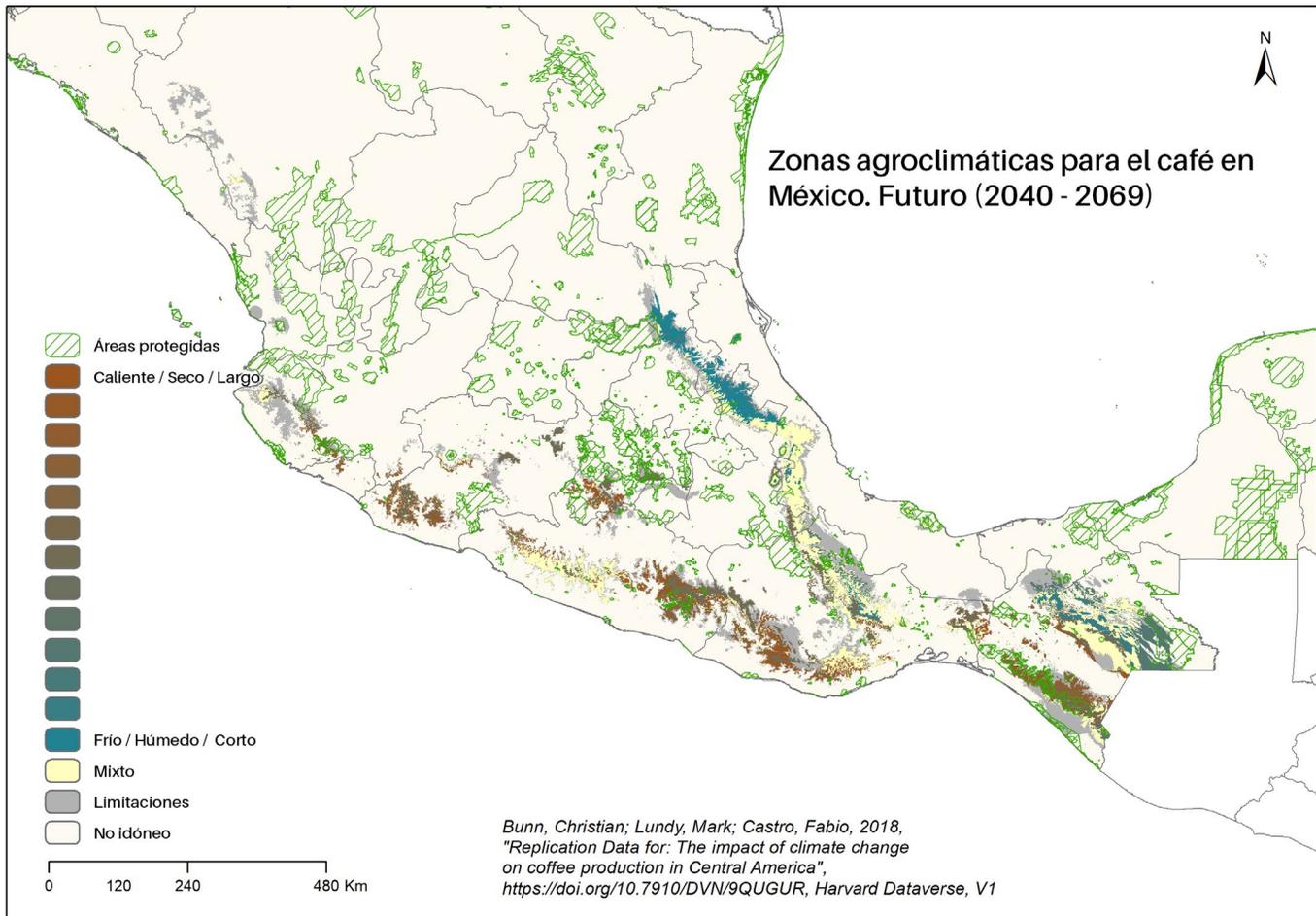


Bunn, Christian; Lundy, Mark; Castro, Fabio, 2018,  
"Replication Data for: The impact of climate change  
on coffee production in Central America",  
<https://doi.org/10.7910/DVN/9QUGUR>, Harvard Dataverse, V1

## México

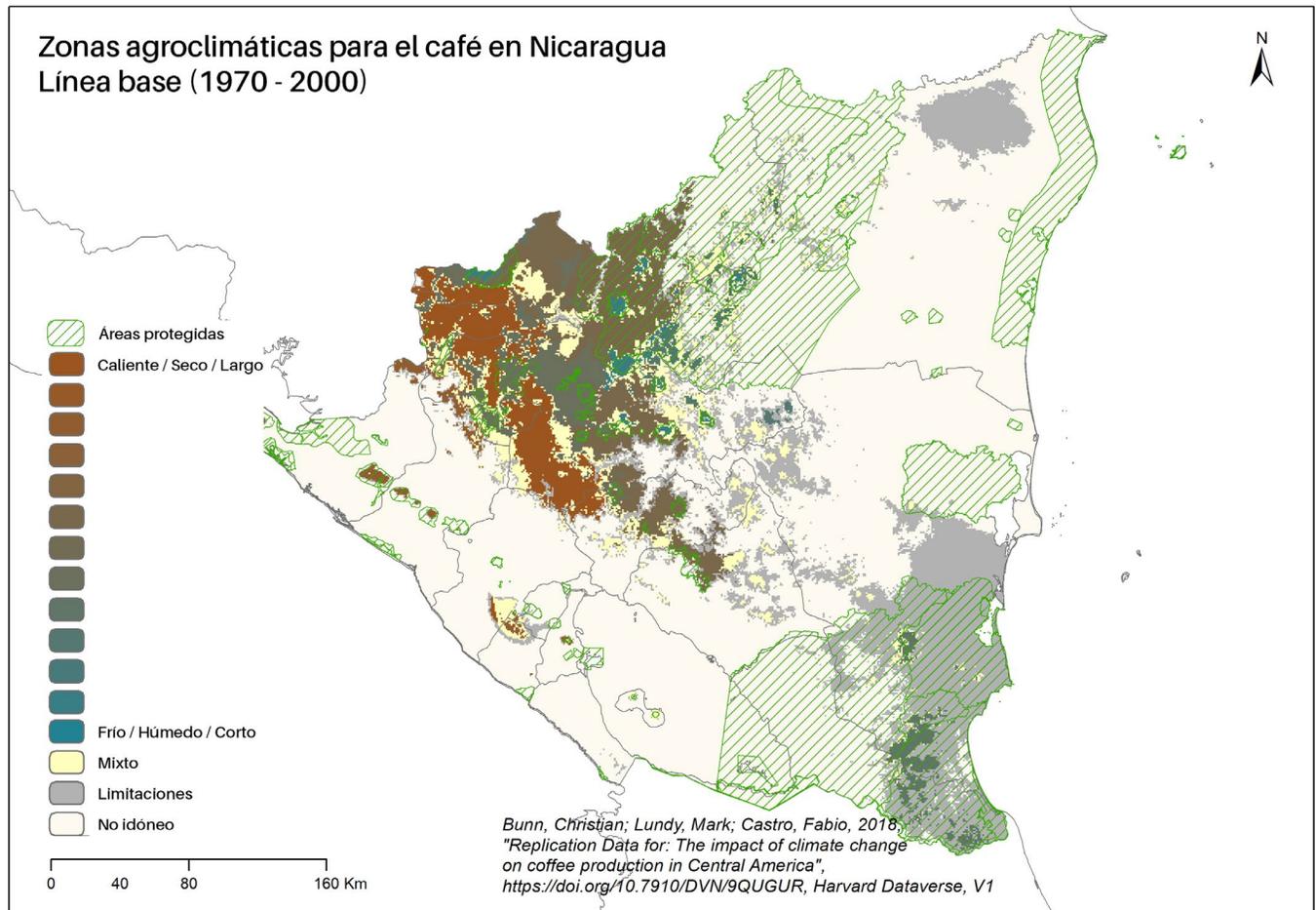
En México las áreas idóneas son de poca área en la línea base. En el presente hay un corredor en el sur-oeste del país, cerca del océano Pacífico, así como un núcleo de idoneidad en límites con Guatemala. Estas zonas tienen cierta reducción hacia el futuro.



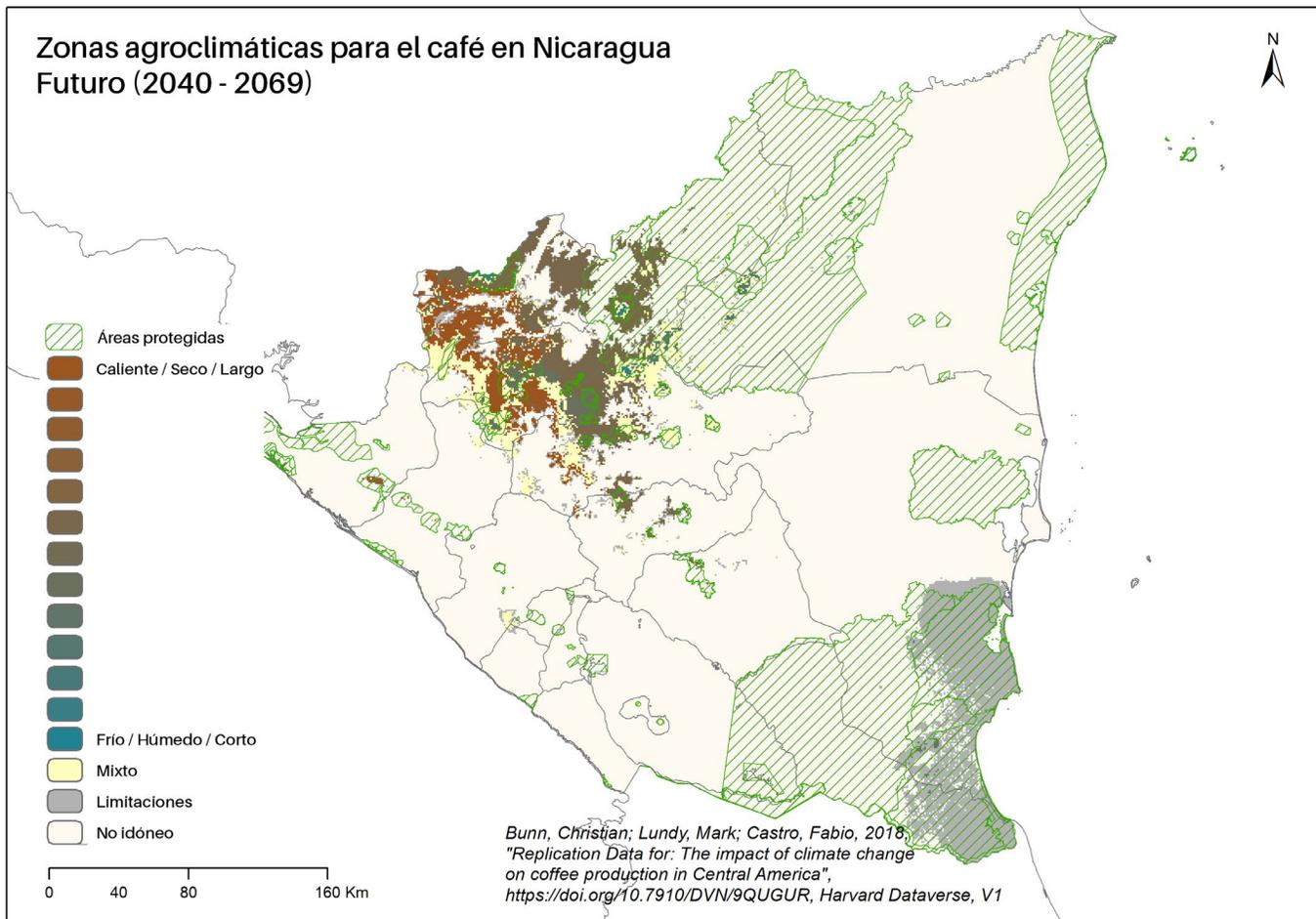


## Nicaragua

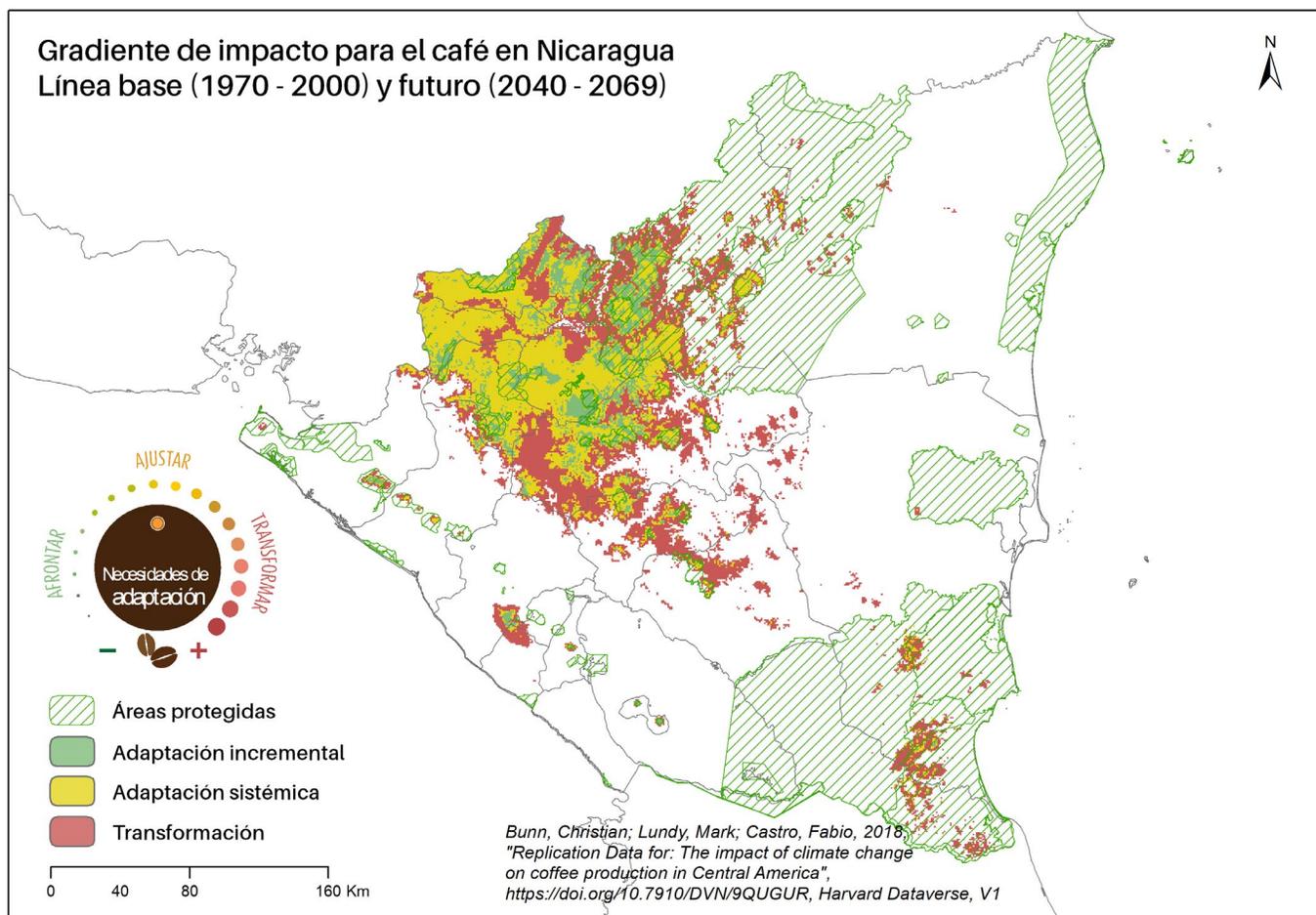
Las zonas idóneas para el café en el país son muy sectorizadas. Al Norte se presentan zonas idóneas cálidas y secas mayoritariamente. A futuro, se presenta una reducción considerable de las mismas, por lo que se recomienda una adaptación transformacional o adaptación sistémica para mitigar los efectos del cambio climático.



## Zonas agroclimáticas para el café en Nicaragua Futuro (2040 - 2069)

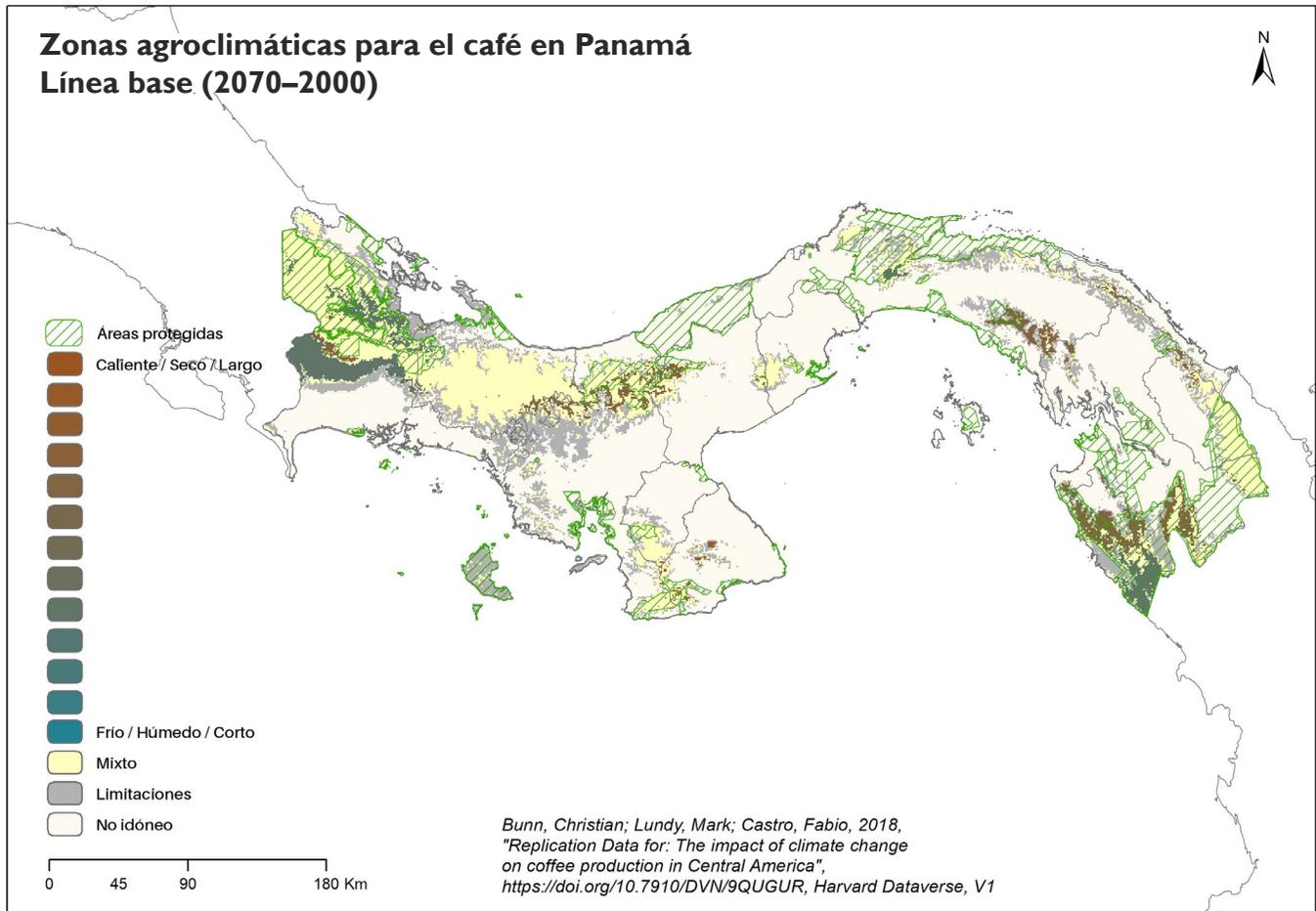


## Gradiente de impacto para el café en Nicaragua Línea base (1970 - 2000) y futuro (2040 - 2069)



## Panamá

En la línea base, el país tiene principalmente zonas idóneas de clima frío / húmedo en límites con Colombia y Costa Rica. Las zonas son mayoritariamente mixtas y con limitaciones. A futuro, las zonas agroclimáticas son mayormente mixtas y con limitaciones, por lo que se recomienda una adaptación incremental y de transformación.

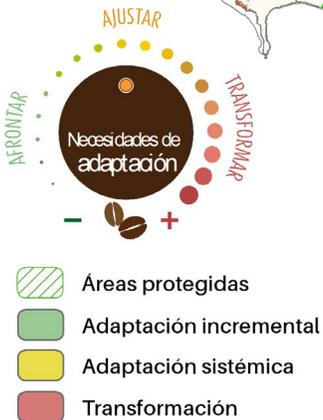


## Zonas agroclimáticas para el café en Panamá Futuro (2040–2069)



Bunn, Christian; Lundy, Mark; Castro, Fabio, 2018,  
"Replication Data for: The impact of climate change  
on coffee production in Central America",  
<https://doi.org/10.7910/DVN/9QUGUR>, Harvard Dataverse, V1

## Gradiente de impacto para el café en Panamá Futuro (2040–2069)



Bunn, Christian; Lundy, Mark; Castro, Fabio, 2018,  
"Replication Data for: The impact of climate change  
on coffee production in Central America",  
<https://doi.org/10.7910/DVN/9QUGUR>, Harvard Dataverse, V1

## ¿Cómo se generan las proyecciones climáticas futuras?

Una proyección climática es la respuesta simulada del sistema climático en un escenario de futura emisión o concentración de gases de efecto invernadero (GEI), generalmente derivado de modelos climáticos globales. Un modelo climático global (GCM, por sus siglas en inglés) es una representación del sistema climático basada en las propiedades físicas, químicas y biológicas de sus componentes, sus interacciones y procesos de retroalimentación. Las proyecciones climáticas dependen del escenario de emisiones utilizado, que a su vez se basa en supuestos relativos a futuros desarrollos socioeconómicos y tecnológicos. Los resultados del GCM tienen una resolución aproximada de 100 o 200 km, **lo que no es práctico para evaluar los paisajes agrícolas**. Por lo tanto, utilizamos proyecciones climáticas a escala reducida. Las suposiciones clave de este enfoque son que los cambios en el clima solo varían a lo largo de grandes distancias y que la relación entre las variables en la línea base se mantiene en el futuro.

## ¿Qué escenario de emisiones se utilizó?

Los escenarios de emisiones son una representación plausible del desarrollo futuro de los GEI. Los escenarios optimistas suponen que las emisiones netas de carbono se vuelven cero en un futuro cercano (RCP 2,6), mientras que en el escenario pesimista RCP 8,5, las emisiones de GEI continúan creciendo, lo que resulta en un calentamiento extremo. Varias publicaciones muestran que en este escenario el café lucharía por sobrevivir. En este estudio utilizamos RCP 6,0 por ser una opción adecuada (escenario intermedio) para guiar la adaptación.

## ¿Cómo se determinó el gradiente de impacto?

Para determinar las zonas con diferentes grados de impacto climático, modelamos cambios en la aptitud bioclimática para el café en las condiciones climáticas actuales y de los periodos comprendidos entre 2020 y 2049 (que aproximamos a 2030) y entre 2040 y 2069 (que aproximamos a 2050) utilizando un modelo de clasificación de aprendizaje automático. Primero, se armó una base de datos de lugares donde actualmente se cultiva café. Segundo, las medias climatológicas mensuales del período 1950-2000, interpoladas en una cuadrícula de 0,5 minutos de arco, se descargaron de la base de datos de WordClim (Hijmans et al., 2005), lo que representa nuestro clima de referencia actual. Con estas se calcularon 19 variables bioclimáticas utilizadas comúnmente en el modelado de la idoneidad del cultivo (Nix, 1986). Tercero, aplicando Bosques Aleatorios (Random Forest) en variaciones no supervisadas a variables bioclimáticas biológicamente significativas, se detectaron diferentes grupos de idoneidad de café dentro de los datos de ocurrencia. Estos grupos pueden interpretarse como diferentes zonas climáticas, las cuales permiten el cultivo del café, pero en diferentes condiciones climáticas. Cuarto, usando todas las variables bioclimáticas, los clusters de bosques aleatorios fueron entrenados para distinguir entre áreas adecuadas (que caen en una de las zonas climáticas adecuadas) y áreas inadecuadas para el café. Los clusters se aplicaron a los datos climáticos de 19 escenarios climáticos del periodo 2030 y del periodo 2050 a partir de diferentes modelos climáticos. Esto dio lugar a 19 mapas de idoneidad distintos que se promediamos para obtener un solo mapa para cada periodo de tiempo (2030 y 2050).

Finalmente, los dominios de recomendación se definieron por la calidad del cambio entre las zonas climáticas en las condiciones actuales y las condiciones futuras en cada una de las 19 proyecciones del GCM. **Adaptación incremental** es donde se proyecta que las condiciones de clima para la producción de café no cambien.

**Adaptación sistémica** es donde se proyecta que las condiciones climáticas para la producción de café cambien, aunque sigan siendo aptas. **Adaptación transformacional** es donde se proyecta que las condiciones climáticas cambien, de tal manera que una zona previamente adecuada probablemente deje de serlo para el café en el futuro.

## ¿Qué tan certera es la proyección?

Como perspectiva futura, nuestro modelo tiene un grado considerable de incertidumbre y debería llamarse proyección, en vez de predicción. La incertidumbre en nuestro modelo proviene de los escenarios de emisiones, los modelos climáticos y el modelo de cultivo. Utilizamos 19 modelos climáticos globales como proyecciones

igualmente válidas del clima futuro. Estos modelos muestran un alto nivel de concordancia sobre un aumento de la temperatura, pero divergencia sobre la distribución regional y estacional de la precipitación. Por lo tanto, el gradiente de impacto climático resultante está influenciado en gran medida por el aumento de la temperatura, mientras que el desacuerdo con la precipitación está enmascarado. Sin embargo, un aumento de la temperatura implica mayores necesidades de agua de la agricultura. Por último, nuestro modelo es un modelo de “todas las demás cosas iguales” que solo considera un cambio de clima. Nuestro enfoque estadístico está diseñado para evitar el sobreajuste y también incluye deliberadamente ubicaciones marginales para café. Esto debe considerarse como incertidumbre “amigable” porque significa que, a través de la adaptación guiada, los peores impactos serán evitables.

## CIAT

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) —un Centro de Investigación de CGIAR— desarrolla tecnologías, métodos innovadores y nuevos conocimientos que contribuyen a que los agricultores, en especial los de escasos recursos, logren una agricultura eco-eficiente —es decir, competitiva y rentable así como sostenible y resiliente. Con su sede principal cerca de Cali, Colombia, el CIAT realiza investigación orientada al desarrollo en las regiones tropicales de América Latina, África y Asia. [www.ciat.cgiar.org](http://www.ciat.cgiar.org)

El grupo de Análisis de Políticas (DAPA, por sus siglas en inglés) del CIAT realizó los análisis presentados aquí bajo el liderazgo de Christian Bunn, con el apoyo de Fabio Castro-Llanos. **Contacto:** [cbunn@cgiar.org](mailto:cbunn@cgiar.org)

Esta publicación debe ser citada de la siguiente manera: Bunn, C; Lundy, M; Castro-Llanos, F. 2019. Impacto del cambio climático en la producción de café en México y Centroamérica. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 24 p. Permanent link to cite or share this item: <https://hdl.handle.net/10568/103774>

Los autores agradecen el apoyo financiero de parte de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés) y el Programa de Investigación de CGIAR sobre Políticas, Instituciones y Mercados (PIM). Elementos clave de este trabajo se implementaron como parte del proyecto Climate Smart Value Chains del Programa de Investigación de CGIAR en Cambio Climático, Agricultura y Seguridad Alimentaria (CCAFS) y el consorcio Feed the Future Learning Community for Supply Chain Resilience de USAID, Los autores agradecen la colaboración de múltiples socios en la región por la entrega de puntos de ubicación de plantaciones de café, así como por la revisión de los resultados del estudio.

Las ideas expresadas por los autores en la presente publicación no necesariamente reflejan las opiniones de las organizaciones nombradas en los reconocimientos.



El presente documento está licenciado bajo [Creative Commons Attribution 4.0 International license](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Puede copiar, adaptar y distribuir el documento y los mapas, siempre y cuando se dé el crédito de manera adecuada y se brinde un enlace a la licencia, e indique si se han realizado cambios.

El ícono en los mapas de impacto es una adaptación de “Setting” por Juan Pablo Bravo, The Noun Project.

El CIAT propicia la amplia diseminación de sus publicaciones impresas y electrónicas para que el público obtenga el máximo de beneficio. Por lo tanto, en la mayoría de los casos, los colegas que trabajan en investigación y desarrollo no deben sentirse limitados en el uso de los materiales del CIAT. Aunque el CIAT elabora sus publicaciones con sumo cuidado, no garantiza que sean exactas ni que contengan toda la información.