



PUNTOS DE VISTA

Adaptación de la producción agrícola al Cambio Climático. Estudio de caso

Adaptation of the Agricultural Production to the Climatic Change. Case Study

Dr.C. Camilo Bonet-Pérez¹, Ing. Ayamir Agramonte-Almanza¹, MSc. Bárbara Mola-Fines¹,
MSc. Dania Rodríguez-Correa¹, MSc. Pedro Guerrero-Posada¹,

¹ Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric), Filial Camagüey, Cuba.

¹ Instituto de Meteorología (INSMET), Centro Meteorológico de Camagüey, municipio Camagüey, Cuba.

RESUMEN. La producción agropecuaria se encuentra cada día más afectada por el Cambio Climático, motivo por el que se requiere de la aplicación de medidas que permitan minimizar los efectos negativos de las sequías y otras manifestaciones de cambios en las variables climáticas. El presente trabajo se realiza con el objetivo de valorar el comportamiento del clima durante los últimos años en el municipio Camagüey, y a partir del resultado, proponer medidas de adaptación al Cambio Climático que posibiliten la producción de cultivos varios de manera sostenible en este territorio. Para el mismo se tomó como referencia el comportamiento del clima y sus efectos en la producción de cultivos varios en este municipio durante los últimos años; como resultado de este estudio se demuestra que es necesario cambiar los conceptos tradicionales de siembras por campañas de frío y primavera y trabajar más con los pronósticos de comportamiento de las variables climáticas. Se proponen tres líneas de intervención: la aplicación de medidas de adaptación y atenuación para la gestión del suelo, así como las medidas técnicas para incrementar la gestión de uso del agua y los procedimientos para mejorar el conocimiento sobre el Cambio Climático entre productores, técnicos y funcionarios.

Palabras clave: agricultura, sequías, uso del suelo, uso del agua

ABSTRACT. The agricultural production is more affected by the Climatic Change each day, motivate for that is required the application of measures that allow to minimize the negative goods of the droughts and other manifestations of changes in the climatic variables. The present work is carried out with the objective of to value the behavior of the climate during the last years in Camagüey municipality, and starting from the result, to propose measures of adaptation to the Climatic Change that facilitate the production of several cultivations in a sustainable way in this territory. For this it was used like reference the behavior of the climate and their goods in the production of several cultivations in this municipality during the last years; as a result of this study is demonstrated that it is necessary to change the traditional concepts of plantation for campaigns of cold and spring, and to work more with the presage of behavior of the climatic variables. There are intend three intervention lines: the application of measures of adaptation and attenuation for the administration of the soil, as well as techniques measures to increase the administration of use of the water, and the procedures for improve the knowledge about the Climatic Change among producers, technicians and officials.

Keywords: Agriculture, Droughts, Use of Soil, Use of Water

INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) define el cambio climático como “cualquier cambio en el clima a través del tiempo, ya sea debido a su variabilidad natural o como resultado de la actividad humana”. Expresa la

¹ Autor para correspondencia: Camilo Bonet-Pérez, e-mail: camilobp51@gmail.com esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9892>

Recibido: 13/05/2022.

Aprobado: 01/09/2023.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), que el Cambio Climático es considerado hoy el mayor desafío que la supervivencia de la humanidad enfrenta (CEPAL, 2015).

¿Cuáles son los pronósticos de los efectos del Cambio Climático para un futuro inmediato?

Según la Organización para Alimentación y la Agricultura FAO (2010), cabe esperar que el calentamiento previsto en el siglo XXI sea mayor en la tierra y en las latitudes septentrionales más altas. Se prevé que durante los dos próximos decenios se producirá un calentamiento de la Tierra de alrededor de 0,2°C por decenio; es muy probable que aumente el volumen de las precipitaciones en las latitudes altas, mientras que disminuya en la mayoría de las regiones subtropicales; probablemente aumente la extensión de las zonas afectadas por la sequía, al mismo tiempo, se espera que los episodios de calor extremo sean cada vez más frecuentes.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) considera que el comportamiento de estas variables climáticas, acompañado del aumento de la evapotranspiración potencial y la evaporación real, conllevaría al decrecimiento progresivo de la productividad primaria neta de los ecosistemas terrestres y agrícolas, así como de la densidad potencial de biomasa (PNUD, 2009).

El cambio climático y la desertificación están íntimamente ligados debido a los efectos indirectos entre la degradación de los suelos y las precipitaciones, esto podría agudizar la desertificación mediante la alteración de la distribución espacial y temporal de la temperatura, las lluvias, la radiación solar y los vientos, según la Organización Meteorológica OMM (2013).

El informe final del proyecto Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL) refleja que en la Segunda comunicación nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático se afirma que Cuba cuenta con la Estrategia Nacional de Educación Ambiental en la cual se mencionan las estrategias relacionadas con la capacitación y creación de capital humano, sobre todo fomentando la conservación del suelo y uso de prácticas tradicionales; asimismo, cuenta con los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, en la cual se dan pautas para la economía de Cuba en general y particularmente para la agricultura (BASAL, 2015a).

Existen programas nacionales relevantes para la adaptación al CC (BASAL, 2016):

- Programa de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar sobre bases Agroecológicas.
- Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de los Suelos.
- Programa Nacional de Desarrollo Sostenible de Energías Renovables.
- Programa de Enfrentamiento a la Sequía.

Expresa Pichs (2011) que para enfrentar el Cambio Climático es preciso desarrollar un proceso de adaptación, que consiste en la posibilidad de un sistema (humano o natural), para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad climática y los cambios extremos) a fin de moderar los daños potenciales, aprovechar las consecuencias positivas, o soportar las consecuencias negativas.

Refieren Galindo *et al.* (2014) que la adaptación se refiere a la reducción de los riesgos generados por el Cambio Climático para las vidas de las personas y sus medios de subsistencia.

Los propios autores consideran que estos ajustes tienen como finalidad asegurar los niveles de bienestar y desarrollo vigentes, frente a las nuevas condiciones de acelerados cambios en el clima, y que superan la variabilidad históricamente conocida y por ende las capacidades de la población de reconocer y arrostrarlos y afirman que un proceso de adaptación incluye cualquier ajuste deliberado en respuesta a las nuevas condiciones climáticas, sean estas reales o esperadas.

Los procesos de adaptación pueden generar consecuencias positivas significativas y reducir los impactos negativos del cambio climático, pero también existen procesos de adaptación con efectos o costos residuales (Planos, 2014).

La adaptación requiere asegurar tanto el conocimiento de las variaciones y cambios en el clima y los escenarios climáticos estimados, como el entendimiento de sus impactos a nivel local, esto permite identificar medidas de adaptación acertadas de acuerdo con los sistemas productivos locales. La adaptación al Cambio Climático es una acción muy compleja, que debe realizarse con un enfoque integrado (BASAL, 2015b).

El objetivo del presente estudio radica en valorar el comportamiento del clima durante los últimos años en el municipio Camagüey, y a partir del resultado, proponer medidas de adaptación al Cambio Climático que posibiliten la producción de cultivos varios de manera sostenible en este territorio.

DESARROLLO DEL TEMA

Repercusión del Cambio Climático en la actividad agropecuaria

La variabilidad del clima y el Cambio Climático plantean múltiples dificultades, reducen la productividad y la producción de alimentos y añaden una nueva fuente de presión a los sistemas de producción alimentaria, ya de por sí frágiles. Las sequías, las inundaciones y los huracanes, la acidificación del océano y el aumento de los niveles del mar, además de poner en peligro la vida de las personas, amenazan sus futuros medios de subsistencia, como los cultivos, el ganado y los recursos pesqueros y afectan la infraestructura agrícola, ganadera y pesquera, destruyen activos productivos como los sistemas de riego y los refugios para el ganado (CEPAL, 2015).

Considera López (2015) que la agricultura, la silvicultura, la pesca y la acuicultura pueden ser fuerzas transformadoras en la respuesta mundial al Cambio Climático; por lo que se requiere un cambio de paradigma hacia sistemas agropecuarios y alimentarios que sean más resilientes, más productivos, y más sostenibles. La protección de la seguridad alimentaria también significa evitar interrupciones o reducciones en el suministro de alimentos debidas a los cambios en la temperatura y los regímenes de precipitación.

Las principales amenazas asociadas al Cambio Climático y sus impactos sobre el sector agropecuario en Cuba, según los estudios de vulnerabilidad, impacto y adaptación identificadas

por el proyecto Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local (BASAL), son las siguientes (BASAL, 2015a):

- Disminución de las precipitaciones anuales e incremento de la frecuencia e intensidad de las sequías.
- Aumento del nivel del mar, el retroceso de la línea de costa, la intrusión marina en los acuíferos costeros y la salinización del agua subterránea.
- El aumento en las temperaturas unido a los cambios en los patrones de lluvia y la aridez del clima, tendrán como consecuencia la disminución de la producción agrícola y animal, el decrecimiento de los rendimientos y la mayor incidencia de plagas y enfermedades.

Los impactos del Cambio Climático se reflejan también en la vida general de la población; reportes de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), los escenarios combinados de elevación de las temperaturas, descenso de las precipitaciones, disminución del potencial hídrico y la calidad del agua, acompañados por la reducción de las áreas agrícolas debido al retroceso de la costa y la migración de los ecosistemas costeros, conllevarán a impactos superiores a los estimados (UNESCO, 2015).

Según reportes de FAO (2015), el rendimiento de los cultivos y la producción agrícola están determinados por un conjunto de factores climáticos y geográficos tales como la humedad del suelo, la temperatura, la precipitación, la variabilidad climática, la luz solar y el grado de fertilidad de la tierra; los rendimientos agrícolas muestran una fuerte dependencia hacia las condiciones específicas, pero identificar los impactos climáticos requiere considerar los efectos del resto de variables no climáticas en la evolución de las actividades agropecuarias o la trayectoria esperada.

Haciendo referencia a la integración de la adaptación al Cambio Climático en el sector agropecuario, informes del proyecto BASAL (2016) afirman que las consecuencias para los agricultores serán más difícil de prever, las sequías y las inundaciones serán más frecuentes, sin embargo, estas repercusiones variarán enormemente de un lugar a otro.

Cobarrubias et al. (2019) consideran que la variabilidad climática, junto con la mala gestión, son factores impulsores de la degradación de las tierras; las tierras secas experimentan habitualmente elevadas temperaturas y precipitaciones escasas, por lo tanto, son especialmente sensibles a las interacciones perjudiciales entre la degradación y el Cambio Climático. Los cambios en la temperatura y humedad del aire combinados con la disminución de la materia orgánica y fertilidad del suelo, resultante de la degradación tanto de la biomasa aérea como subterránea, pueden aumentar la desertificación, al mismo tiempo, es probable que la creciente incidencia de fenómenos meteorológicos extremos, como sequías graves o precipitaciones intensas, intensifique la erosión eólica e hídrica y provoquen mayores reducciones de la biomasa y degradación física y química de la tierra.

Reporta CEPAL (2012) que, en las próximas décadas, ciertas regiones sub desérticas del continente verán profundizarse la crisis del agua debido al aumento del consumo y a la disminución de la oferta. Siendo la agricultura el principal consumidor de agua, es probable que esta sea la actividad económica más afectada y a la cual se le solicite los mayores

esfuerzos de orientarse hacia una gestión altamente eficiente del recurso. Estima que, de incrementarse el calentamiento global, se reducirá la producción mundial de alimentos en un 30%, para fecha tan cercana como el 2050.

En la producción agrícola el error es patente, en ella se considera la productividad de la tierra evaluada, en general, en toneladas de producto / hectárea, sin contrastar este indicador con el de pérdidas de suelo por erosión y/o del balance de nutrientes (extracción/reposición), o del agua utilizada, entre otros (Sejinovich, 2014).

Comportamiento del clima en el municipio Camagüey durante los últimos años

Se valoran dos variables climáticas fundamentales para la producción agropecuaria, las temperaturas y las precipitaciones, así como la ocurrencia de sequías agrícolas. El comportamiento de la temperatura media mensual se muestra en la Tabla 1.

TABLA 1. Comportamiento de la temperatura durante el periodo 2017 – 2020 en el municipio Camagüey

Mes	Temperatura (°C)	Mes	Temperatura (°C)
Enero	23,0	Julio	27,4
Febrero	24,0	Agosto	27,4
Marzo	23,8	Septiembre	27,0
Abril	25,8	Octubre	26,2
Mayo	25,9	Noviembre	24,7
Junio	26,9	Diciembre	23,6

Fuente: Instituto de Meteorología (INSMET), INSMET (2022)

La Tabla 2 muestra los valores medios de las precipitaciones durante los últimos años en el municipio Camagüey (INSMET, 2020).

TABLA 2. Comportamiento de las precipitaciones (magnitud y días con lluvia) durante el periodo 2017 – 2020 en el municipio Camagüey

Mes	Precipitaciones (mm)	(días)	Mes	Precipitaciones (mm)	(días)
Enero	32,2	9	Julio	163,2	12
Febrero	26,4	4	Agosto	144,5	14
Marzo	45,5	7	Septiembre	213,5	15
Abril	70,3	9	Octubre	153,4	15
Mayo	225,4	15	Noviembre	99,6	10
Junio	199,2	14	Diciembre	17,6	7

Fuente: INSMET (2022)

Sobre el comportamiento de la sequía agrícola en el municipio Camagüey, reporta el Centro de Meteorología de Camagüey una tendencia al incremento en la frecuencia de este tipo de evento meteorológico extremo; una muestra de lo anterior se observa en la valoración del periodo de 10 años comprendido entre los años 2009 y 2018, el análisis indica que al valorar los años naturales (enero-diciembre) el más deficitario fue el 2009, sin embargo, los años hidrológicos (mayo-abril) transitaron por un periodo de afectación por sequía agrícola débil en los años 2009, 2010, 2015 y 2017.

En los períodos estacionales poco lluvioso (noviembre-abril), el déficit más significativo ocurrió en el 2010-2011, clasificando como una sequía agrícola extrema (Figura 1).

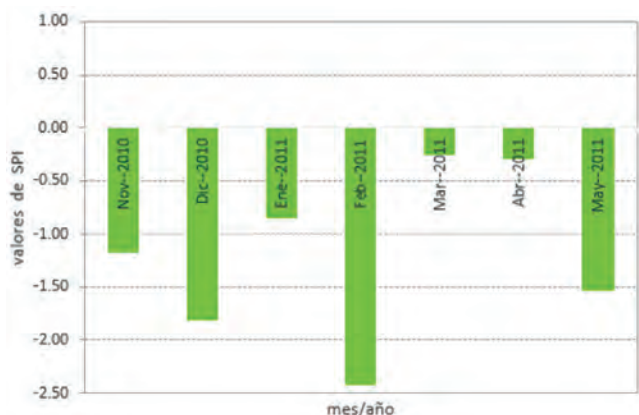


FIGURA 1. Eventos extremos en el municipio Camagüey (INSMET, 2020).

En los períodos lluviosos los años de mayor déficit fueron el 2009 y el 2015, con presencia de sequía débil, y en la escala mensual, los años 2009 y 2018 presentaron la mayor cantidad de meses afectados (seis meses cada uno) (INSMET, 2020).

La sequía agrícola es un fenómeno poco previsible, al respecto López (2015) la caracteriza como un desastre natural lento que no presenta trayectorias definidas y tiende a extenderse de manera irregular a través del tiempo y el espacio, por tanto el comportamiento observado constituye una alerta a lo que se puede esperar en el futuro inmediato, lo cual obliga a tomar las medidas técnicas y organizativas que minimicen sus efectos sobre la producción agropecuaria.

Comportamiento de la producción agrícola en el municipio Camagüey durante los últimos años

La producción de cultivos varios en Cuba ha respondido tradicionalmente a una organización en dos campañas, a saber, la campaña de frío que comprende el periodo comprendido entre los meses de septiembre y febrero y es la que más sostiene al país en cuanto a la producción de alimentos, la más eficiente productivamente; y la campaña de primavera que incluye el resto del año, o sea, el periodo comprendido entre marzo y agosto.

Esta organización responde básicamente a un criterio de organización de las siembras considerando que la germinación y desarrollo de los cultivos se realice durante el periodo en el cual la temperatura ambiental es más favorable; así por ejemplo, las hortalizas y granos se siembran básicamente durante la campaña de frío. La realidad indica que este criterio debe ser reconsiderado, el Cambio Climático ha alterado el comportamiento histórico de las variables climáticas entre estas temperaturas.

La significación práctica de este comportamiento es variable, por una parte facilita el aprovechamiento de las lluvias en cultivos de secano sembrados durante la campaña de frío, en tanto dificulta la preparación de suelos, semilleros e incluso siembras durante el inicio de la campaña de frío, por otra parte, en los cultivos desarrollados durante la campaña de primavera, las precipitaciones pueden constituir un apoyo a las siembras

en áreas de secano, a la vez, las lluvias durante la etapa final de la campaña de primavera y al inicio de la campaña de frío pueden dificultar el proceso de preparación de suelos para las siembras, elaboración de semilleros, etc.

En las Tablas 3 y 4 se muestra el comportamiento de la temperatura y la precipitación por campañas en el municipio Camagüey durante los últimos años.

TABLA 3. Comportamiento de la temperatura y la precipitación en la campaña de frío en el municipio Camagüey durante los últimos años

Campaña	Variables		
	Temperatura media (°C)	Precipitación total (mm)	Precipitación total (días)
2017-2018	24,45	821,6	78
2018-2019	25,01	466,4	41
2019-2020	24,82	428,3	57
2020-2021	24,78	629,7	66
2021-2022	24,72	367,3	52
Media	24,76	542,6	59

TABLA 4. Comportamiento de la temperatura y la precipitación en la campaña de primavera en el municipio Camagüey durante los últimos años

Campaña	Variables		
	Temperatura media (°C)	Precipitación total (mm)	Precipitación total (días)
2017	25,86	793,0	73
2018	25,82	807,8	72
2019	26,23	1176,8	87
2020	26,86	693,3	61
2021	26,22	769,5	63
Media	26,20	848,1	71

Obsérvese que la media de la temperatura tiene una variación de solo 1,44°C entre las campañas de frío y primavera, lo cual es un indicador de que en realidad este concepto ha dejado de tener significación práctica.

Al analizar la distribución por meses (Tabla 1) se observa que en la campaña de frío los meses de septiembre y octubre tienen medias que superan los 26°C, característicos de la etapa de primavera, al mismo tiempo, en la campaña de primavera la temperatura media del mes de marzo es inferior al resto de la campaña, con un valor más aproximado a la media de la campaña de frío.

El comportamiento de las precipitaciones ha constituido también un factor de incidencia en la organización de las actividades agrícolas, el denominado periodo lluvioso comprendido entre los meses de mayo a octubre incluye los últimos cuatro meses de la campaña de primavera y los primeros dos meses de la campaña de frío.

El análisis de las precipitaciones en el municipio Camagüey durante el periodo evaluado (tablas 3 y 4) indica una alta variabilidad en su magnitud y distribución; se observa que si bien la diferencia en el total de las precipitaciones entre las campañas de frío y primavera supera los 50 mm, respecto al número de días con lluvias las diferencias no son grandes, con medias mensuales de 10 y 12 días para las campañas de frío y primavera respec-

tivamente; factor a considerar al realizar la planificación de las actividades agrícolas.

El efecto de este comportamiento se refleja de manera diversa, si bien en los cultivos desarrollados durante la campaña de primavera las precipitaciones pueden constituir un apoyo a las siembras en áreas de secano, las lluvias durante la etapa final de la campaña de primavera y al inicio de la campaña de frío pueden dificultar el proceso de preparación de suelos para las siembras, preparación de semilleros, etc.

Ante esta realidad, es necesario cuestionarse la validez del empleo del criterio de campañas en la organización de la producción de cultivos varios. La realidad indica que este cri-

terio debe ser reconsiderado, el Cambio Climático ha alterado el comportamiento histórico de las variables climáticas, entre estas las temperaturas y las precipitaciones, lo cual impone una nueva realidad para la producción agropecuaria que no es posible ignorar, es necesario romper con los esquemas de la agricultura tradicional y adaptarse a las nuevas condiciones.

Para valorar la distribución de las siembras de diversos cultivos en relación a las campañas establecidas, se toma como referencia su comportamiento durante los años 2021 y 2022 en la Unidad Productiva UBPC Victoria II perteneciente a la Empresa Agropecuaria Camagüey en el municipio del mismo nombre (Tabla 5).

TABLA 5. Resumen de siembra por campañas en la UBPC Victoria II durante los años 2021 y 2022 (ha)

Cultivo	Campaña						TOTAL
	2021	Frío 2022	T	2021	Primavera 2022	T	
VIANDAS							
Boniato	2,5	6,1	8,6	9,3	7,6	16,9	25,5
Yuca	5,1	8,5	13,6	7,0	6,0	13,0	26,6
Papa	----	2,0	2,0	----	----	----	2,0
Sub total	7,6	16,6	24,2	16,3	13,6	29,9	54,1
HORTALIZAS							
Calabaza	19,5	10,8	30,3	3,5	23,1	26,6	56,9
Tomate	5,0	6,7	11,7	----	----	----	11,7
Pepino	4,6	9,2	13,8	4,0	6,0	10,0	23,8
Col	3,0	----	3,0	----	----	----	3,0
Cebolla	5,0	3,0	8,0	----	1,0	1,0	9,0
Ají	----	----	----	----	1,5	1,5	1,5
Sub total	37,1	29,7	66,8	7,5	31,6	39,1	105,9
GRANOS							
Maíz	----	7,1	7,1	13,3	18,6	31,9	39,0
Frijol	13,3	8,2	21,5	12,4	4,1	16,5	38,0
Maní	----	1,1	1,1	----	----	----	1,1
Habichuela	----	----	----	2,0	----	2,0	2,0
Sub total	13,3	16,4	29,7	27,7	22,7	50,4	80,1
FRUTALES							
Piña	3,0	----	3,0	----	----	----	3,0
Sub total	3,0	----	3,0	----	----	----	3,0
TOTAL	58,0	62,7	123,7	51,5	67,9	119,4	243,1

Se observan cultivos como yuca, calabaza y pepino que se siembran indistintamente en ambas campañas, mientras que en otros como el tomate y la col se mantiene la siembra únicamente en la campaña de frío tal y como se establece en los Instructivos Técnicos. En el caso particular del cultivo del frijol la siembra de primavera resulta significativa por no corresponderse con la época óptima establecida.

El comportamiento de los resultados productivos observados tanto en las siembras en época como fuera de las mismas demuestra que es necesario observar el comportamiento de las variables climáticas y utilizar los pronósticos del INSMET, más allá de las siembras basadas en esquemas pre establecidos, o sea, se confirma la necesidad de desarrollar una agricultura más dinámica y ajustada a los nuevos requerimientos.

Medidas de adaptación en el sector agropecuario

Galindo et al. (2014) consideran que las zonas donde se prevé la disminución de las lluvias tendrán que mejorar el almacenamiento, la gestión y la productividad del agua y el suelo, los sistemas de irrigación deberán adaptarse a los cambios que se producirán en los regímenes de suministro de agua.

Se proponen algunas intervenciones normativas tales como la aplicación de medidas de adaptación y atenuación para la gestión del suelo, medidas técnicas para incrementar la gestión de uso del agua y mejorar el conocimiento sobre el Cambio Climático entre productores, técnicos y funcionarios.

- Algunas intervenciones normativas clave:
- Incluir medidas de adaptación y atenuación para la gestión del suelo destinadas a la agricultura en los planes nacionales de desarrollo.
- Promover medidas técnicas y de gestión para incrementar la gestión de uso del agua en los sistemas de producción.
- Mejorar el conocimiento sobre el Cambio Climático, el agua y el suelo, y difundir buenas prácticas.

Postigo (2015) afirma que los funcionarios y la población deben entender que el Cambio Climático no es una contingencia, sino una nueva condición, por lo tanto, no debe ser tratada como un evento, sino como la transformación de las características climáticas que eran conocidas y manejables, en otras a las que hay que adaptarse. Es necesario trabajar con cultivos resistentes a las nuevas plagas, de ciclos vegetativos más cortos y que soporten el estrés hídrico, en este sentido, la adaptación al Cambio Climático requiere respuestas a múltiples escalas, desde los pobladores campesinos afectados directamente hasta el gobierno central. La experiencia ha propuesto un modelo de trabajo conjunto de las entidades ambientales y agrícolas para convertir los mejores aportes de la ciencia, la tecnología y la innovación en resultados prácticos que garanticen la sostenibilidad de la producción de alimentos en el país.

Informes del proyecto BASAL (2016) afirman que el desarrollo agropecuario de un país como Cuba se encuentra necesaria y estrechamente vinculado a la capacidad para adaptarse a los cambios proyectados en el clima que tengan sus entidades gubernamentales y científicas, los sectores productivos y las comunidades; alcanzar este empeño exige la adopción de tecnologías y prácticas agropecuarias sostenibles, para mantener los rendimientos de los cultivos en el futuro, habrá que adaptarse a un clima “más caliente, seco y extremo”.

Frente a los cambios, las estrategias de adaptación relevantes para el sector agropecuario que se han planteado a nivel de país son (BASAL, 2016):

- Uso de tecnologías de protección de cultivos y del ganado.
- Obtención e introducción de variedades de cultivos con mayores rendimientos potenciales bajo alto estrés hídrico y razas de ganado resistentes a las altas temperaturas y al déficit de agua, producción de semillas de cultivares adaptados a condiciones adversas; cambios en la gama de cultivos que deberán ser introducidos en la práctica a medida que evolucione el clima.
- Tecnologías conservacionistas de preparación de suelos, producción y aplicación de abonos orgánicos, nivelación de suelos.
- Sistemas de riego eficientes.
- Activadores de agua para mejorar la calidad.
- Restablecimiento y/o reconstrucción de reservorios de agua, captación de agua de lluvia.
- Buenas prácticas agropecuarias para la biodiversidad.
- Sistemas de energía eólica, energía solar, biodigestores.

El logro de estos objetivos estará muy relacionado a la capacitación de los actores principales, en tal sentido, Cobarrubias *et al.* (2019) plantean la importancia de dar respuesta a los requerimientos de capacitación, dirigidos a productores (as), personal técnico y de investigación, decisores (as), priorizando los siguientes ejes temáticos:

- Cambio Climático y medidas de adaptación en el sector agropecuario.

- Fortalecimiento de los conocimientos técnicos para promover la sostenibilidad de la producción agropecuaria, herramientas para la gestión de la información y el conocimiento así como para la incorporación de consideraciones sobre medidas de adaptación en la toma de decisiones y en la planificación en el sector agropecuario.

Los mismos autores reconocen que la aplicación de estrategias de comunicación y capacitación es imprescindible ejecutarlas de manera complementaria.

A partir de esto, se presenta la siguiente propuesta de medidas de posible aplicación en el municipio Camagüey:

- Transformación progresiva desde una agricultura tradicional a una agricultura sostenible y de bajos insumos, lo cual viene dado por las siguientes circunstancias:

- Los cambios en el comportamiento de las variables climáticas producto del Cambio Climático
- Las limitaciones de insumos necesarios para la producción agropecuaria en la actualidad
- La necesidad imperiosa de lograr una producción que responda a las crecientes demandas sobre principios de protección ambiental

- Aplicación de la ciencia y la técnica. Extensión Agrícola

Es imprescindible lograr la generalización de las mejores experiencias productivas, mediante la acción coordinada entre los especialistas y los productores de avanzada, para ello deben facilitarse el intercambio de conocimientos a todos los niveles, entre productores (as), técnicos e investigadores. Esto puede ayudar a generar confianza y comprensión a la vez que se concilian las necesidades de las comunidades locales, las exigencias de los consumidores, los programas políticos y de investigación, facilitando una acción concertada y reduciendo los retrasos entre la generación y la aplicación de los conocimientos.

Comprender, adaptarse y vigilar las interacciones entre el Cambio Climático y la producción de alimentos requiere la integración de numerosos tipos de conocimientos procedentes de diversas fuentes, lo cual puede ayudar a comprender los procesos involucrados, explorar las posibles opciones de respuesta y vigilar con eficacia los efectos del Cambio Climático y las opciones de adaptación, a la vez que puede resultar útil en la identificación de áreas que requieran nuevas investigaciones a fin de subsanar carencias de conocimientos y complementar el conocimiento adquirido localmente.

Es importante desarrollar y coordinar el sistema de extensión agraria y controlar su implementación, que parta del aprovechamiento de las mejores experiencias en la aplicación de buenas prácticas agrícolas; para asegurar la participación de actores locales en el análisis de vulnerabilidad y adaptación, resulta importante el involucramiento de extensionistas agrícolas, quienes a su vez facilitan la participación de los productores y las productoras, y el protagonismo de los productores de avanzada.

- Encadenamiento con centros de ciencias del sector y de otros sectores que tributan a la producción agropecuaria y con la Universidad.

La teoría científica y la opinión experta sustentan los beneficios esperados de las prácticas de adaptación, pero una vez implementadas resulta clave recoger las experiencias y opiniones del personal técnico y productores (as) sobre la utilidad

y las pérdidas evitadas; relevante será también la investigación aplicada que se desarrolle.

¿Con qué potencialidades contamos? La provincia cuenta con una red de centros de investigaciones pertenecientes al sistema del Ministerio de la Agricultura, a saber: Instituto de Suelos, Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, Estación de Granos, Estación de Pastos y Forrajes, Estación Forestal e Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, además, la Universidad de Camagüey y centros de otras entidades que tributan al sector agropecuario, tales

como el Centro Meteorológico y el Centro de Biotecnología.

Resulta imprescindible lograr aprovechar este potencial, lo cual solo será posible a través de un adecuado programa de integración y encadenamiento.

- Elección de cultivos y variedades

Es importante priorizar los cultivos y variedades que mejor puedan responder a las condiciones climáticas extremas impuestas por el Cambio Climático; la Tabla 6 muestra un ejemplo de posibles alternativas a partir de resultados de investigaciones disponibles.

TABLA 6. Ejemplos de cultivos apropiados para condiciones climáticas extremas

Cultivo	Variiedad	Sequía	Salinidad	Vientos	Lluvias	Observaciones
Yuca	Señorita	X				
	CEMSA 74-725	X	X			
	CEMSA 74-6329	X				
Plátano	Burro CEMSA	X		X		
Malanga	INIVIT ME-2001					Mitiga efectos de estrés hídrico
Boniato	INIVIT-B2-2005	X				
Frijol (Vigna)	Guariba	X			X	No admite encharcamiento
	IPA 206	X			X	No admite encharcamiento
	IPA 207	X			X	No admite encharcamiento
Garbanzo		X		X		
Quimbombó	Santa Cruz	X				Se adapta a nuestras condiciones
Berenjena		X			X	Tolera sol y humedad
Acelga				X		Se adapta a nuestras condiciones

Fuente: Milián et al. (2016)

Empleo de la información climática

Se requiere generación, análisis y uso de información climática para la adaptación en la agricultura a nivel local, entendimiento de la vulnerabilidad en el sector agropecuario, identificación y priorización de las opciones de adaptación en el sector agropecuario, participación de actores en el análisis de vulnerabilidad, sensibilización y motivación en la toma de decisiones de actores sobre medidas de adaptación en la agricultura (FAO, 2010).

No es posible el desarrollo de un sistema productivo agropecuario en la actualidad que no esté basado en la interpretación y empleo de la información climática; actividades como la preparación de suelos, siembra, cultivos y cosecha deberán tener presente esta información, la cual se encuentra disponible en el Centro Meteorológico de Camagüey.

Una situación particular se presenta respecto a las sequías, sobre las cuales los estudios realizados indican que tienden a aumentar en frecuencia e intensidad; tienen la característica de que no es posible definir su inicio o fin, por tanto, no es posible esperar por su aparición para comenzar a adaptarse a las mismas, es preciso haberse preparado antes.

Las posibles medidas para el enfrentamiento a las sequías están estudiadas, e incluyen diversos aspectos, tales como:

- Aplicación de buenas prácticas que permitan incrementar la eficiencia de uso del agua en la actividad agropecuaria.
- Utilización de criterios de Riego Deficitario Controlado en las áreas con sistemas de riego disponibles.
- Captación de agua de lluvia y de escurrimientos superficiales.
- Reducción de la evaporación con medidas como el empleo de cortinas rompe viento, protección de viveros, semilleros, cobertura del suelo con restos de cosecha.
- Control, interpretación y aprovechamiento de la lluvia en el proceso productivo.
- Capacitación de productores, técnicos y directivos en medidas de enfrentamiento a la sequía
- Extensión de buenas prácticas agrícolas.

Las buenas prácticas agrícolas integran todas aquellas actividades que permitan adaptarse al Cambio Climático.

Ejemplos de algunas acciones relevantes para la adaptación.

- Cultivos: ajustar calendario de cultivo, introducción de variedades resistentes.
- Suelo: introducir mejoras como nivelación, aplicación de materia orgánica, siembra de abonos verdes, aplicación de principios de agricultura de conservación.
- Uso del agua: aplicación de una adecuada programación de riego, captación de agua de lluvia, lograr un uso eficiente del agua de riego usando como referencia índices de productividad agronómica del agua por cultivos según Resolución 17/2020 emitida por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH, 2020).
- Servicios mecanizados: aplicar tecnologías conservacionistas de suelos.
- Servicios de riego: mejoras en el mantenimiento y reparación de sistemas de riego, empleo de tecnologías más eficientes, monitoreo del uso del agua de riego.

CONCLUSIONES

- Durante el periodo 2017–2020 las diferencias de temperatura y días con lluvias entre las campañas de frío y primavera en el municipio Camagüey no son manifiestas, por lo cual se considera necesario flexibilizar los conceptos de organización

de las siembras establecidos en los sistemas de producción tradicionales, y adecuarlos a las condiciones específicas de comportamiento del clima en cada momento y lugar.

- Se proponen para el municipio Camagüey líneas de intervención con sus consiguientes medidas de adaptación al Cambio Climático.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASAL. (2015a). *Contribución nacionalmente determinada a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (p. 20). UNFCCC, La Habana, Cuba.
- BASAL. (2015b). *Informe final. Segunda comunicación nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático* [Informe final]. UNFCCC, La Habana, Cuba. <http://unfccc.int/resource/doc5/natc/cubnc2.pdf>
- BASAL. (2016). *Integración de la adaptación al cambio climático del sector agropecuario en el nivel local y nacional* (p. 100) [Relatoría del Taller Temático 2; 20 – 22 de julio del 2016]. CITMA PNUD, Habana, Cuba.
- CEPAL. (2015). *Cambio climático y degradación de las tierras: Acercar los conocimientos a las partes interesadas* [Resultados de la 3a Conferencia Científica de la CNUCLD. 9-12 de marzo 2015]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- CEPAL, N. (2012). *La incertidumbre de los recursos hídricos y sus riesgos frente al cambio climático: Herramientas para los tomadores de decisiones de los sectores público y privado*. ISSN 1680-9033, Publisher: CEPAL.
- Cobarrubias, K., López, T., & Martínez Casanovas, J. A. (2019). *Adaptación al cambio climático en el sector agropecuario cubano. Buenas prácticas y lesiones aprendidas del Proyecto BASAL*. Editorial AMA, La Habana, Cuba.
- FAO. (2010). *Kit de herramientas para incorporar la adaptación al cambio climático en proyectos de desarrollo*. FAO, Roma, Italia.
- FAO. (2015). *El cambio climático, el agua y la seguridad alimentaria*. Trabajo de la FAO sobre el Cambio Climático. Conferencia de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Roma, Italia., Roma, Italia.
- Galindo, L. M., Samaniego, J., Alaorre, J., & Ferrer, R. L. (2014). *Procesos de adaptación al CC. Análisis de América Latina*. CEPAL.
- INRH. (2020). *Resolución No. 17/2020. Índices de Consumo de agua [Resolución ministerial*. Inst. Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos, La Habana, Cuba.
- INSMET. (2020). *Comportamiento de la sequía meteorológica durante el periodo 2009-2018*. Centro Meteorológico Camagüey, Cuba.
- INSMET. (2022). *Comportamiento de las variables temperatura y precipitación en el municipio Camagüey durante el periodo 2017 – 2020*. Centro Meteorológico Camagüey, Cuba.
- López, F. A. (2015). *Cambio climático y actividades agropecuarias en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), La Habana, Cuba.
- Milián, J. M., Rodríguez, M. S., Morales, T. A., Espinosa, C. E., Ventura, M. J., Figueroa, A. Y., Rodríguez, del S. D., Rodríguez, G. Y., Beovides, G. Y., Basail, P. M., Cruz, A. J., Ruiz, D. E., González, D. L., & Arredondo, Q. L. (2016). *Identificación de cultivos comerciales resilientes a los efectos del Cambio Climático* (Segunda Edición. La Habana.). Editorial AMA, La Habana, Cuba.
- OMM. (2013). *Cambio climático y desertificación*. Organización Meteorológica Mundial (OMM), Suiza.
- Pichs, M. (2011). *Cambio climático y desarroll*. Editorial Ciencias Sociales, La Habana, Cuba.
- Planos, E. O. (2014). *Síntesis informativa sobre impactos del cambio climático y medidas de adaptación en Cuba*. Sello Editorial Ama, La Habana, Cuba, ISBN: 959-300-044-5.
- PNUD. (2009). *Proyecto Cambio Climático. Segunda Comunicación Nacional*. PNUD.
- Sejinovich, H. (2014). *La lucha contra el Cambio Climático por la calidad de vida, en el pensamiento latinoamericano medioambiental. Reflexiones metodológicas del análisis del cambio climático*. CEPAL.
- UNESCO. (2015). *Aguas subterráneas y Cambio Climático. Pequeños estados insulares en desarrollo*.
- Camilo Bonet-Pérez, Dr.C., Inv. Ministerio de la Agricultura, filial IAgriC, Camagüey. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: camilobp51@gmail.com esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5025-9892>
- Ayamir M. Agramonte-Almanza, Ing. Agrónomo, Inv. Centro Meteorológico Camagüey. INSMET. Cuba, Teléfono: 32-261103 ext. 130, e-mail: ayamir@cmw.insmet.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9965-6859>
- Bárbara Mola-Fines, MSc., Inv., Ministerio de la Agricultura, filial IAgriC, Camagüey. (32-291926), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-2782-964X>
- Dania Rodríguez-Correa, MSc., Inv., Ministerio de la Agricultura, filial IAgriC, Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595, 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0475-5868>
- Pedro A. Guerrero-Posada, MSc., Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgriC), filial Camagüey, Cuba. Teléfono: (53) 6917595 32 252305 32 282013 (Ext. 163), e-mail: esp.ext.iagric@dlg.cmg.minag.gob.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0235-9327>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: C. Bonet. Curación de datos: C. Bonet, A. Agramonte. Análisis formal: C. Bonet, A. Agramonte, D. Rodríguez, B. Mola. Investigación: C. Bonet, D. Rodríguez, B. Mola. Metodología: C. Bonet. Supervisión: C. Bonet, A. Agramonte, D. Rodríguez, B. Mola. Validación: D. Rodríguez, C. Bonet, B. Mola. Papeles/Redacción, proyecto original: C. Bonet. Redacción, revisión y edición: A. Agramonte, D. Rodríguez, B. Mola.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.