



DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3324

Desarrollo de un servicio climático basado en datos científicos y comunitarios para uso agrícola, en una región cafetalera de Veracruz, México.

Blanca Elizabeth Viveros-García

<https://orcid.org/0000-0003-2114-7979>

elibevg98@gmail.com

Extensionista de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Rural y Pesca. Xalapa, México

Rodolfo Viveros-Contreras

<https://orcid.org/0000-0003-1723-3110>

rviveros@uv.mx

Profesor de la Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, México.

Valentín Medina-Mendoza

<https://orcid.org/0000-0003-0515-2401>

vamedina@uv.mx

Profesor de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Xalapa, México.

Herón García-Moctezuma

<https://orcid.org/0000-0002-9214-7821>

herogarcia@uv.mx

Coordinador de proyectos de la Dirección General de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Xalapa, México.

RESUMEN

En este trabajo se propone, a partir de datos científicos y de recuperación de saberes locales de algunas comunidades rurales, generar una propuesta de comunicación relativa a un servicio climático para la agricultura, específicamente para el cultivo de café en la región central de Veracruz (Huatusco), tomando como base el análisis de datos climáticos y agrícolas de la región y complementando con las opiniones de los agricultores locales. Los datos climáticos retomados del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (1981-2010) han sido analizados e interpretados para caracterizar las variaciones de temperatura y precipitación, mientras que los datos agrícolas obtenidos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) en el periodo 2006-2020 permiten identificar variaciones y características del cultivo. Además de los datos, se analizaron las predicciones disponibles y se presenta un análisis a partir de encuestas a cafeticultores locales para conocer sus necesidades y proponer información climática adecuada, a través de una estrategia de comunicación.

Palabras clave: Servicio climático; Marco Mundial de los Servicios Climáticos; café; cambio climático; agricultura.

Correspondencia: elibevg98@gmail.com

Artículo recibido: 10 agosto 2022. Aceptado para publicación: 10 septiembre 2022.

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Como citar: Viveros-García, B. E., Viveros-Contreras, R., Medina-Mendoza, V., & García-Moctezuma, H. (2022).

Desarrollo de un servicio climático basado en datos científicos y comunitarios para uso agrícola, en una región cafetalera de Veracruz, México. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 3373-3392.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3324

Development of a climate service based on scientific and community data for agricultural use, in a coffee region of Veracruz, Mexico.

ABSTRACT

In this paper, we propose a prospectus model for a climatic service for agriculture, specifically for coffee cultivation in the central region of Veracruz (Huatusco), based on the analysis of climatic and agricultural data from the region and complemented with the views of local farmers. The climatic data from the National Meteorological Service (SMN) (1981-2010) have been analyzed and interpreted to characterize the variations in temperature and precipitation, while the agricultural data obtained from the Agrifood and Fisheries Information Service (SIAP) in the period 2006-2020 allow identifying variations and characteristics of the crop. In addition to the data, the available predictions were analyzed and an analysis is presented based on surveys of local coffee growers to find out their needs and propose adequate climate information.

Keywords: Environmental education; Education for Sustainability; Training of Educators.

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más graves que enfrenta la humanidad en nuestros días refiere a los efectos del calentamiento global. Se sabe que la elevación de tan sólo algunos grados de temperatura en los próximos decenios alterará los patrones del sistema climático provocando cambios en el patrón de precipitaciones, sobre todo bajo la forma de una exacerbación de las diferencias entre regiones. Todas las actividades humanas serán afectadas. Pero debido a su dependencia con la temperatura y el régimen de precipitaciones, los más directamente afectados serán el sector agropecuario y el ciclo hidrológico (Loza y Rivera, 2013).

La sociedad ha tenido que afrontar fenómenos meteorológicos extremos (OMM, 2014). Dada la situación actual, muchos países están intentando abordar estos desafíos desarrollando servicios climáticos (Hewitt, Mason y Walland, 2012). Un servicio climático se entiende como la provisión de información que apoya a la toma de decisiones de individuos y organizaciones (SMN, 2018). Para el desarrollo de un servicio climático, la OMM, en 2014, definió El Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC) como un mecanismo para mejorar la capacidad de adaptación de la sociedad frente a peligros relacionados con el clima, brinda apoyo con datos climáticos, proyecciones futuras, investigación aplicada e integración con otros conjuntos de datos (NOAA, 2010). En este contexto, el MMSC toma la agricultura y seguridad alimentaria como prioridad.

En el desarrollo de un servicio climático es importante considerar el monitoreo del clima, es decir, el proceso de describir, a través del análisis de los datos observados, las características de los estados pasados y actuales del clima sobre periodos específicos. Por ello, uno de los grandes retos que tienen los SMN es tener la capacidad de dar productos climáticos con eficiencia (Belda, 2015). La información obtenida del monitoreo del clima se combina con saberes de la agricultura, esto es un instrumento muy valioso para apoyar la planeación de los sistemas productivos agrícolas. Del monitoreo del clima se realizan diversos pronósticos, por instituciones tales como la National Aeronautics and Space Administration (NASA) a través de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) en conjunto con el International Research Institute (IRI) y el SMN de México que cubren una extensión geográfica mayor a la de nuestra área de estudio, pero que nos aporta indicios del comportamiento del clima en la región de Huatusco. Consideramos que la realización de un servicio climático en esta región contribuye de manera

importante a las decisiones que deben tomarse respecto a la planeación agrícola. En este sentido, el proyecto Climandes ha sido punto de referencia en este tipo de acciones.

Es importante mencionar que la mayor cantidad de información que se genera y fluye sobre el cambio climático proviene de los centros de investigación, universidades, revistas científicas, instituciones dedicadas a estos estudios, y que difícilmente son de acceso para los sectores rurales, por lo cual es sumamente necesario contar con información que pueda ser de utilidad para los productores, en este caso, relativa al sistema de producción del café, misma que puede ser utilizada para generar proyecciones de cambio climático en el área específica e identificar, en conjunto con los productores, acciones sustentables que les permita mejorar su calidad de vida.

Perspectivas teóricas de la agricultura y el cambio climático

Diversos estudios han analizado el impacto de la comunicación sobre el cambio climático, sobre todo a partir de los medios televisivos y redes sociales para concientizar a la población sobre el cambio climático (Cano, 2021, Oroza, 2016, Pallmall, 2021). Sin embargo, existen pocos estudios que permitan generar en la población propuestas adaptativas que posibiliten mitigar los efectos del cambio climático sobre todo en zonas rurales, pues la mayoría de las veces se mantienen ajenas al acceso a estos medios.

Si bien la televisión constituye el principal medio en el que se transmiten la mayor cantidad de noticias sobre el cambio climático, por ser accesible a las poblaciones rurales, la información que circula se circunscribe a datos genéricos de las problemáticas que desencadena el cambio climático, pero aporta muy poco en información precisa que permita contar con elementos para la toma de decisiones. Adicionalmente a ello, los espacios de socialización de los pobladores rurales suelen ser en las asambleas que se llevan a cabo y en las interacciones simbólicas informales que mantienen con los miembros de la comunidad. En este contexto, destaca lo socialmente relevante que es para los actores rurales situar sus prácticas en lo que ellos consideran sus espacios vitales (Paz, Montoya y Asencio, 2013).

En este sentido, las estrategias de comunicación que se siguen para tender puentes entre el conocimiento científico y las comunidades rurales requieren del reconocimiento de los saberes comunitarios y de aproximarnos a las condiciones de entendimiento de dichas poblaciones. Esto implica que los involucrados en el cambio climático, desde la perspectiva de las ciencias sociales, deberán familiarizarse con el lenguaje de los reportes

científicos sobre el cambio climático y a partir de ellos identificar las implicaciones sociales y definir acciones (Laza, et al, 2013).

Al respecto, en la comunicación del cambio climático es importante el mantenimiento de un equilibrio entre el señalamiento de los riesgos y el de las salidas que permiten reducirlos o gestionarlos (Heras, 2020). De ahí que reconocer, documentar, difundir y evaluar las iniciativas de comunicación, educación y participación ciudadana relacionadas con los riesgos derivados del cambio climático es, en todo caso, un primer paso necesario para conocer mejor su influencia en la percepción social de los riesgos y en la definición de respuestas que contribuyen a evitarlos o gestionarlos. (Rodrigo y Mancinas, 2021).

La necesidad de contar con servicios climáticos enfocados a la agricultura para un cultivo y región en específico es una problemática que debe tratarse empezando por entender qué es, sus implicaciones y relevancia para favorecer acciones sustentables en contextos comunitarios.

Un servicio climático se entiende por la provisión de información que apoya a la toma de decisiones de individuos y organizaciones (SMN, 2018). Esto implica que debe ser un mecanismo efectivo de acceso y entrega. Sobre todo, debe responder a las necesidades de los usuarios (Tall y Njinga, 2013). Esta herramienta ayuda al continuo esfuerzo de las sociedades para ser más productivas y prósperas, también contribuye a gestionar los impactos de los fenómenos atmosféricos (Camino, 2014), por lo que servicios climáticos eficientes facilitarán la adopción de decisiones climáticamente inteligentes (OMM, 2014). Pero a pesar del reconocimiento de que dichos servicios constituyen un componente importante en la agenda de adaptación climática, ha habido pocos avances en la provisión de evidencia sobre el valor agregado de la información climática personalizada en manos de los usuarios (Tall, Coulibaly y Diop, 2018).

En 2014 la OMM definió el MMSC como un mecanismo para mejorar la capacidad de adaptación de la sociedad frente a los peligros relacionados con el clima, para hacer frente a estos desafíos mediante el desarrollo de capacidad de los servicios climáticos.

La visión de MMSC consiste en capacitar a la sociedad, sobre todo a la más vulnerable, respecto a los peligros relacionados con el clima, para gestionar mejor los riesgos y oportunidades que plantean la variabilidad del clima y el cambio climático. Lo anterior es viable si se realiza mediante la elaboración de información y predicciones climáticas basadas en conocimientos científicos y su incorporación en la planificación, las políticas y

prácticas. Los sectores considerados en el MMSC, impulsado por la OMM, en los cuales ha puesto atención son: agricultura y la seguridad alimentaria (Tall y Njinga, 2013).

En la agricultura, muchos estudios han explorado el valor potencial de los servicios climáticos, pero solo unos pocos han evaluado los servicios reales y han seguido rigurosamente su conexión con los resultados (Tall et al., 2018). La información que se obtiene de ellos es muy valiosa y de importancia siempre y cuando reúna las características clave relacionadas con los requerimientos de los productores de café que constituyen a el último pilar del MMSC.

Para apoyar los servicios climáticos es importante el monitoreo del clima, es decir, el proceso de describir, a través del análisis de los datos de observación, las características de los estados pasados y actuales del clima sobre dominios y periodos específicos. La información obtenida del monitoreo del clima se combina con los saberes de agricultura y se forma un instrumento muy valioso para apoyar a la planeación en actividades agrícolas (Rodríguez y Ramos, 2017).

Existen organizaciones que monitorean el clima, como la OMM y el Climate Prediction Center, el Research Institute for Climate and Society y el SMN de México, sin embargo, estos productos no están diseñados para atender las necesidades para una pequeña región, tampoco existe algún resultado que conjunte información climática adecuada para el cultivo de café. Posteriormente, del monitoreo del clima se pueden realizar predicciones del clima o el tiempo. Predecir el clima, en palabras de la Agencia Estatal de Meteorología de España (2014), es una estimación de la evolución del clima futuro, cómo evoluciona el sistema climático ante cambios en las condiciones iniciales, estas predicciones se suelen tomar como probabilidades. Al igual que con el monitoreo, ya existen diversos pronósticos disponibles, pero no para una región en particular, aunque nos dan un acercamiento de nuestra región de interés.

La factibilidad para generar servicios climáticos para la agricultura tiene diversos beneficios, el caso más importante lo constituye el proyecto Climandes que realiza servicios climáticos para la agricultura adaptada a los usuarios. Climandes constituye uno de los ocho proyectores prioritarios de la OMM para la ejecución del MMSC. Esta colaboración, entre el Servicio Meteorológico e Hidrología del Perú (SENAMHI) y la Oficina Federal de Meteorología y Climatología de Suiza (Me-teoSwiss), tiene como objetivo desarrollar y ofrecer servicios climáticos para el sector agrícola del altiplano de

los Andes, haciendo énfasis en la seguridad alimentaria y la agricultura de subsistencia. Está diseñado para regiones con mayor inseguridad alimentaria y en población que trabaja en el sector agrícola de subsistencia, ya que, estos pequeños productores son los que están más expuestos al impacto del tiempo y climas adversos.

En este contexto, apuntar ejemplos prácticos con los que las personas pueden establecer relaciones y construir o reforzar confianza en capacidad para aportar soluciones es un elemento crítico para implicar a la gente en los esfuerzos de adaptación (Corner, Demski, Steentjes y Pidgeon, 2020).

La agricultura es una actividad fundamental para la vida de las sociedades humanas y es altamente vulnerable a las abruptas alteraciones climáticas y ambientales. Las especies vegetales en general sobreviven a temperaturas que varían de los 0 a los 50 °C, y la producción de cultivos ocurre entre 10 y 41 °C, por lo que niveles extremos constituyen una agresión a las plantas impidiendo su desarrollo y la producción de alimentos (Medina, 2016).

En América Central, el promedio de la temperatura máxima ha sobrepasado en varios grados la óptima para la producción de varios cultivos, lo que llevaría a graves pérdidas si se continúan registrando nuevos aumentos. (Loza et al, 2013).

En lo que respecta al cultivo del café, de acuerdo con del Castillo (2011), las zonas tropicales húmedas y subhúmedas de México, ocupan una cuarta parte de la superficie nacional. Como expresa el Centro de Investigaciones Tropicales (2021), la zona geográfica del trópico mexicano posee los ecosistemas más diversos de la Tierra. Estas zonas poseen un enorme potencial productivo y de mercado (SIAP, 2013). La mayor parte de la producción se genera en el trópico mexicano, dado que esta región presenta condiciones agroecológicas apropiadas para el desarrollo de cultivos perennes (Espinosa et al., 2016). Uno de los principales cultivos perennes es el café, que cuenta con más de 500,000 caficultores localizados en 12 estados del país (Espinosa et al., 2016). Se cultivan 700,000 hectáreas, siendo Chiapas, Veracruz, Puebla y Oaxaca, los principales estados productores, que en conjunto aportan el 89.73 % de la producción (SIAP, 2022).

Los grandes referentes del café mexicano son los estados de Chiapas y Veracruz. Este último se ha mantenido como el segundo productor nacional con el 24 % del total (Granados, 2018). El estado de Veracruz cuenta con 11 regiones con un cultivo fuerte de

café: Huatusco, Zongolica, Atzalán, Chicontepec, Coatepec, Córdoba, Los Tuxtlas, Misantla, Papantla, Tezonapa y Cosautlán (Granados,2018).

Huatusco es uno de los principales municipios productores de café en Veracruz (Granados, 2018). Esta región cuenta con las condiciones adecuadas para el desarrollo de este cultivo, posee una altitud entre 900 y 1500 msnm, una precipitación pluvial de 750 a 3,000 milímetros, temperatura entre 16°C y 22°C (Oijen, Dauzat, Harmand, Lawson y Vaast, 2010). Dicha información es clave para conocer los requerimientos del cultivo en cada etapa fenológica y tomar medidas necesarias para su correcto desarrollo.

Con la información disponible sobre clima se puede generar información agroclimática, dicha información permite conocer además el rendimiento de cultivos perennes como el café. La producción de éste se ve afectada por cambios en los patrones climáticos y por la aparición de fenómenos meteorológicos que coinciden con importantes etapas fenológicas para este cultivo, puesto que es más sensible a variaciones del clima cuando se encuentra en las etapas de floración y al inicio del crecimiento del fruto. En este período están presentes cuatro fenómenos (granizadas, lloviznas, ondas de calor y canícula), que de acuerdo con su intensidad podrían incidir de manera negativa, así mismo, la etapa de maduración y cosecha es impactada por cinco fenómenos (lluvias torrenciales, nortes, lloviznas, heladas y sequía). Si bien el café es más sensible en las dos etapas mencionadas, no debe pasar inadvertido que la maduración, se vería severamente afectada influenciada por temperaturas altas y condiciones de sequía, impactando así en la producción y calidad del grano (Parada, Gómez, Ortiz, Cerdán y Cervantes, 2020).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este trabajo se consideraron tres etapas importantes para el diseño de la estrategia de comunicación basada en un servicio climático: 1) Los estudios de datos de clima y temperatura que constituyeron la base del conocimiento científico de este estudio; 2) la aproximación a la comunidad de cafecultores para conocer sus percepciones, inquietudes y necesidades, que constituyó la base del conocimiento de los saberes comunitarios; 3) la integración de la información en un boletín informativo que integrara las dos perspectivas anteriores y fuese útil y cercano a la realidad de los ponladores de la comunidad.

En la primera etapa se realizó lo siguiente:

1. A partir del MMSC de la OMM, se analizaron sus cinco pilares principales 1. Observaciones y vigilancia con la obtención de datos de diversas fuentes como el SMN y el SIAP; 2. Investigación, modelización y predicción con la búsqueda de pronósticos disponibles en instituciones, como el SMN, Climate Prediction Center e IRI, entre otros; 3. Sistema de información de Servicios Climáticos integración de información del clima y la agricultura; 4. Difusión y socialización de la información obtenida a través de un boletín impreso, a través de las asambleas de cafeticultores y comunicación personal; 5. Participación de agricultores que cuentan con aproximadamente 2.5 ha.

2. Búsqueda de productos de monitoreo y pronóstico, como parte de los cinco pilares del MMSC, se hizo una búsqueda de datos y productos climáticos que proporcionaran información de clima y agricultura.

3. Se obtuvieron datos de precipitación, temperatura y normales climatológicas, con los que se realizaron climogramas para el análisis de clima local.

4. Se obtuvieron y analizaron datos agrícolas en el SIAP para Huatusco y específicamente para el cultivo del café. Se representó la información de manera gráfica con datos de siembra, cosecha y rendimiento.

En lo que compete a la segunda etapa:

1. Se encuestaron a 20 productores de café de la zona centro del estado de Veracruz, que contaban en promedio con 2.5 ha con preguntas claves para conocer sus percepciones, inquietudes, necesidades y también para compartir sus saberes en relación con su cultivo y el clima.

2.- Se analizó la información obtenida y se categorizaron las respuestas por dimensiones de análisis, de tal manera que permitiera identificar las problemáticas asociadas al clima y el cultivo de café y posibles alternativas.

3. Con dicha información se hizo un análisis de las amenazas climáticas para cada etapa del café y se analizó la cadena de valor.

Por último, en la tercera etapa:

1. Con ayuda de la literatura reciente se describieron las etapas fenológicas del café.

2. Se diseñó un mecanismo de comunicación que priorizara las necesidades sentidas de la población en cuanto a los problemas agrícolas en el cultivo de café y a la identificación de las principales etapas de dicho cultivo asociadas al clima. Con ello, se construyó el boletín agroclimático para la zona de Huatusco.

3. Se elaboró un análisis FODA que permitiera identificar las principales fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de nuestro servicio climático.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Marco Mundial de los Servicios Climáticos adaptado a la agricultura

Se presenta el esquema del MMSC adaptado a la información recabada. Para el pilar de investigación, modelización y predicción, se colocó la información encontrada sobre predicción y se consideró la más adecuada en relación con el cultivo en estudio, en el segundo pilar observaciones y vigilancia; se hizo lo mismo, se colocó la información encontrada en los datos que pudieran servir para el sistema climático. El tercer pilar se integró con las páginas web en donde se encontro información, tanto agrícola como del clima. En el cuarto pilar, se dispuso de la estructura que refiere a la interacción de climatólogos con cafeticultores, esto mediante un boletín impreso para dar a conocer la información en reuniones con los productores de café. Por último, el cuarto pilar consta de los usuarios finales en este caso a los cafeticultores.

Climogramas de la región de estudio

Con los climogramas hechos para la región de Huatusco (figura 1) se pueden conocer las características climáticas, tomando la estación del Centro Regional de Huatusco (00030342); la época seca comprende los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, siendo febrero el mes con menos lluvias. Los meses que presentan mayor precipitación son junio, julio, agosto y septiembre, siendo septiembre el mes con más lluvia.

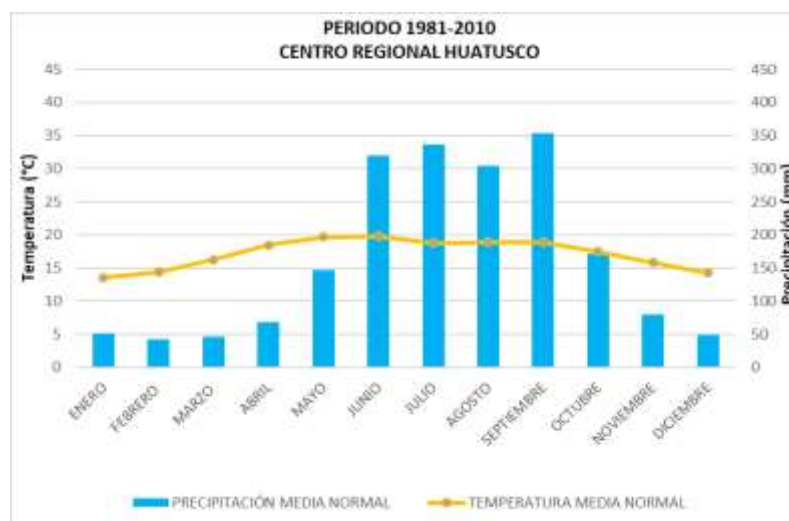


Figura 1 Climograma de Huatusco. Elaborado con datos de la estación de Centro Regional de Huatusco (00030342)

Análisis de datos agrícolas

En la figura 2 se muestra el promedio por año de superficie sembrada de café cereza para Huatusco durante el periodo de 2006 a 2010. De acuerdo a los datos, de 2006 a 2017 el comportamiento es similar, en 2018 se observa una reducción en la cantidad de superficie de café sembrado, pero en 2019 inicia una ligera recuperación en la cantidad de superficie sembrada, pero menor a los valores reportados en el periodo de 2006 a 2017.



Figura 2 Superficie sembrada de café en Huatusco. Elaborado con datos del SIAP.

En lo que se refiere a la cosecha, en la figura 3 se observa que a partir del año 2011 hay una caída en la cosecha/producción de café, valores similares se mantienen hasta 2018 y repunta para 2019.



Figura 3 Promedio anual de superficie sembrada y cosechada para Huatusco. Elaborado con datos del SIAP.

Implementación del servicio climático

Con información de monitoreo del clima, se pueden generar predicciones de éste y proponer y operar un servicio climático que contenga información seleccionada y útil para los cafecultores y para la región de estudio.

Para la implementación del boletín agroclimático se incluyeron mapas de precipitación, que fue la variable que, en el diagnóstico llevado a cabo con los productores de café, marcaron como la más relevante (figura 4), debido a los efectos positivos y negativos que pueden traer al café, dependiendo la fase fenológica en donde se encuentre, en este caso nula precipitación antes de la floración hace que ésta no logre su desarrollo, mientras que precipitación en exceso durante la etapa de floración puede ocasionar la pérdida de la flor del fruto del café. Esto mismo ocurre con la variable de la temperatura, cuando supera valores de 35°C durante un periodo muy largo se produce la marchitación de la planta, pero si la temperatura tiene valores altos, alrededor de 30 a 35° C, durante periodos cortos ayuda a la floración. Se incluiría las probabilidades del fenómeno del Niño, así como también un resumen con las condiciones meteorológicas actuales. Por último, un apartado con recomendaciones.

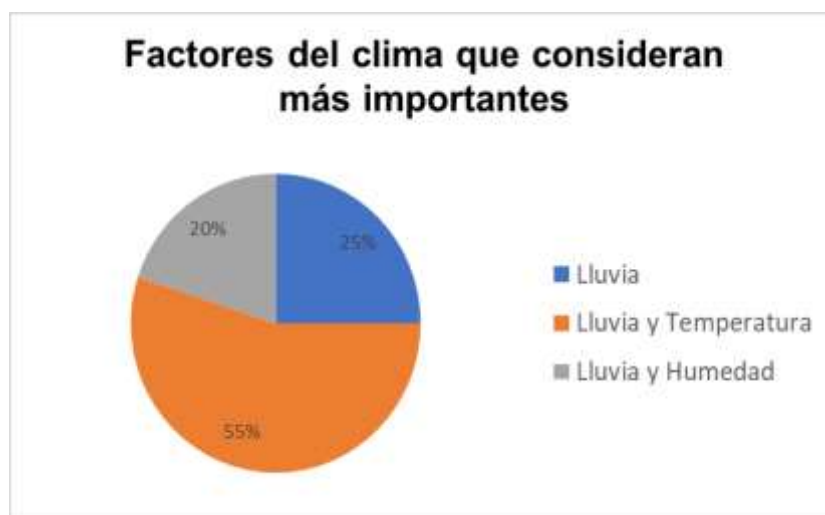


Figura 4 Resultados de encuesta.

Estrategias de entrega de la información

En la región cafetalera de la zona centro de Veracruz, en este caso, para los municipios de Huatusco, el medio más utilizado por donde se informan sobre las condiciones del tiempo y el clima es la televisión, pero es un medio complicado de acceder. Por lo que los medios más fáciles por los que se les pudiera proporcionar la información serían a través

de un medio impreso que llegue a su domicilio, dando a conocer el boletín durante las reuniones de cafetaleros; que se encuentre disponible en internet, ya sea en una página web o redes sociales; mediante una llamada y, por último, con la comunicación personal. También se pudiera considerar un espacio en la radio de la región.

Conjunción climatológica-fenológica del café

La fenología se refiere al desarrollo, diferenciación e inicio de formación de los órganos de las plantas, también conocido como el estudio de fenómenos biológicos periódicos. El conocimiento de la fenología de cualquier cultivo sirve para desarrollar modelos de crecimiento y desarrollo de cultivos, además de ser útil para apoyar la toma de decisiones a nivel de sistemas de producción. De acuerdo con Arcila, Farfán, Moreno, Salazar y Hincapie (2007), el conocimiento de la fenología es muy importante para la apropiada planeación y manejo de prácticas como la fertilización, control de enfermedades, insectos, entre otros (Ramírez, 2014). El ciclo fenológico del café se ha dividido en siete fases (cuadro 1), iniciando con la germinación y almácigo (fase 0) hasta el periodo de reposo/defoliación natural de la planta (fase 6). La duración del ciclo varía de acuerdo con la variedad y las condiciones de la región productiva del país.

Fase 0 Germinación y Almácigo	Fase 1 Crecimiento Vegetativo	Fase 2 Desarrollo y Reposo de Yemas Florales	Fase 3 Floración	Fase 4 Llenado de Frutos	Fase 5 Maduración	Fase 6 Reposo
Marzo	Abril- Septiembre	Octubre- Diciembre	Abril- Mayo	Junio- Octubre	Noviembre- Febrero	Marzo
	Falta de lluvias		Falta de lluvias Lluvias con más de 3 días consecu- tivos	Falta de Lluvias	Falta de Lluvias Heladas Lluvias con más de 3 días consecutivos	Lluvias prolonga- das
	Se limpian las Fincas (actividad)			Se abona la planta (act.)	Se limpian las fincas y cosecha (act.)	Se poda la planta (act.)

Cuadro 1 Fases fenológicas del café con su riesgo climático. Elaborado con datos de Ramírez 2014 y datos de la encuesta.

Conjuntando la información climática, agrícola y la proporcionada por los 20 productores de café, se realizó una tabla en donde por cada fase fenológica del cultivo de café se coloca el riesgo climático al que está expuesto, así mismo, se proponen las actividades a realizar por el productor de café.

Diseño de un servicio climático para agricultura

Lo siguiente es un diseño prototipo del boletín climático. Se hizo siguiendo las necesidades de los usuarios finales (productores de café) y para el cultivo de café.

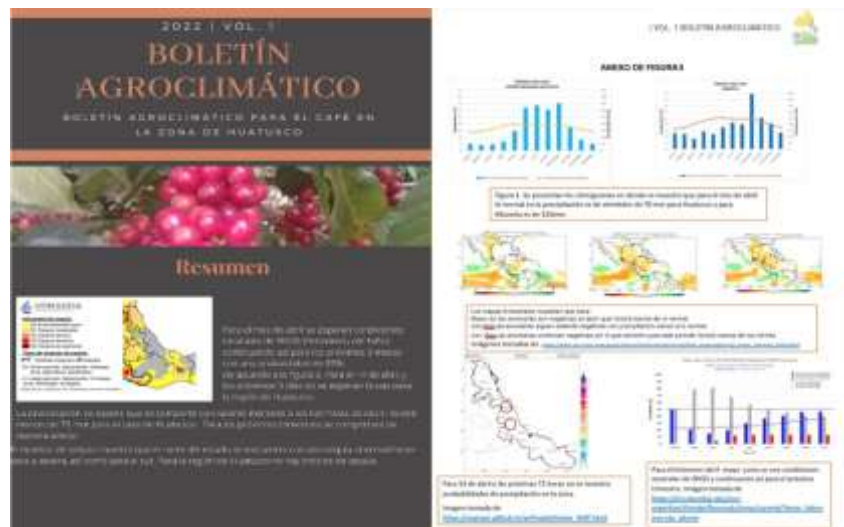


Figura 5 Boletín agroclimático.

Unificando la información climática, agrícola y de productores de café se pudo realizar el prototipo de boletín. A continuación, se presenta un análisis FODA para conocer adecuadamente, desde las fortalezas hasta las amenazas, que pudieran presentarse en el desarrollo del servicio climático.



Figura 6 Análisis FODA

Discusión

La mayoría de los productores encuestados destacaron la necesidad de contar con un sistema climático que provea de información para tomar decisiones con respecto a la planeación agrícola. Aun cuando son conscientes de las amenazas que se avecinan con los efectos adversos generados por el cambio climático, la mayoría de estos productores de café no conocen la utilidad de un servicio climático, tampoco han tenido la oportunidad de contar con este servicio para su región y cultivo, por lo que esta primera experiencia ha sido punto de partida para la comprensión de este fenómeno, el acceso a fuentes científicas a manera de divulgación y vislumbrar acciones que reorienten la forma en cómo han estado cultivando conforme a las distintas etapas fenológicas.

Es por ello que tomando como punto de partida el MMSC, este estudio se centró en caracterizar específicamente la región de Huatusco con el propósito de concientizar en principio a la población del cambio climático en el ambiente y en la producción agrícola, así como, procesar, analizar y poner a disposición información precisa sobre los climogramas de la región para conocer y entender el comportamiento de las lluvias y temperatura. Además de analizar datos agrícolas para comparar con los datos de clima y observar las necesidades del cultivo y tomar acciones tanto remediales como preventivas. Los resultados de este estudio ponen en manifiesto, que, en el ámbito agrícola existe plena consciencia de la problemática que se presenta al hablar de clima. Sin embargo, los productores expresan la necesidad de contar con información precisa y procesada que

conjunte clima y las necesidades del cultivo de café que permita mejorar la producción y cuidar al mismo tiempo el ambiente. El boletín agroclimático generado permitió integrar la información (variaciones de clima y temperatura) para la agricultura en Huatusco, con la finalidad de que los agricultores cuenten con la información necesaria, útil y eficiente para la toma de decisiones.

CONCLUSIONES

El fenómeno del cambio climático no es desconocido en los sectores rurales, pues sus impactos se perciben a nivel global, frente a ello la sociedad se polariza entre quienes se mantienen indiferentes y con sus mismas acciones potencializan sus efectos, hasta quienes concientizados por el problema implementan acciones que intentan contrarrestar las consecuencias. En este marco, distintos caminos pueden tomarse para mitigar los efectos, los cuales van desde “falsas alternativas” como la creación de biocombustibles, hasta propuestas de mayor sensatez como la generación de cultivos agroecológicos, concientización social del problema, información precisa de los cambios de clima y temperatura en los cultivos agrícolas, entre otros.

Los servicios climáticos son un mecanismo de gran importancia para proporcionar información que apoya a la toma de decisiones a los agricultores apoyado del MMSC que es un mecanismo para mejorar la capacidad de la sociedad para adaptarse a los peligros del clima y es una herramienta útil para orientar la elaboración y aplicación de información y servicios climáticos basados en conocimientos científicos para apoyo en la toma de decisiones climáticamente inteligentes.

Un asunto preocupante en el monitoreo del clima, es que a pesar de que existen diversos organismos para tal fin, no contiene información específica para el sector agrícola y sus necesidades, ni para un cultivo en especial. La predicción climática se concentra en países como Estados Unidos principalmente, pero en México no se cuenta con mecanismos que permitan conjuntar la información del clima con información agrícola.

En México los principales referentes en la producción de café son Chiapas y Veracruz, pero no cuentan con información clave para sus agricultores. La zona centro del estado de Veracruz posee la producción más alta de este cultivo, pero carece de información conjunta sobre clima y su impacto en la agricultura que ayude a tomar decisiones.

El sector rural agrícola necesita reducir los riesgos que coloquen en situación vulnerable a los cultivos y por ende la subsistencia de quienes habitan ese territorio, por ello es

conveniente fortalecer la gestión comunitaria de los recursos naturales, mejorar las técnicas de cultivo, así como la prevención de riesgos para afrontar las catástrofes. Experiencias recientes muestran que la forma más eficaz de reducir la pobreza e incrementar la seguridad alimentaria es asegurar que la población rural, particularmente los más pobres, participen en la planificación, así como en la elaboración de políticas y proyectos y realicen los cambios (Loza et al, 2013).

La información del clima (temperatura y precipitación) es de suma importancia para este cultivo. La precipitación es la principal variable que se toma en cuenta para el cultivo de café; los productores reconocen que la falta de lluvias, así como las temperaturas bajas constituyen dos elementos clave que están afectando sus cultivos. Por ello, es necesario contar con información conjunta de clima y agricultura para construir el boletín agroclimático acorde a las necesidades de los productores, así como el seguimiento al servicio climático para actualizar la información de acuerdo a sus inquietudes.

LISTA DE REFERENCIAS

- Agencia Estatal de Meteorología. (2014). *El Marco Mundial para los Servicios Climáticos*. Agencia Estatal de Meteorología-AEMET. Gobierno de España. <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos>
- Alonso, S. (2016). *¿Hablamos de cambio climático?* Editorial Fundación BBVA.
- Arcila J., Farfán F., Moreno A., Salazar L., & Hincapie E. (2007). Sistemas de producción de café en Colombia. *Centro Nacional de Investigaciones de Café*, 21-60. doi:10778/720.
- Belda, F. (2015). Big data y servicios climáticos, un caso de estudio. *Revista de ciencias y humanidades* (14): 118-122.
- Castillo, P. (2011). El trópico mexicano: una potencia productiva. *AAPAUNAM Academia, Ciencia y Cultura* 3(2), 117-118. <https://www.medigraphic.com/aapaunam/>
- Corner, A., Demski, C., Steentjes, K., Y Pidgeon, N. (2020). Engaging the public on climate risks and adaptation: A briefing for UK communicators. Oxford: Climate Outreach.
- Elst, A., & Equipo Climandes de la Oficina Federal de Meteorología y Climatología de Suiza (2018). [El proyecto Climandes: Compartiendo experiencias en el diseño de servicios climáticos adaptados a los usuarios](#). *Organización Meteorológica Mundial*, 67(2).

- Espinosa, J. A., Uresti, J., Vélez, A., Moctezuma, G., Uresti, D., Góngora, S. F., & Inurreta, H. D. (2016). Productividad y rentabilidad potencial del café (*Coffea arabica* L.) en el trópico mexicano. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(8). 2011-2024.
- Granados, A. (2018). [Veracruz, El café del trópico húmedo de México](#). *Essence of Coffee*.
- Heras, F. (2020). Cuatro retos y nueve propuestas para comunicar el cambio climático. En: D. Rodrigo y R. Fernández (coords.) Seminario Respuestas desde la educación y la comunicación al cambio climático. Pp: 119-140. Madrid: Organismo Autónomo Parques Nacionales. MITECO.
- Hewitt, C., Mason, S., & Walland, D. (2012). The Global Framework for Climate Services. *Nature Climate Change*, 2, 831-832. DOI <https://doi.org/10.1038/nclimate1745>. <http://www.nature.com/natureclimatechange>
- Loza, M. y Rivera, M. (2013). *Cambio climático: impactos y previsiones en el medio rural del Estado de México*. Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Medina, G. (2016). *Reporte agrometeorológico, Red de monitoreo agroclimático del estado de Zacatecas*, Editorial Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- NOAA. (2010). Vision and strategic framework. *A climate service in NOAA*, 97. <https://www.noaa.gov/>
- Oijen, M. V., Dauzat, J., Harmand, J. M., Lawson, G., & Vaast, P. (10 de Febrero de 2010). Coffe agroforestry system in Central America: II. Development of a simple process-based model and preliminary results. *Agroforestry Systems*, 361-378. doi:10.1007/s10457-010-9291-1
- Organización Meteorológica Mundial. (2014). [Plan de ejecución del Marco Mundial para los Servicios Climáticos](#).
- Pallmall, A. (2021). *El cambio climático, una amenaza global*. Ediciones Alfar S.A.
- Parada, P.C., Gómez, M.J., Ortiz, G.C., Cerdán, C. R., & Cervantes, J. (2020). Fenómenos meteorológicos y su efecto sobre la producción de café en la zona central de Veracruz. *UVserva* (9), 47-58.
- Paz, A., Montoya, M., Asencio, R. (2013). *Escalando innovaciones rurales*. Editorial Instituto de Estudios Peruanos.
- Centro de Investigaciones Tropicales. Universidad Veracruzana. (s.f.) *¿Por qué investigar el trópico?* <https://www.uv.mx/citro/por-que-investigar-el-tropico/>
- Ramírez, V. H. (2014). La fenología del café, una herramienta para apoyar la toma de decisiones. (S. M. Marín López, Ed.) *Centro Nacional de Investigaciones de Café*, 8. www.cenicafe.org

- Rodrigo, D., Mancinas, R. (2021). *La comunicación del cambio climático, una herramienta ante el gran desafío*. Editorial Dykinson.
- Rodríguez, V. M., Ramos, F. (2017). Agrometeorología: del monitoreo del clima a la agricultura climáticamente inteligente. <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/62390/>
- Servicio Meteorológico Nacional (14 de julio de 2018). [Servicios Climáticos en México](#).
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (Julio, 2016). [Climandes](#). Senamhi Servicios Climáticos para el Desarrollo.
- SIAP. (2013). Trópico húmedo: exotismo y valor. *SIAP INFORMA Una mirada al panorama agroalimentario de México y el mundo*(25). <http://www.campomexicano.gob.mx/boletinsiap/025-e.html>
- SIAP. (2022). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- Tall, A., Coulibaly, J., & Diop, M. (2018). Do climate services make a difference? A review of evaluation methodologies and practices to assess the value of climate information services for farmers: Implications for Africa. *Climate services*, 11, 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2018.06.001>
- Tall A, Njinga JL. (2013). Developing a methodology to evaluate climate services for farmers in Africa and South Asia workshop report. CCAFS workshop held 19-25 May 2013 in Kaffrine, Senegal. Copenhagen, Denmark: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS). <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/33442>