



CRGR
Concertación Regional
para la Gestión de Riesgos



ESTUDIO

Impactos del Cambio Climático en la Seguridad Alimentaria



resiliencia
mirar de nuevo, hacerlo mejor

DE PEQUEÑOS AGRICULTORES EN TERRITORIOS PRIORIZADOS
DEL CORREDOR SECO CENTROAMERICANO

Responsable del estudio: Ing. Guillermo Cornejo

Territorios objetivos del estudio:

Guatemala: **Cuenca del río Shalaguá**,
afluente al río Grande de Zacapa.



El Salvador: **Cuenca del río El Jute**,
afluente al río Grande de San Miguel.



Honduras: **Cuenca del río Guale**,
afluente al río Guasaule, afluente al río Negro.



Nicaragua: **Cuenca del río Los Quesos**,
afluente al río Negro.



En la región de Centro América, y en especial en el “Corredor Seco” de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, las prolongadas y severas sequías ocurridas en la última década, demanda que los gobiernos declaren, de manera recurrente, estados de emergencia en varias zonas de la región, y es que Centroamérica, por su ubicación geográfica y natural, está considerada como una de las regiones más vulnerables, esta condición se **agrava por la variabilidad climática actual y futuros cambios climáticos, presentándose de forma recurrente eventos más intensos de sequías, inundaciones, olas de calor, huracanes, tormentas extremas, brotes de plagas y enfermedades, entre otros.**

La Seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN), son conceptos multicausales, multiniveles y multisectoriales que además están estrechamente relacionados, pues sin lugar a dudas la SAN se ve comprometida cada vez más profundamente **por los impactos de los fenómenos agroclimáticos extremos que causan desastres, generan efectos negativos a nivel Socioeconómico y ambiental**

Los fenómenos agroclimáticos extremos impactan a todos los componentes del sistema alimentario y nutricional y todas las dimensiones de la SAN, por ejemplo, la productividad agrícola, que afecta directamente los medios de vida de la población. De acuerdo a la FAO, la sequía del 2018 impactó a 2.1 millones de personas del Corredor Seco Centroamericano al perder sus cultivos de granos básicos y por consecuencia, caer en inseguridad alimentaria. A pesar de la importancia de los daños causados por los fenómenos agroclimáticos extremos, particularmente las sequías, los estudios existentes no son suficientes, ya que no permiten caracterizar la amenaza de sequía para poder evaluar su ocurrencia, intensidad, frecuencia y distribución geográfica, y en consecuencia, planificar acciones preventivas y paliativas para una mejor gestión de esta amenaza. ASORECH, CDH y CORDES, a través del programa **“Seguridad Alimentaria para las poblaciones afectadas por el cambio climático en América Central”** financiado por la Cooperación Alemana y Arbelter Samariter Bund ASB, ha considerado importante generar instrumentos, metodologías agroclimáticas y procesos investigativos en función de aumentar las capacidades de las comunidades, agricultores, productores en la toma de decisiones para la planificación a corto, mediano y largo plazo ante los pronósticos agroclimáticos y perspectivas climáticas en las áreas geográficas de interés, en forma colaborativa y participativa de autoridades locales, estatales, academia, sociedad civil, entre otros, para una efectiva planificación, gestión y resiliencia de los riesgos agroclimáticos extremos.

ASORECH, CDH y CORDES como integrantes de la Concertación Regional de Gestión de Riesgo consideran importante desarrollar procesos de incidencia basado en la evidencia, por tanto, con mucha satisfacción ponen a disposición un resumen del estudio “Análisis del impacto del Cambio Climático en la Seguridad Alimentaria y Nutricional en el Corredor Seco Centroamericano, en el cual se han analizado cuatro territorios pilotos de la región: **Guatemala: Cuenca del río Shalaguá afluente al río Grande de Zacapa; El Salvador: Cuenca del río El Jute, afluente al río Grande de San Miguel; Honduras: Cuenca del río Guale, afluente al río Guasaule, afluente al río Negro y Nicaragua: Cuenca del río Los Quesos, afluente al río Negro.** El objetivo de la investigación es estudiar las variables agroclimáticas que influyen en la seguridad alimentaria y nutricional, para estimar de qué manera el Cambio Climático incidirá en los cuatro territorios piloto; para ello, se analizarán

registros hidrometeorológicos históricos de estaciones locales en el período 1970-2020, así como las proyecciones de escenarios de Cambio Climático de 17 Modelos dinámicos y estadísticos de Circulación General de la atmósfera para estimar las variables climáticas para el período 2021-2050.

Condiciones generales

A nivel general en los cuatro países del CA4, las familias de pequeños agricultores han percibido cambios en los patrones de lluvia desde finales de los años 90's y la primera década de los años 2000; a partir de entonces los acumulados de lluvia y la frecuencia de eventos extremos entre tormentas y sequías, ha cambiado de tal forma, que los agricultores se han visto en la necesidad de cambiar sus costumbres agrícolas, buscando acoplar mejor **la toma de decisiones en el manejo de sus cultivos considerando** la nueva variabilidad climática.

Sin embargo, a pesar de sus esfuerzos, no han logrado evitar, ya sea las pérdidas totales de los cultivos durante eventos de sequías extremas, o la reducción del rendimiento de las tierras ante **la erosión**, el déficit hídrico, la pérdida de nutrientes o la pérdida del mismo suelo. Así, en promedio para los cuatro países, el rendimiento del maíz para el ciclo productivo de primera ha disminuido un 25%, mientras que para el ciclo productivo de postrera ha disminuido un 20%; en el caso del frijol, el rendimiento del ciclo productivo de primera se ha reducido en 25%, y el de postrera, se ha disminuido en 9%.



Cuenca del río Shalaguá, Jocotán, Guatemala



Cambios en los patrones históricos de lluvia:

Al estudiar 50 años hidrológicos desde 1970 hasta 2020, se encontraron los siguientes patrones:

- El Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) anual, muestra tendencias a una mayor estabilidad en las precipitaciones, y la reducción de sequías extremas y severas, ocurridas de mediados de los años 90's hacia atrás.
- El inicio y fin de la estación lluviosa se mantienen estables, el inicio ocurre en promedio a principios de junio y el final a principios de octubre.

- En cuanto a las sequías, en promedio ocurren entre una y dos por estación lluviosa, con magnitud media de 3.5 mm/día; estas condiciones se han mantenido estables durante los últimos 50 años, mas no así el número de días acumulados en sequía dentro de la estación lluviosa, que presenta una tendencia incremental significativa, al pasar de una media de 60 días a 95 días en sequía.



Cambios históricos en la temperatura:

En los últimos 50 años, se han registrado los siguientes cambios:

- En la cuenca alta del río Shalaguá, las temperaturas máximas, medias y mínimas tienen tendencia incremental de +0.7°C, +0.5°C y +1.2°C, respectivamente; mientras que en la cuenca baja se presentan tendencias similares, pero de mayor magnitud, siendo los cambios de +1.0°C, +0.6°C y +1.4°C, para las temperaturas máximas, medias y mínimas, respectivamente. De esta manera se concluye que en la cuenca del río Shalaguá la temperatura se encuentra incrementando a nivel general, siendo las temperaturas mínimas y máximas, por ese orden, las de mayor cambio y superiores a +1°C, mientras que las temperaturas medias cambian en torno a +0.5°C.



Cambios históricos en la hidrología:

En los últimos 50 años, se han registrado los siguientes cambios:

- La aportación media multianual es de 40 MMC con tendencia incremental de +5 MMC en las cinco décadas. El año más seco ha sido 1986-87 con aportaciones de 12.65 MMC y el más húmedo el 2008-09 con aportaciones de 71.25 MMC.
- Las sequías hidrológicas “extra secas” con aportaciones menores a 28.21 MMC, ocurrieron cuatro a mediados de los 90’s hacia atrás y tres a mediados de los 90’s en adelante.
- Los años en condiciones “extra húmedas” con aportaciones superiores a 52.89 MMC, ocurrieron dos a mediados de los años 90’s hacia atrás y cinco a mediados de los 90’s en adelante.



Cambios detectados en la agricultura:

- Cultura agrícola: El inicio de los ciclos productivos de primera y postrera, tanto del maíz como del frijol, se ha atrasado en torno a dos semanas, en el caso de maíz para la producción de primera, desde inicios de mayo hacia mediados del mismo mes, y para la producción de postrera, desde inicios de agosto hacia mediados de dicho mes; mientras que para el frijol, se ha atrasado desde inicios hasta mediados de junio para el ciclo de primera y desde inicios hasta mediados de septiembre para la postrera.
- Sequía agrícola del maíz (déficit hídrico): tanto el maíz del ciclo productivo de primera como el de postrera, se encuentran constantemente en déficit hídrico, el cultivo de primera tiene déficit hídrico medio de -70 mm, con tendencia a alcanzar los -100 mm, resultando en

sequías agrícolas más severas; mientras que el cultivo de postrera tiene una media de -140 mm de déficit hídrico, con tendencia a alcanzar -100 mm, por lo que las condiciones de la postrera mejoran, pero se mantienen siempre deficitarias.

- Sequía agrícola del frijol (déficit hídrico): contrario al maíz, el frijol no se encuentra en sequía agrícola permanente para el ciclo productivo de primera; en este caso, cuando se tiene sequía agrícola esta tiene un déficit hídrico medio de -30 mm, aunque con tendencia a alcanzar -50 mm; por otra parte, en el ciclo productivo de postrera, sí se tiene sequía agrícola permanente, con déficit hídrico medio de -155 mm, con tendencia a reducirse a -140 mm.



Proyecciones de Cambio Climático:

Para el **período futuro 2021-2050** se proyectaron los siguientes cambios:

- **Cambios en los patrones de lluvia**

Antes de presentar estos resultados, merece la pena destacar que con relación a la variable de precipitación, los modelos tienen una incertidumbre importante y se debe de considerar la gestión de esta incertidumbre, tanto en los análisis de estos escenarios, como en la toma de decisiones. El estado de nuestro planeta en el futuro depende de la cantidad de gases de efecto invernadero que se emitan a la atmósfera. Quizás la mayor incertidumbre de todas sea la cantidad de carbono, otros gases de efecto invernadero y aerosoles que emitirán los seres humanos en los próximos años.

En la cuenca del río Shalaguá, se espera que a nivel anual se tenga un descenso de -1.94% en la precipitación acumulada, al pasar de 1,409.4 mm a 1,382.0 mm; sin embargo, a nivel intra-anual el déficit tiene una distribución no uniforme a lo largo del año hidrológico: el bimestre inicial de la estación lluviosa mayo-junio, donde ocurre el primer máximo de la estación húmeda, se espera que tenga un déficit en torno al -15% en ambos meses, de manera que el inicio de la estación lluviosa se perfila más inestable y con mayor recurrencia de sequías.

Para el segundo bimestre de la estación lluviosa, julio-agosto relacionado con la canícula, se esperan mayores precipitaciones en torno al +12%, por lo que las sequías relacionadas a dicho fenómeno podrían tener menor intensidad o menor duración.

Para el tercer bimestre de la estación lluviosa, septiembre-octubre, período en que ocurre el segundo máximo de lluvia y concluye la temporada, se esperan menos lluvias en septiembre en torno a -9%, mientras que en octubre se esperan más lluvias, en torno a +19%, por lo que los eventos extremos podrían presentarse con mayor recurrencia en este último mes.

En cuanto a la estación seca se esperan precipitaciones medias parecidas a las históricas, las cuales, por ser tan escasas, el mínimo valor de incremento representa un gran porcentaje de cambio; de esta manera, en enero en donde se espera un incremento de +40%, aunque parece un incremento significativo en realidad es un cambio muy bajo, al pasar de 5 mm a

7 mm de lluvia. En el resto de meses de la estación seca se esperan cambios similares, de manera que su incidencia es poco significativa para el acumulado anual en la cuenca.

Para el período futuro, las simulaciones indican que el inicio ocurriría entre el 08 de mayo y el 01 de julio y el final entre el 22 de septiembre y el 02 de noviembre; en promedio el inicio se daría el 04 de junio (día juliano 155) y finaliza el 13 de octubre (día juliano 286), resultando en una duración media de 131 días.

Por lo anterior se esperaría que el inicio de la estación lluviosa sea más variable al ampliarse el rango de días en el que ocurriría, y en promedio se atrasaría dos días; por el contrario, el final de la estación lluviosa reduciría el rango de tiempo en el que ocurriría, pero se atrasaría 11 días, resultando en una estación lluviosa de mayor duración con +9 días.

● Cambios en la temperatura

En la cuenca del río Shalaguá, se proyecta que la media multianual de temperaturas máximas se incremente en +0.9 °C, la de temperaturas medias se incrementaría en +1.2 °C y la mínima en +0.5 °C; de manera que a nivel general se esperan mayores temperaturas en los próximos 30 años.

Las medias mensuales de temperatura máxima diaria, se espera que se mantengan invariables o con muy pocos cambios en el período de febrero a mayo, oscilando los cambios de estos meses entre -0.02 °C hasta +0.27 °C; los meses con mayor cambio son julio y agosto con +2.2 °C y +1.8 °C, respectivamente, seguidos de septiembre-octubre-noviembre con incrementos de +1.3 °C, +1.2 °C y +1.1°C; luego junio, diciembre y enero tendrían cambios mayores a +0.5 °C y menores a +1°C.

Las medias mensuales de temperatura media diaria, se espera que se mantengan con cambios inferiores a +0.5 °C en el período de marzo a mayo; los meses con mayor cambio son los que van de julio a diciembre con cambios que oscilan entre +1.5 °C a +1.8 °C, luego los meses junio, enero y febrero experimentarían cambios de +1.14 °C, +1.29 °C y +0.81°C, respectivamente.

Las medias mensuales de temperatura mínima diaria, contrario a las medias y máximas, se espera que incluso llegue a disminuir en algunos meses, como podría ser de marzo a junio, en los que los cambios ocurrirían entre -0.05°C y -0.45 °C; luego el mes con mayor incremento sería diciembre con +1.41 °C, experimentando el resto de meses cambios entre (+0.50 °C a +1.03 °C): julio a noviembre y enero a febrero.



Cuenca del río El Jute, San Miguel, El Salvador



Cambios en los patrones históricos de lluvia:

Al estudiar 50 años hidrológicos desde 1970 hasta 2020, se encontraron los siguientes patrones:

- El Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) anual, muestra que los eventos extremos se han vuelto más severos, los años húmedos ocurren con mayor lluvia y son más frecuentes, mientras que los años secos tienen períodos de poca lluvia más extensos.
- El inicio de la estación lluviosa se mantiene estable, ocurriendo en promedio a finales de mayo, **cuya tendencia es de retraso iniciando en junio**, y el término de la estación lluviosa que ocurre en promedio a finales de octubre, aunque con tendencia a atrasarse a principios de noviembre.
- En cuanto a las sequías, durante los últimos 50 años han ocurrido con una magnitud media de 3.7 mm/día; sin embargo, el número de sequías que ocurre ha venido descendiendo de dos eventos a uno por estación lluviosa, lo que también ha reducido el número de días en sequía, pero no en la misma proporción de dos a uno, pues se ha pasado de 80 días en sequía distribuidos en dos eventos, a 70 días en sequías en un solo evento.



Cambios históricos en la temperatura:

En los últimos 50 años, se han registrado los siguientes cambios:

- En la cuenca del río El Jute, la temperatura máxima tiene tendencia incremental de +1.0 °C, la temperatura media no muestra tendencia estadísticamente significativa, aunque parezca levemente incremental, y la temperatura mínima muestra tendencia incremental de +1.6°C. Por lo que en la cuenca del río El Jute, la temperatura media se mantiene relativamente estable, pero los mínimos y máximos son cada vez más cálidos en más de 1 °C. Es importante destacar que los gobiernos se han comprometido a no dejar que el planeta se caliente en un promedio global, mas allá de. 1.5°C, no obstante es ya evidente y altamente probable, que en los ámbitos locales en el Corredor Seco este aumento en la temperatura será mucho mayor.



Cambios históricos en la hidrología:

En los últimos 50 años, se han registrado los siguientes cambios:

- La aportación media multianual es de 52.4 MMC con tendencia a la estabilidad en las cinco décadas. El año más seco ha sido 1977-78 con aportaciones de 17.91 MMC y el más húmedo el 2010-2011 con aportaciones de 104.43 MMC.

- Las sequías hidrológicas “extra secas” con aportaciones menores a 35.28 MMC, ocurrieron dos de mediados de los 90’s hacia atrás y cinco de mediados de los 90’s en adelante.
- Los años en condiciones “extra húmedas” con aportaciones superiores a 70.2 MMC, ocurrieron tres de mediados de los años 90’s hacia atrás y cuatro de mediados de los 90’s en adelante.



Cambios detectados en la agricultura:

- Cultura agrícola: El inicio del ciclo productivo de primera tanto del maíz como del frijol, tiende a atrasarse hasta cinco semanas por la inestabilidad de las lluvias; para ambos cultivos, se atrasa desde inicios de mayo hasta mediados de junio para el ciclo de primera, razón por la que la siembra de primera se está abandonando; mientras que el ciclo productivo de postera, mantiene su fecha de siembra de inicios de agosto para el maíz e inicios de septiembre para el frijol, razón por la que es el ciclo de producción preferido actualmente por la población de pequeños agricultores. Sin embargo, esta situación representa un grave peligro para la Seguridad Alimentaria y Nutricional de las familias, por la tendencia a desaparecer una época completa para producir alimentos. La época de primera.
- Sequía agrícola del maíz (déficit hídrico): tanto el maíz del ciclo productivo de primera como el de postera se encuentran constantemente en déficit hídrico, el cultivo de primera tiene déficit hídrico medio de -55 mm, con tendencia a alcanzar los -70 mm, resultando en sequías agrícolas más severas; mientras que el cultivo de postera tiene una media de -52 mm de déficit hídrico, con tendencia de alcanzar -30 mm, por lo que las condiciones de la postera mejoran, pero se mantienen siempre deficitarias.
- Sequía agrícola del frijol (déficit hídrico): contrario al maíz, el frijol no se encuentra en sequía agrícola permanente para el ciclo productivo de primera; en este caso, cuando se tiene sequía agrícola, esta tiene un déficit hídrico medio de -25 mm, aunque con tendencia a alcanzar -35 mm; por otra parte, en el ciclo productivo de postera sí se tiene sequía agrícola permanente, con déficit hídrico medio de -155 mm, con tendencia a reducirse a -145 mm.



Proyecciones de Cambio Climático:

Para el **período futuro 2021-2050** se proyectaron los siguientes cambios:

- **Cambios en los patrones de lluvia**

En la cuenca del río El Jute se espera que a nivel anual se tenga un descenso de -5.99% en la precipitación acumulada, al pasar de 1,647.7 mm a 1,549.0 mm; sin embargo, a nivel intra-anual el déficit tiene una distribución no uniforme a lo largo del año hidrológico: a lo largo de la estación lluviosa se esperan reducciones de precipitación, siendo más desfavorable en mayo, al inicio de la estación lluviosa, cuando se esperan un tercio menos de lluvias al contar con déficit de -34.1%, luego de junio a septiembre se esperan déficits entre -6 y -14%, mientras que para octubre se esperan lluvias similares al variar solo +0.5%; de esta manera, para la cuenca del río El Jute, se esperan inicios de la estación lluviosa más inestables, seguidos de canículas posiblemente más intensas y de mayor duración.

En cuanto a la estación seca el bimestre inicial noviembre-diciembre se espera con más lluvias, especialmente noviembre con casi el doble de precipitación, posiblemente a causa de eventos extremos tardíos como ciclones tropicales de final de temporada, luego diciembre pasa de 4.4 mm a 29.9 mm, por lo que aunque el incremento porcentual es grande de +587%, la magnitud real sigue siendo baja; luego el resto de meses de enero a abril se esperan con acumulados siempre bajos, inferiores a los 25mm por mes.

Para el período futuro, las simulaciones indican que el inicio ocurriría entre el 12 de mayo y el 22 de julio y el final entre el 02 de octubre y el 12 de noviembre; en promedio el inicio se daría el 16 de junio (día juliano 167) y finalizando el 22 de octubre (día juliano 295), resultando en una duración media de 128 días. Por lo anterior, se esperaría que el inicio de la estación lluviosa sea más variable al ampliarse el rango de días en el que ocurriría, y en promedio se atrasaría 21 días; de la misma manera, el final de la estación lluviosa ampliaría el rango de ocurrencia, pero adelantándose en promedio 1 día, resultando en una estación lluviosa de menor duración con -22 días.

● Cambios en la temperatura

En la cuenca El Jute se proyecta que la media multianual de temperaturas máximas se incrementa en +0.37 °C, la de temperaturas medias se incrementaría en +1.44 °C y la mínima en +1.03 °C; de manera que a nivel general se esperan mayores temperaturas en los próximos 30 años.

Las medias mensuales de temperatura máxima diaria se espera que se reduzcan en el período que va de diciembre a abril, con cambios que van desde -0.5 °C hasta -2.21 °C; los máximos incrementos ocurrirían en junio, septiembre y octubre con +1.96 °C, +2.49°C y +2.53 °C, respectivamente; luego los meses dispersos mayo, julio, agosto y noviembre experimentarían incrementos entre +0.88 °C y +1.38 °C.

Las medias mensuales de temperatura media diaria se espera que se mantengan invariables desde febrero a abril, con cambios entre -0.03 °C y -0.24 °C; enero tendría un cambio de +0.81 °C y el resto de meses de mayo a diciembre, experimentarían cambios mayores entre +1.39 °C y hasta +2.86 °.

Las medias mensuales de temperatura mínima serían invariables de abril a junio; los meses con mayores incrementos son de noviembre a febrero, con cambios entre +1.40 °C a +2.39 °C; experimentando el resto de meses cambios entre +0.76 °C y 1.10°C. Como ya se ha explicado anteriormente, los cambios en el ámbito local es altamente probable que estos aumentos sean muy superiores a la meta de aumento de la media global establecida en los acuerdos mundiales, de ahí la urgencia de actuar ahora.



Cuenca del río Guale, El Triunfo, Honduras



Cambios en los patrones históricos de lluvia:

Al estudiar 50 años hidrológicos desde 1970 hasta 2020, se encontraron los siguientes patrones:

- El Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) anual, muestra una tendencia hacia acumulados normales de lluvia
- El inicio de la estación lluviosa ocurre en promedio a mediados de mayo, pero presenta tendencia a atrasarse hacia inicios de junio, mientras que la finalización de la estación lluviosa ocurre en promedio a finales de octubre con tendencia a mantenerse estable.
- En cuanto a las sequías, durante los últimos 50 años han ocurrido con una magnitud media de 2.3 mm/día con tendencia a la severidad, al reducirse en promedio de 2.8 mm/día a 1.8 mm/día; ahora bien, el número de sequías que ocurre por estación lluviosa se mantiene estable entre una y dos sequías, así como el número total de días en sequía por estación lluviosa también se mantiene estable en 93 días, lo que implica que la tendencia hacia la severidad de las sequías, se debe únicamente a contar cada vez con menores acumulados de lluvia, no ocurren ni más sequías ni las sequías que ya ocurren duran más.



Cambios históricos en la temperatura:

En los últimos 50 años, se han registrado los siguientes cambios:

- En la cuenca alta del río Guale la temperatura máxima, media y mínima se aprecian estables, de manera que ninguna de las tres series de tiempo muestra tendencias estadísticamente significativas hacia el incremento o detrimento; por su parte, la cuenca baja muestra tendencias de cambio, siendo que la temperatura máxima tiene tendencia incremental de +1.4°C, la temperatura media tendencia incremental de +1.5°C y la temperatura mínima, presenta tendencia a la estabilidad. De esta manera se concluye que en la cuenca del río Guale la temperatura se encuentra incrementando en la cuenca baja en los valores máximos y medios, más en los mínimos se percibe estable, al igual que en la cuenca alta, donde no se tienen tendencias de cambio.



Cambios históricos en la hidrología:

En los últimos 50 años, se han registrado los siguientes cambios:

- La aportación media multianual es de 68.2 MMC con tendencia a la estabilidad en las cinco décadas. El año más seco ha sido 1987-88 con aportaciones de 10.16 MMC y el más húmedo el 2010-2011 con aportaciones de 216.86 MMC.
- Las sequías hidrológicas “extra secas” con aportaciones menores a 29.54 MMC, ocurrieron tres de mediados de los 90’s hacia atrás y cuatro de mediados de los 90’s en adelante.
- Los años en condiciones “extra húmedas” con aportaciones superiores a 115.8 MMC, ocurrieron dos de mediados de los años 90’s hacia atrás y cinco de mediados de los 90’s en adelante.



Cambios detectados en la agricultura:

- Cultura agrícola: El inicio del ciclo productivo de primera del maíz tiende atrasarse hasta cuatro semanas por la inestabilidad de las lluvias, la siembra de primera desde inicios de mayo hasta inicios de junio, mientras que la postrera se atrasa dos semanas, desde mediados de agosto hasta finales de dicho mes; en el caso del frijol la siembra de primera se ha atrasado tres semanas desde mediados de mayo hasta inicios de junio, mientras que la postrera mantiene su fecha de mediados de septiembre.
- Sequía agrícola del maíz (déficit hídrico): tanto el maíz del ciclo productivo de primera como el de postrera se encuentran constantemente en déficit hídrico, ambos ciclos productivos tienen déficits hídricos medios de -125 mm, con tendencia a alcanzar los -150 mm, resultando en sequías agrícolas más severas.
- Sequía agrícola del frijol (déficit hídrico): tanto el frijol del ciclo productivo de primera como el de postrera se encuentran constantemente en déficit hídrico. El ciclo productivo de primera tiene déficit hídrico medio de -100 mm, con tendencia incremental a alcanzar -140 mm, por lo que tiende hacia sequías más severas; mientras que el ciclo productivo de postrera tiene déficit hídrico medio de -140 mm, con tendencia incremental a alcanzar -160 mm, por lo que tiene hacia sequías agrícolas más severas.



Proyecciones de Cambio Climático:

Para el **período futuro 2021-2050** se proyectaron los siguientes cambios:

- **Cambios en los patrones de lluvia:**

En la cuenca del río Guale, se espera que a nivel anual se tenga un descenso de -5.64% en la precipitación acumulada, al pasar de 1,623.8 mm a 1,532.2 mm; sin embargo, a nivel intra-anual el déficit tiene una distribución no uniforme a lo largo del año hidrológico: el bimestre inicial de la estación lluviosa mayo-junio, donde ocurre el primer máximo de la estación húmeda, se espera que tenga un déficit de -54% en mayo y -10% en junio, de manera que el inicio de la estación lluviosa se perfila muy inestable y con mayor recurrencia de sequías.

Para el segundo bimestre de la estación lluviosa, julio-agosto relacionado con la canícula, se esperan mayores precipitaciones con exceso de +53% en junio y +3.8% en agosto, por lo que las sequías relacionadas a dicho fenómeno podrían tener menor intensidad o menor duración. Para el tercer bimestre de la estación lluviosa, septiembre-octubre, período en que ocurre el segundo máximo de lluvia y concluye la temporada, se esperan menos lluvias, -15% en septiembre y -10%, en octubre, por lo que la estación lluviosa podría tener menor intensidad en dichos meses.

Para la estación seca, se esperan más lluvias en noviembre posiblemente por eventos extremos tardíos, mientras que de diciembre a abril los acumulados son bajos.

Para el período futuro las simulaciones indican que el inicio ocurriría entre el 14 de mayo y el 22 de julio y el final entre el 25 de septiembre y el 11 de noviembre; en promedio el inicio se daría el 17 de junio (día juliano 168) y el término el 18 de octubre (día juliano 291), resultando en una duración de 123 días.

Por lo anterior se esperaría que el inicio de la estación lluviosa sea tan variable como el histórico, pero atrasado, siendo la media de +23 días; por el contrario, el final de la estación lluviosa reduciría el rango de tiempo en el que ocurriría, pero se adelantaría 1 día en promedio, resultando en una estación lluviosa en promedio de menor duración con -24 días.

● **Cambios en la temperatura:**

En Guale se proyecta que la media multianual de temperaturas máximas se incremente en +0.58 °C, la de temperaturas medias se incrementaría en +1.70 °C y la mínima en +1.31 °C; de manera que a nivel general se esperan mayores temperaturas en los próximos 30 años.

Las medias mensuales de temperatura máxima diaria se espera que se reduzcan de diciembre a abril, con cambios entre -0.18 °C y -1.35 °C; los máximos incrementos ocurrirían de mayo a octubre, con valores entre +1.34 °C y +2.24°C; y noviembre tendría un incremento de +0.40 °C.

Las medias mensuales de temperatura media diaria se espera que se mantengan invariables o con cambios mínimos desde febrero hasta abril; luego el resto de meses tendrán todos cambios significativos, entre +1.10°C en diciembre y +2.76 °C en septiembre.

Las medias mensuales de temperatura mínima diaria tendrían cambios menores en abril y mayo, luego el resto de meses tendrían incrementos significativos entre +0.80 °C en junio y +1.69 °C en enero.



Cuenca del río Los Quesos, San Juan de Limay, Nicaragua



Cambios en los patrones históricos de **lluvia:**

Al estudiar 50 años hidrológicos desde 1970 hasta 2020, se encontraron los siguientes patrones:

- El Índice de Precipitación Estandarizado (SPI) anual muestra que en los últimos años se han presentado condiciones de normales a sequías moderadas.
- El inicio y término de la estación lluviosa presentan alta variabilidad, al haber ocurrido hasta cinco casos de atraso extremos para el inicio y cuatro casos de adelantamiento extremo para el término; sin embargo, en promedio el inicio ocurre a inicios de junio y presenta tendencia a la estabilidad, mientras que el término ocurre en promedio a inicios de octubre, pero presenta tendencia a atrasarse hacia finales del mismo mes.
- En cuanto a las sequías, estas tienen tendencia a la estabilidad durante los últimos 50 años, en los que las sequías han ocurrido con magnitud media de 1.5 mm/día, con media de una a dos sequías por estación lluviosa y número total de días en sequía de 91 días.



Cambios históricos en la **temperatura:**

En los últimos 50 años, se han registrado los siguientes cambios:

- En la cuenca del río Los Quesos, no se encontraron tendencias estadísticamente significativas en las series de tiempo de temperaturas máximas, medias y mínimas, de manera que se aprecian estables en el período de estudio.



Cambios históricos en la **hidrología:**

En los últimos 50 años, se han registrado los siguientes cambios:

- La aportación media multianual es de 51.1 MMC con tendencia decreciente de -7 MMC en las cinco décadas. El año más seco ha sido 1977-78 con aportaciones de 10.44 MMC y el más húmedo 1999-2000 con aportaciones de 174.2 MMC.
- Las sequías hidrológicas “extra secas” con aportaciones menores a 15.85 MMC, ocurrieron tres de mediados de los 90’s hacia atrás y cuatro de mediados de los 90’s en adelante.
- Los años en condiciones “extra húmedas” con aportaciones superiores a 89.02 MMC, ocurrieron uno de mediados de los años 90’s hacia atrás y seis de mediados de los 90’s en adelante.



Cambios detectados en la **agricultura:**

- **Cultura agrícola:** El inicio del ciclo productivo de primera del maíz tiende a atrasarse hasta cuatro semanas por la inestabilidad de las lluvias, desde mediados de abril hasta mediados de mayo, mientras que la postrera se atrasa dos semanas, desde mediados de agosto hasta inicios de septiembre; en el caso del frijol, la siembra de primera se ha atrasado dos semanas desde inicios hasta mediados de mayo, mientras que en el ciclo productivo de postrera, la fecha de siembra se mantiene a mediados de septiembre.
- **Sequía agrícola del maíz (déficit hídrico):** tanto el maíz del ciclo productivo de primera como el de postrera se encuentran constantemente en déficit hídrico, ambos ciclos productivos tienen déficits hídricos medios de -115 mm, con tendencia a alcanzar los -100 mm, resultando en sequías agrícolas menos severas.
- **Sequía agrícola del frijol (déficit hídrico):** tanto el frijol del ciclo productivo de primera como el de postrera se encuentran constantemente en déficit hídrico, el de primera tiene déficit hídrico medio de -120 mm, con tendencia estable; mientras que el de postrera tiene déficit hídrico medio de -140 mm, con tendencia a alcanzar -125 mm, resultando en sequías menos severas.



Proyecciones de **Cambio Climático:**

Para el **período futuro 2021-2050** se proyectaron los siguientes cambios:

- **Cambios en los patrones de lluvia:**

En la cuenca del río Los Quesos, se espera que a nivel anual se tenga incremento de +1.50% en la precipitación acumulada, al pasar de 884.3 mm a 897.5mm. A nivel intra-anual este porcentaje tiene distribución no uniforme a lo largo del año hidrológico: el bimestre inicial de la estación lluviosa mayo-junio, donde ocurre el primer máximo de la estación húmeda, se espera que mayo tenga déficit de -43.4% y junio de -9.4%, de manera que el inicio de la estación lluviosa se perfila más inestable y con mayor recurrencia de sequías.

Para el segundo bimestre de la estación lluviosa, julio-agosto relacionado con la canícula, se esperan mayores precipitaciones, siendo de +44.3% en julio y +27.1% en agosto, por lo que las sequías relacionadas a dicho fenómeno podrían tener menor intensidad o menor duración.

Para el tercer bimestre de la estación lluviosa, septiembre-octubre, período en que ocurre el segundo máximo de lluvia y concluye la temporada, se esperan menos lluvias, de aproximadamente -12% en promedio para ambos meses, por lo que la estación lluviosa podría concluir antes o presentarse con menor intensidad en este período.

En cuanto a la estación seca, el mes de noviembre cuenta con la mayor precipitación, posiblemente por eventos extremos tardíos, y luego el resto de meses, aunque presentan cierto incremento o déficit, estos son de acumulados tan bajos que dichos cambios no serían perceptibles o significativos para la disponibilidad de agua en la cuenca.

Para el período futuro las simulaciones indican que el inicio ocurriría entre el 20 de mayo y el 28 de agosto y el final entre el 06 de septiembre y el 16 de noviembre; en promedio el inicio se daría el 09 de junio (día juliano 190) y el término el 11 de octubre (día juliano 284), resultando en una duración de 94 días.

Por lo anterior se esperaría que el inicio de la estación lluviosa sea más variable al ampliarse el rango de días en el que ocurriría, y en promedio se atrasaría +36 días; por el contrario, el final de la estación lluviosa mantendría el rango de tiempo en el que ocurriría, pero se atrasaría +06 días, resultando en una estación lluviosa de mucho menor duración con -30 días.

- **Cambios en la temperatura:**

En Los Quesos se proyecta que la media multianual de temperaturas máximas se incrementen en +1.40°C, la de temperaturas medias se incrementaría en +2.31 °C y la mínima en +1.05 °C; de manera que a nivel general se esperan mayores temperaturas en los próximos 30 años.

Las medias mensuales de temperatura máxima diaria se espera que se reduzcan en febrero y marzo, con -1.30 °C y -1.14 °C, respectivamente; diciembre, enero y abril se mantendrían invariables; y de mayo a noviembre se experimentarían los mayores cambios detectados en las cuencas de estudio, entre +1.63°C en noviembre y +3.59°C en septiembre

Las medias mensuales de temperatura media diaria se espera que se incrementen en torno a 1 °C de febrero a abril; de junio a octubre se tendrían incrementos mayores a +3°C, en mayo, noviembre y diciembre incrementos mayores a +2 °C, pero menores que +3 °C y enero incrementaría +1.55 °C.

Las medias mensuales de temperatura mínima diaria tendrían cambios mínimos de marzo a mayo con cambios entre -0.33 °C a +0.26 °C; junio y febrero incrementarían en torno a +1 °C y el resto de meses incrementaría la temperatura en torno a +1.5 °C.

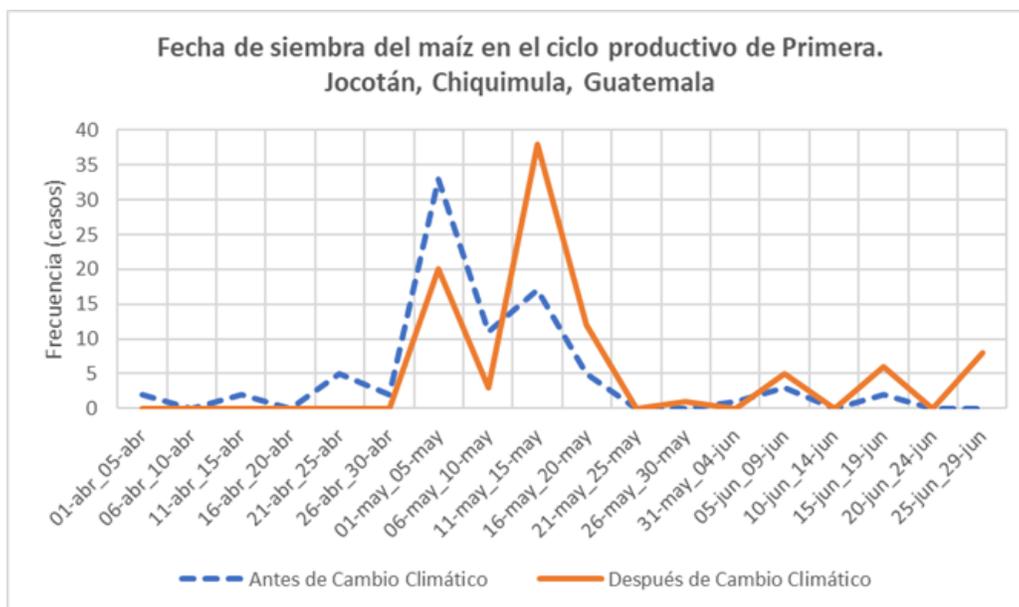
Las Problemáticas Identificadas con el Estudio

La investigación ha permitido comparar los problemas identificados en campo con la información hidrometeorológica, la tendencia histórica que esta muestra y los posibles impactos que el Cambio Climático tendrá en la Región Centroamericana, específicamente en las cuencas en estudio, las cuales a nivel general se pueden resumir en dos grandes problemáticas: **Influencia de la variabilidad agroclimática percibida por los agricultores en inestabilidad de las lluvias para el ciclo productivo de primera y el segundo problema identificado ha sido bajo rendimiento de los cultivos.**

Problemática 1: **Influencia de la variabilidad agroclimática** (Inestabilidad de las lluvias para el ciclo productivo de primera)

En el lenguaje de cambio climático, por lo general se utiliza el término de “distorsión en el patrón de comportamiento de las precipitaciones debido al cambio climático, o de una variabilidad climática afectada y distorsionada por el cambio climático”.

Esta fue una problemática expresada por agricultores de las 15 comunidades de los cuatro países, Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua, población inconexa a nivel de país, por lo que son fuentes de información independiente, lo que asigna a la problemática una alta probabilidad de certeza; como producto de esta situación los agricultores han buscado adaptarse a los cambios en el clima, modificando su fecha de siembra en el cultivo de primera, como se evidencia en las figuras 1 y 2.



B

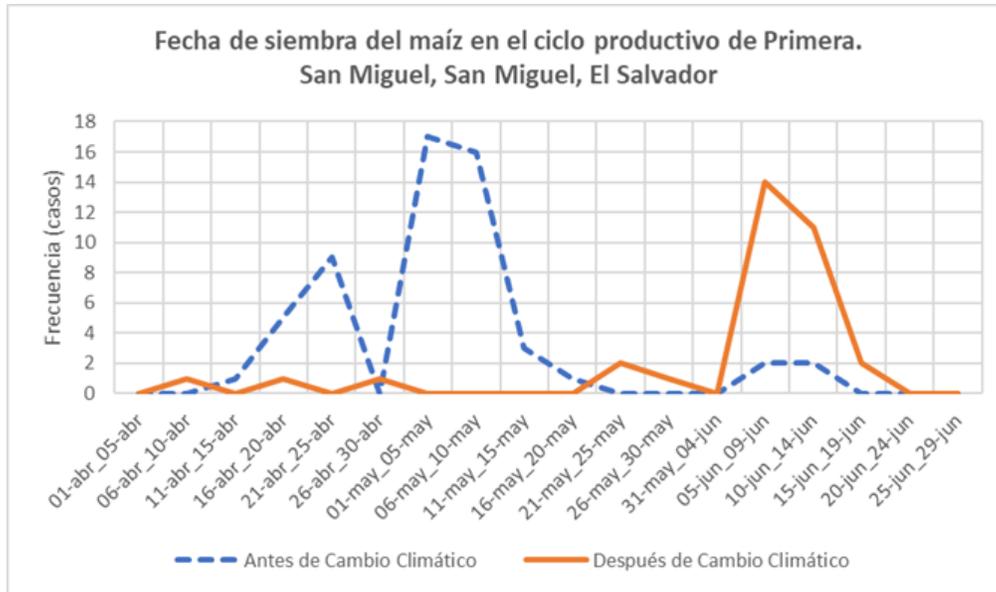
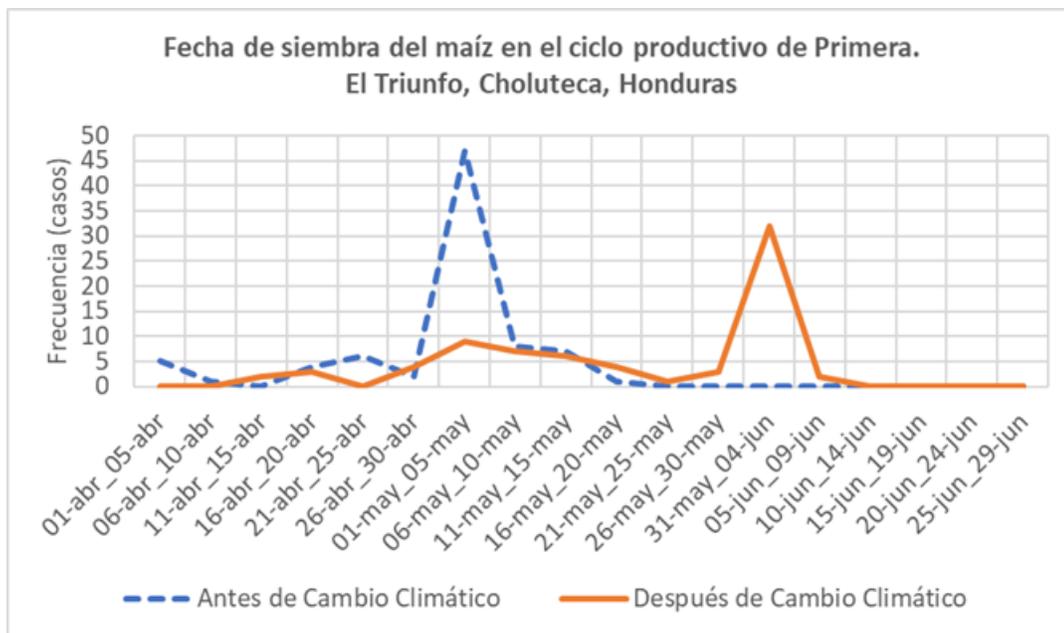


Figura 1. Fechas de siembra del maíz, antes y después del Cambio Climático, para el ciclo productivo de primera, en las comunidades encuestadas de cada país. A) Jocotán, Chiquimula Guatemala, B) San Miguel, San Miguel, El Salvador.

C



D

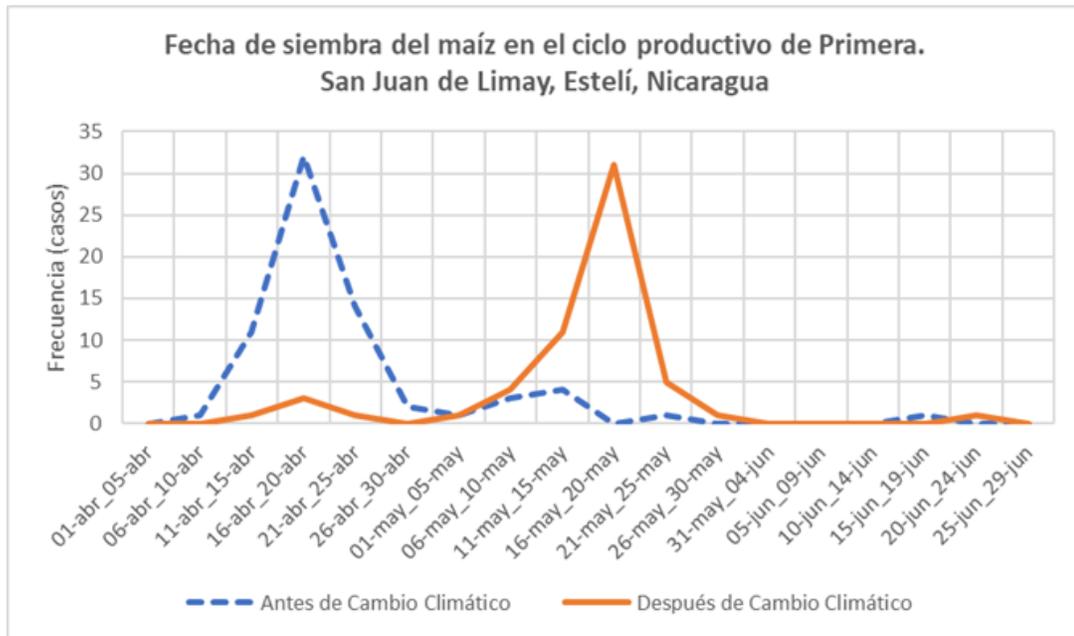


Figura 2. Fechas de siembra del maíz, antes y después del Cambio Climático, para el ciclo productivo de primera, en las comunidades encuestadas de cada país. C) El Triunfo, Choluteca, Honduras. D) San Juan de Limay, Estelí, Nicaragua.

A este respecto cabe destacar que el inicio de la estación lluviosa en las comunidades se percibe como el inicio de las lluvias sostenidas en el tiempo, por lo que a nivel hidrometeorológico este fenómeno se evaluó con dos criterios: **el primero el momento en el que inicia la estación lluviosa, y el segundo la estabilidad de las lluvias.**

A este respecto se determinó que el momento en que la estación lluviosa inicia, no se ha modificado de forma significativa, sin embargo, la estabilidad de las lluvias sí se determinó que ha tendido a la inestabilidad, esto se debe al adelantamiento de la primera sequía de la estación lluviosa, haciendo más inestable el primer bimestre de lluvias (mayo-junio).

En cuanto al cambio en las fechas de siembra de los cultivos de maíz y frijol, los resultados son mixtos, en Shalaguá de Guatemala, en el maíz se tiene mayor déficit hídrico, pero en el frijol es menor; para la cuenca en El Jute de El Salvador, sí se reduce el déficit hídrico para ambos cultivos; en Guale de Honduras, se tiene mayor déficit hídrico para el maíz y para el frijol es invariable entre una fecha y otra; y en Los Quesos de Nicaragua, se aumenta el déficit hídrico para el maíz y el frijol.

Resultados tan mixtos son en parte debidos a que los efectos del cambio climático en la variabilidad climática, no son constantes y uniformes, sino que varían significativamente de un año a otro, de un territorio a otro, lo que ha dificultado para las comunidades encontrar una medida de adaptación que verdaderamente les ayude a sobreponerse de los impactos que están percibiendo en sus medios de vida. Es importante considerar que esta condición variable no permite la creación o definición de estrategias o de “recetas” globales de adaptación, por lo que estas medidas y estrategias deben ser formuladas de forma particular tomando en cuenta esta variabilidad climática local de las familias, las comunidades y las cuencas en estudio.

Problemática 2: Bajo rendimiento de los cultivos

En todos los territorios se detectó bajo rendimiento en los cultivos (Figura 3 y Figura 4), con mayor ahínco en Shalaguá de Guatemala, Guale de Honduras y Los Quesos de Nicaragua; mientras que, en El Jute de El Salvador, aunque como mínimo duplica a la del resto de territorios, siempre es baja. Cabe destacar que varios aspectos inciden en el rendimiento de los cultivos, como el clima, la altitud, el suelo, semillas utilizadas y prácticas agrícolas empleadas. De estos aspectos se encontró que a nivel general las prácticas agrícolas son prácticamente las mismas de un territorio a otro, cambiando entre ellos de forma significativa el clima, la altitud y el suelo.

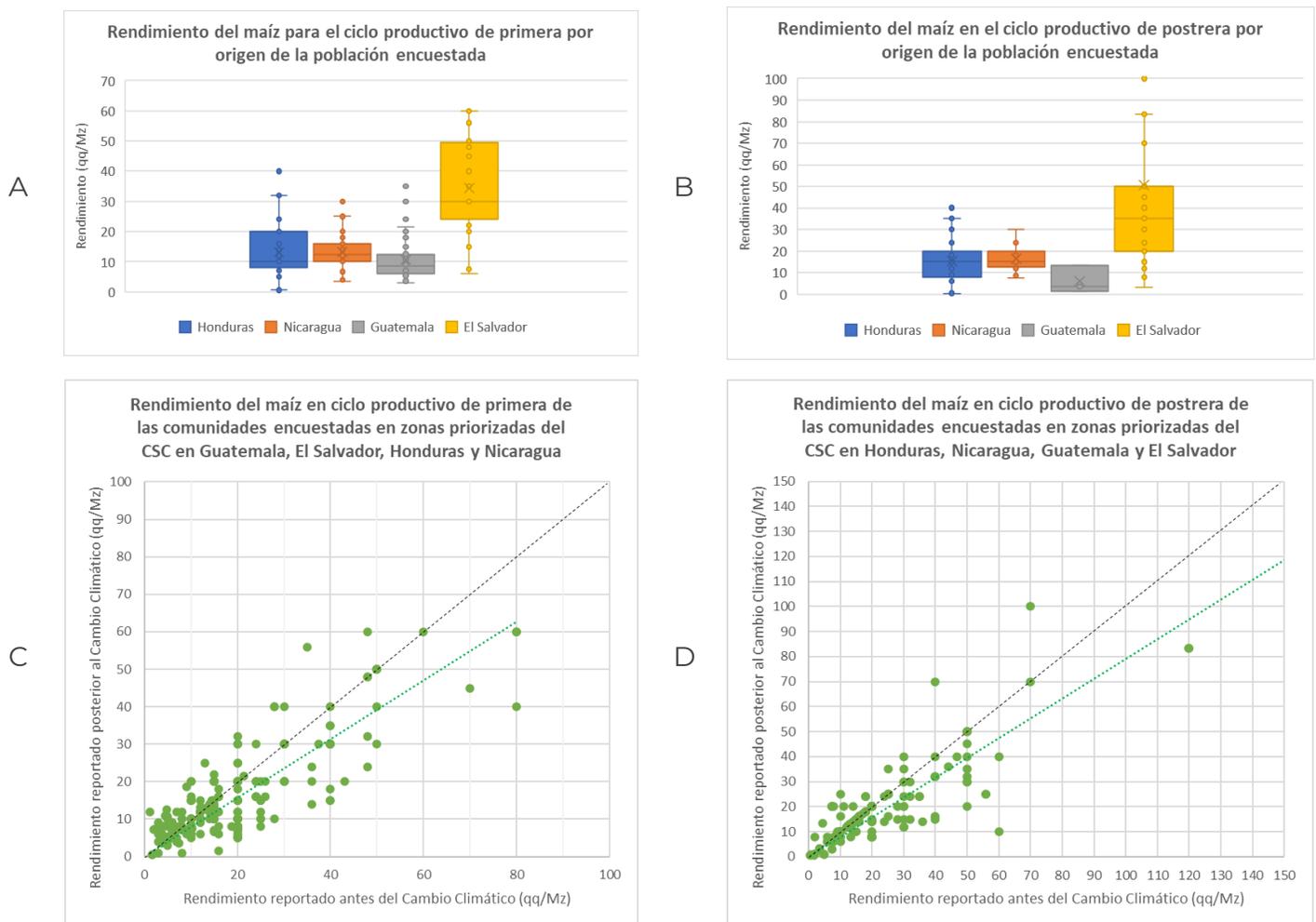


Figura 3. Rendimiento del maíz por país en el ciclo productivo de: A) primera; B) postrera y cambios en el rendimiento entre antes de percibir los impactos del Cambio Climático y después para los ciclos productivos de: C) primera y D) postrera.

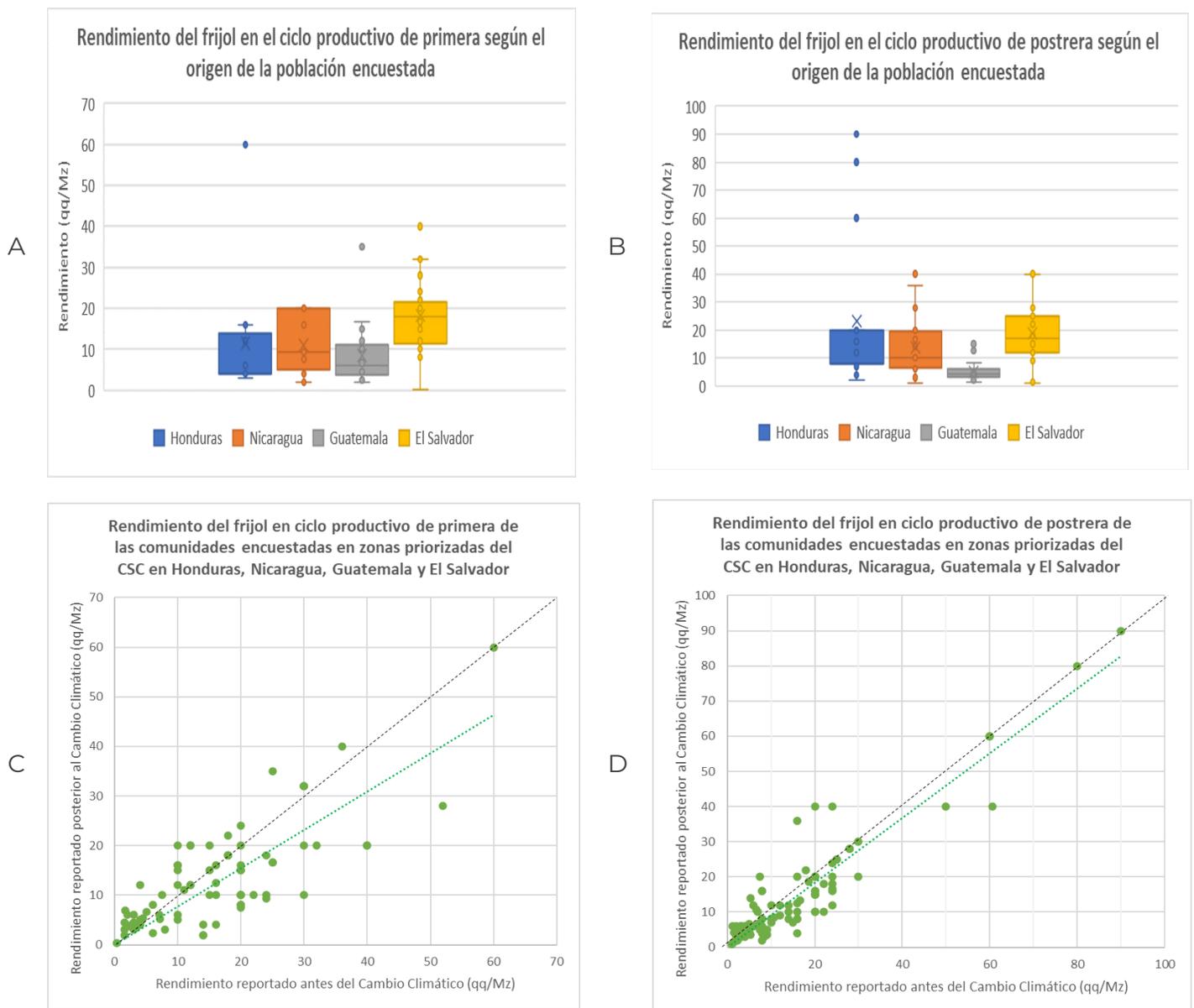


Figura 4. Rendimiento del frijol por país en el ciclo productivo de: A) primera; B) postrera y cambios en el rendimiento entre antes de percibir los impactos del Cambio Climático y después, para los ciclos productivos de: C) primera y D) postrera.

El clima y la altitud inciden con las temperaturas, vientos y lluvias, mientras que el suelo con los nutrientes que es capaz de aportar a la planta. El clima se evaluó determinando el requerimiento hídrico de los cultivos con las fechas de siembra utilizadas en las comunidades, la precipitación, temperaturas y evapotranspiración potencial correspondientes a sus cuencas; resultando que en todos los territorios el maíz y el frijol se encuentran bajo estrés hídrico, (Figura 5 y Figura 6), respectivamente; de manera que por defecto existe una limitante climática para que ambos cultivos se desarrollen en su máximo potencial.

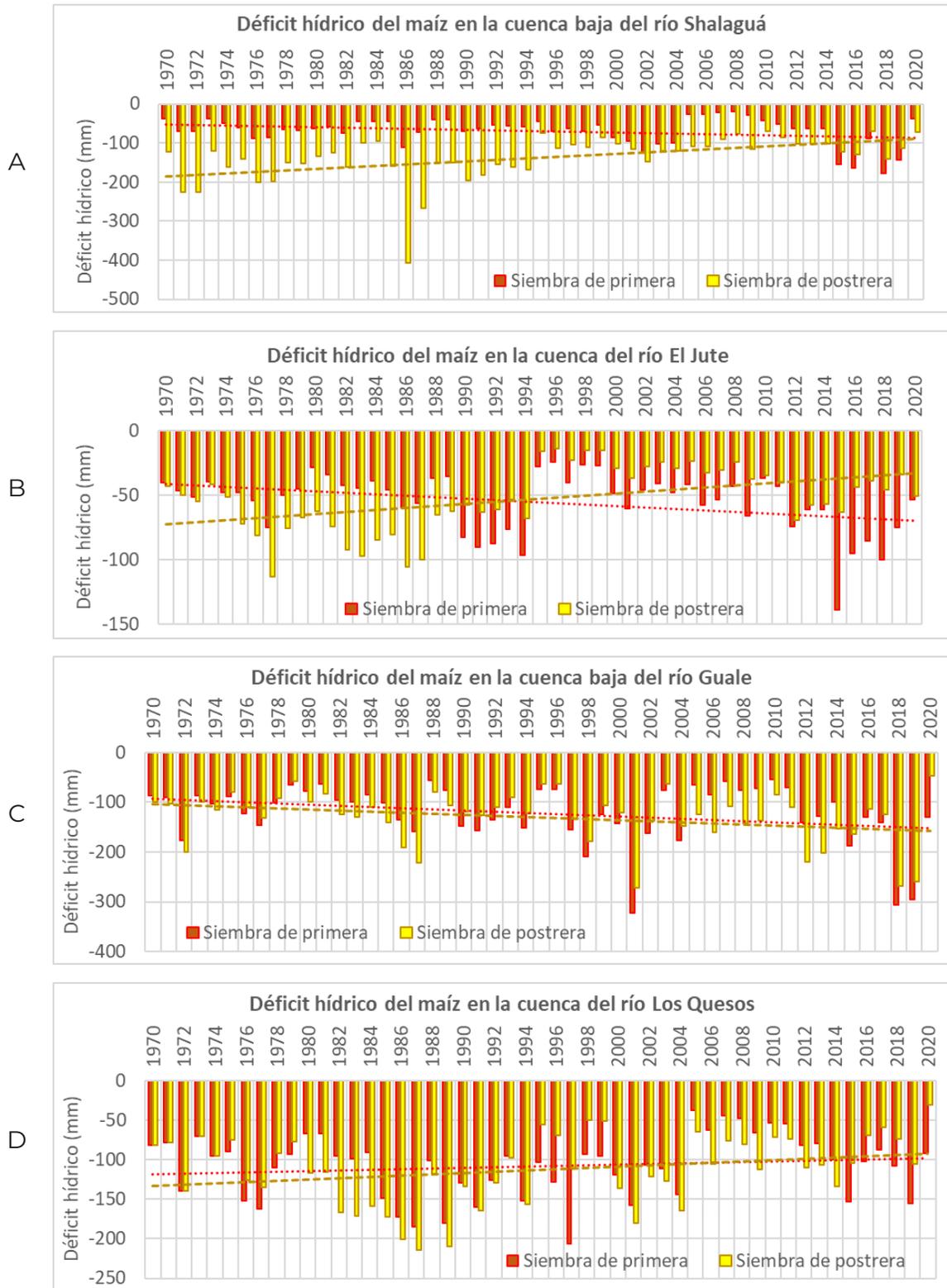


Figura 5. Déficit hídrico anual del maíz por ciclo productivo de primera y postrera en: A) cuenca baja del río Shalaguá; B) cuenca del río El Jute; C) cuenca baja del río Guale; y D) cuenca del río Los Quesos.

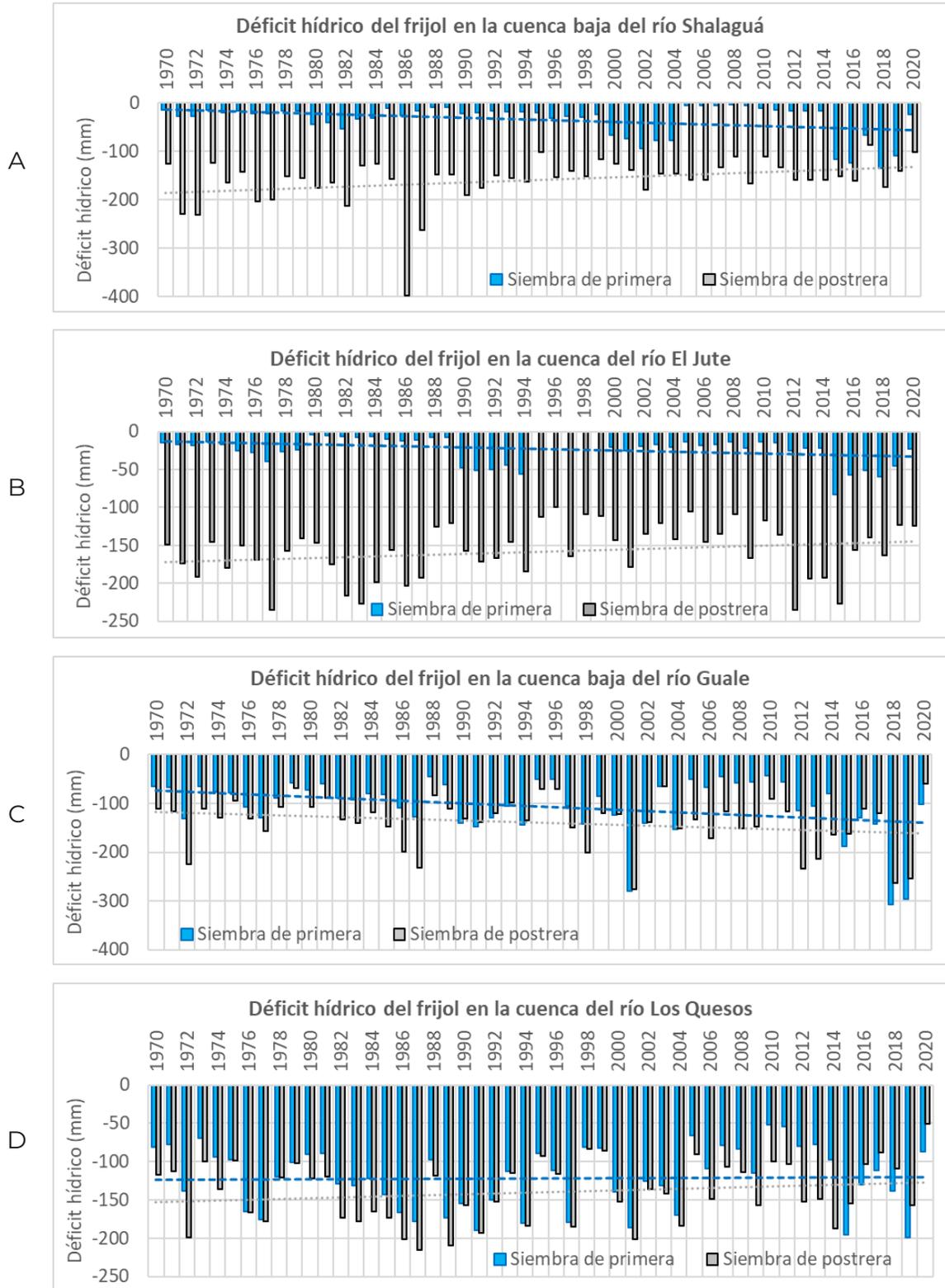


Figura 6. Déficit hídrico del anual del frijol por ciclo productivo de primera y postrera en: A) cuenca baja del río Shalaguá; B) cuenca del río El Jute; C) cuenca baja del río Guale; y D) cuenca del río Los Quesos.

En cuanto al suelo, este no fue evaluado en la presente investigación, por lo que es uno de los aspectos a mejorar; sin embargo, cabe destacar que en todos los territorios surgió la observación local que en la actualidad los cultivos no rinden como en el pasado, pues antes con la humedad del suelo era suficiente y sin necesidad de aplicar tanto abono, mientras que en la actualidad, los suelos son resacos y existe la dependencia de fertilizantes químicos sintéticos para el desarrollo de los cultivos, evidenciando lo anterior que además de las afectaciones del cambio climático hay un deterioro progresivo de los suelos por afectación antrópica.

Considerando los resultados del estudio es urgente y necesario maximizar la capacidad de resiliencia y adaptación al cambio climático de familias de pequeños agricultores de los territorios del Corredor Seco Centroamericano, por lo que las instancias con competencia tienen la responsabilidad de desarrollar programas, proyectos y facilitar las herramientas, recursos y promover el intercambio de conocimientos a las comunidades para adaptarse y ser resilientes al cambio climático, se consideran y son vigentes los planteamientos y sugerencias de especialistas y organizaciones con experticia en el tema, los cuales proponen:

1) Inclusión de consideraciones de cambio climático para informar mejor y priorizar políticas, estrategias, acciones e inversiones a nivel nacional y local. Esto incluye el uso de modelos climáticos para políticas e inversiones públicas, así como la disponibilidad y difusión de información que podría ayudar a los productores en la toma de decisiones sobre cuestiones de producción y comercialización, por ejemplo Sistemas de Alerta Temprana ante Sequía o eventos extremos de lluvias, así como las Mesas Técnicas Agroclimáticas en los ámbitos locales.

2) Promoción y apoyo a la investigación, desarrollo, adaptación y adopción de variedades mejoradas o menos susceptibles. Por ejemplo, aquellas variedades con tolerancia a la sequía, altas temperaturas, ciertas plagas y enfermedades. Esto es crucial para cultivos clave para la seguridad alimentaria y nutricional (por ejemplo, maíz y frijoles), pero lo más adecuado es el establecer un modelo de sistema de milpa intercalada con árboles frutales (MIAF), entre y otros sistemas agroforestales. La identificación, conservación y uso de variedades antiguas también ha demostrado ser importante.

3) Incrementar la gestión integral y el uso sostenibles del agua. El agua está disminuyendo debido a la explotación insostenible de las cuencas hidrográficas y los impactos del cambio climático. Las medidas de gestión y uso sostenible del agua son, por tanto, una medida de adaptación fundamental. Estas actividades incluyen riego sostenible y reservorios de agua, manejo de cuencas hidrográficas y consideraciones del nexo entre alimentos, energía y agua para la toma de decisiones.

4) Recuperación de tierras degradadas e intensificación sostenible para evitar una mayor deforestación.

5) Implementación de tecnologías y prácticas que contribuyan simultáneamente a incrementar la productividad al tiempo que reducen la vulnerabilidad y/o las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, aquellas a menudo llamadas tecnologías / prácticas agrícolas climáticamente inteligentes, tales como sistemas agroforestales, diversificación productiva, variedades mejoradas, riego, rotación de cultivos, manejo integrado de plagas, entre otros.

6) Es necesario y urgente la revisión de las actuales políticas agropecuarias de los países del Corredor Seco de Centroamérica y estructurar planes y políticas de producción acordes a la nueva variabilidad climática que ya impacta los territorios. Lo anterior implica cambios radicales en las estructuras y formas de producir, cambios en las fechas de siembra, implementación de riegos complementarios durante la época de lluvia, captación del agua de lluvia, distritos de riego, nuevos planes de mercado y diversificación productiva entre otras muchas acciones y políticas a definir que incluyen estrategias ágiles y efectivas para la gestión de nuevos y suficientes recursos provenientes del fondo de adaptación del clima para el desarrollo de estos programas y proyectos de adaptación local.

Escanear QR para descargar el estudio completo: ***"Impactos del Cambio Climático en la Seguridad Alimentaria y Nutricional en Territorios Priorizados"***

o [hacer clic aquí](#)

