



Efectos del cambio climático en fincas cafetaleras: una revisión bibliográfica con énfasis en Perú

Effects of climate change on coffee farms: A literature review with an emphasis on Peru

Eli Morales Rojas^{1a}; Segundo Chavez Quintana²; Jaris Veneros Guevara³; Edwin Díaz Ortiz⁴; Tito Sánchez Santillan⁵; Magali García Rosero⁶


Instituto de Investigación para el Desarrollo sustentable de Ceja de Selva INDES-CES,
Amazonas¹


Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Perú²³⁴⁶


Universidad Estatal de Montana, Departamento de Ecología, Estados Unidos⁴


Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Loreto, Perú.⁵

 Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-8623-3192>¹

 Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-0946-3445>²

 Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-6981-4078>³

 Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-7213-9552>⁴

 Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3352-341X>⁵

 Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0001-7508-7516>⁶

Recibido: 27 de junio de 2020

Aceptado: 05 de octubre de 2020

Resumen

Los efectos del cambio climático están generando inestabilidad en la agricultura. En este sentido el propósito de este artículo de revisión bibliográfica es dar a conocer los efectos que está causando el cambio climático en fincas cafetaleras de pequeños agricultores de Perú, así como las alternativas de solución. Se concluye que el cambio climático está afectando negativamente a los cultivos de café, a través de la introducción de enfermedades tales como la roya en el año 2013 y 2014 disminuyó la producción de café en 109.500 toneladas (t), el afecto incidió a la variedad de café típica. En consecuencia, las familias han tenido que adaptarse a convivir con la roya, con una tendencia de implementar nuevas parcelas de café, sembradas por encima de los (1500 nsm). Así mismo el precio del café es inestable, para el año 2013-2014 se mantuvo S/ 6.33 a S/ 4.89 por kg.

^aCorrespondencia al autor:

E-mail: eli.morales@untrm.edu.pe

Frente a las dificultades que hubo, el estado peruano ha incentivado a la siembra de café (catimor) desde el 2014 hasta el año 2018, se incrementó en 79.755 hectáreas de cultivo.

Palabras claves: Café, producción, tendencia, cambio climático, Perú.

Abstract

The effects of climate change are creating instability in agriculture. In this sense, the purpose of this literature review article is to publicize the effects that climate change is causing on smallholder coffee farms in Peru and to describe the methods used to determine global warming, as well as alternative solutions. It is concluded that climate change is negatively affecting coffee crops, by the introduction of diseases such as rust in 2013 and 2014 decreased coffee production by 109.500 tons (t), the effect affected the variety of coffee typica. Consequently, families have had to adapt and live with the rust; Thus, new coffee plots have been implemented, planted at higher altitudes (1500 nsm). Likewise, the price of coffee is unstable, for the year 2013-2014 it remained S / 6.33 to S / 4.89 per kg. Faced with the difficulties that existed, the Peruvian state has encouraged the planting of coffee (catimor) from 2014 to 2018, increased by 79,755 hectares of cultivation.

Keywords: Coffee, production, trend, climate change, Peru.

Introducción

El cambio climático está acarreado grandes consecuencias en las actividades económicas de la población y los ecosistemas (IPCC, 2014). A ello se suma la trayectoria de emisiones de gases de efecto invernadero. Siendo los países de América Latina y el Caribe los más afectados (CEPAL, 2014). La incertidumbre por conocer el efecto que tendrá el cambio climático sobre la producción agrícola a nivel mundial y nacional es grande. El cambio climático en los cultivos de café, afecta las zonas empinadas y montañosas, generando cambios en la economía de los pequeños caficultores (Ramírez et al., 2015). Asimismo, estudios de análisis cualitativos muestran que el cambio climático ha ocasionado un incremento de la temperatura, generando variaciones en las precipitaciones (Brigido, 2015). Otros estudios realizados mediante modelos climáticos mencionan que las regiones experimentarán incrementos de temperatura y aumento de eventos climáticos extremos (CEPAL, 2014), donde el sector agropecuario en los países de América Latina y el Caribe son sensibles a estos efectos. El incremento de la temperatura, afectará el cultivo de café y sufrirá una redistribución geográfica, afectando a las zonas de latitudes y altitudes más bajas (Schroth et al., 2009; Ovalle-Rivero et al., 2015).

El cambio climático afectará la distribución, producción y rentabilidad del cultivo de café en América Latina, impactando la economía de los productores (Bunn et al., 2015). Existe diferentes alternativas de solución que demuestran que el uso de la biodiversidad y los servicios

ecosistémicos es una solución al cambio climático, incrementando la producción de calidad (Vignola et al., 2015). En este sentido, Vallejo, Chacón y Cifuentes (2016), hablan de la utilidad de incentivar la mitigación y adaptación, con la finalidad de optimizar procesos desde su planteamiento hasta la implementación, logrando una mayor efectividad en los beneficios. En este contexto, el objetivo fue realizar una revisión bibliográfica de los efectos del cambio climático en café y las alternativas de solución con énfasis en Perú.

Materiales y Métodos

La revisión bibliográfica se realizó durante los meses de abril y mayo del 2020, utilizando la combinación de operadores booleanos y almacenamiento de artículos de revistas de alto impacto (Scielo, Directory of Open Access Journals (DOAJ), ScienceDirect). Y la revisión de publicaciones por el Ministerio del Ambiente (MINAM – PERÚ), Ministerio de Agricultura y Riego del Perú (MINAGRI) y el Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA). La referenciación se realizó con el gestor de referencias bibliográficas (Zotero), de acceso libre y gratuito. Se tuvo en cuenta la fecha de publicación de los artículos, preferentemente la revisión de artículos publicados en los últimos años.

Revisión bibliográfica

Los cambios en fincas cafetaleras años atrás era un asunto manejable, dado que la presencia de enfermedades era baja, sin embargo, las intensas lluvias hacen que haya más humedad, proliferando mayor cantidad de hongos, pérdida de hojas en las plantaciones (Sánchez, 2018). El cambio climático ha traído consecuencias negativas sobre la producción de café, principalmente en plagas y enfermedades que antes no estaban evidenciadas y además han cambiado su comportamiento, volviéndose resistentes a diferentes controladores, generando mayor inversión en productos químicos (Velásquez, 2019).

El cambio climático ha ocasionado el aumento de los costos de producción y la renovación de los cafetales. Esto afecta directamente a las familias que poseen en promedio una hectárea y media de cultivo (Pérez, 2019), en muchas regiones la economía campesina depende del café, sin embargo los últimos tres decenios las consecuencias del cambio climático acarreado el incremento de plagas y enfermedades, el bajo rendimiento; generando la rotación de los cultivos a los 2,300 msnm, lo que antes se cosechaba a los 1,500 m, de altitud (Mora, 2019). La producción de café ha

sido afectada por la variabilidad climática, y la tendencia de los impactos del cambio climático podrían ser más severos con el transcurrir del tiempo, provocando una disminución de cultivos en altitudes más bajas y latitudes más altas, con la probabilidad de disminuir hasta en un 30% de áreas de cultivo del café para el año 2050 (Jha et al., 2011; Baca et al., 2014).

Tendencias observadas del cambio climático en Perú

A consecuencia del cambio climático se estima una caída de entre 8 y 13% de los ingresos esperados económicos por hectárea, incrementándose la probabilidad de elección del café. Como es sabido la producción del café a mayor temperatura, menor nivel de producción (Galindo, 2015; Figueroa, 2018).

El cambio climático afecta negativamente a la canasta familiar, en aquellos agricultores que cuentan con pequeñas áreas de cultivos a diferentes pisos ecológicos, por ello se ven obligados a talar más terrenos, tal ejemplo la zona nororiental que consta de tres regiones, San Martín, Amazonas y Cajamarca. Siendo la región de San Martín la más deforestada por la expansión de cultivos de café y la palma aceitera (Zárate, 2016).

En Amazonas, la pérdida de bosque se concentra en las provincias de Rodríguez de Mendoza (15.197 ha), y Bagua (13.162 ha) (MINAM, 2015). Y ocupa el 83 % de la superficie por monte y bosques, seguido por pastos naturales (5 %), cultivos permanentes (4 %), el café es el principal cultivo permanente (28.377 ha) (INEI, 2012). Cajamarca, sus tierras están compuestas por cultivos permanentes (16%) y purma (12%) y el café es el principal cultivo permanente (62.710 ha) (INEI, 2012). Existe una relación directa entre la expansión de la superficie de café cultivada y la progresión de la deforestación. Debido a al incremento de las temperaturas por encima a los 30 °C, las heladas durante semanas pueden llegar a matar la planta, incidencia de plagas, enfermedades y reducir el rendimiento (Wintgens, 2009). Los vientos fuertes (50 km/h) afectan el café, dañando ramas, hojas, flores, frutos y la erosión de suelos. Es así que el impacto se refleja en la pérdida de la calidad de café en taza (Robiglio, 2017).

Figura 1.

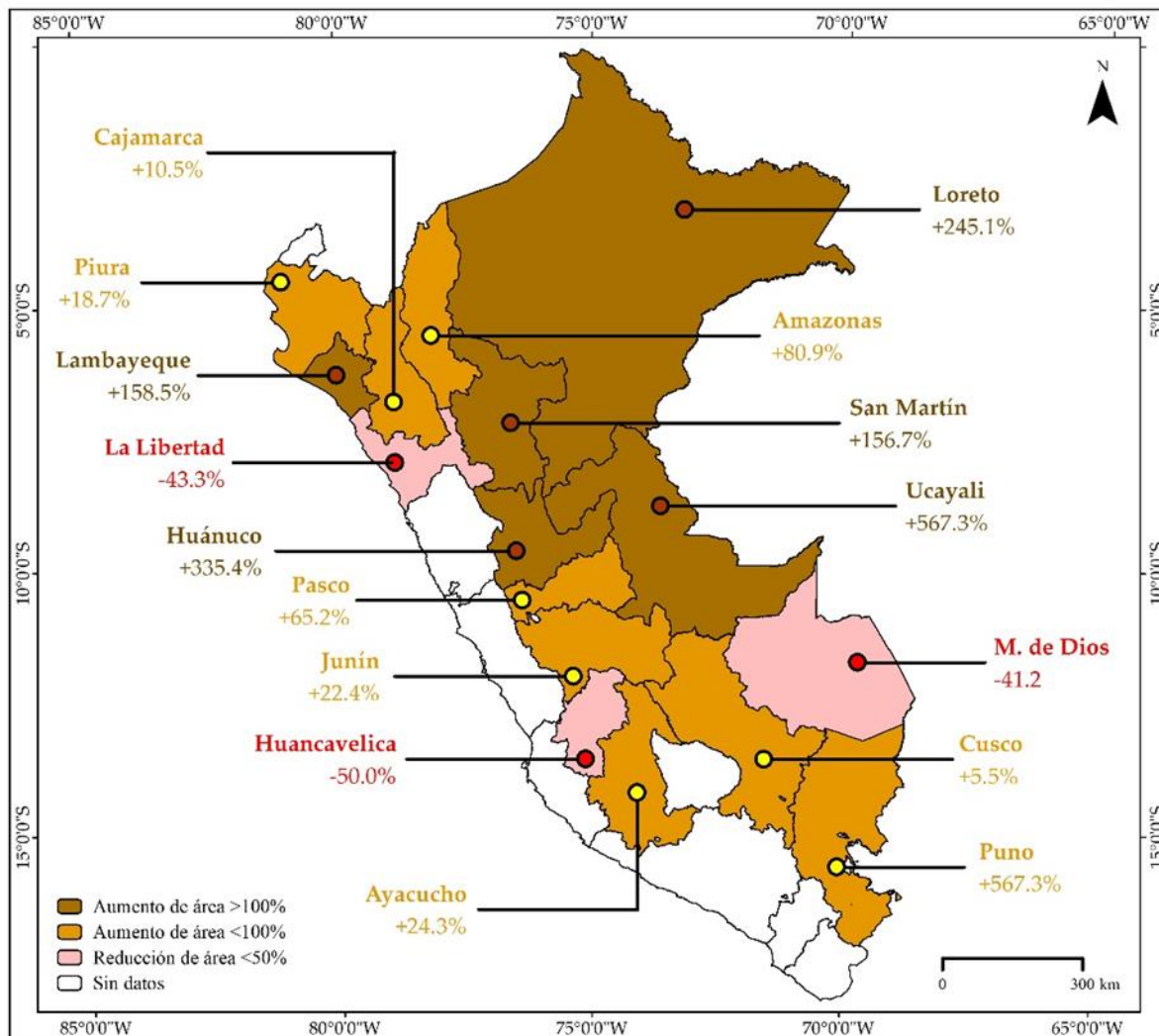


Figura 1. Mapa de distribución geográfica de superficie cultivada de café por regiones. (Aumento de áreas y reducción de áreas).

En la (Figura 1) se observa los cambios por traslación de parcelas de cultivos de café para todas las regiones productoras, evidenciándose una gran disminución en la región de Madre de Dios, Huancavelica y la Libertad. Con respecto a las demás regiones han aumentado el área de cultivo.

Cambio climático en la fenología del café

La fenología es el estudio temporal de las fases que atraviesa un organismo durante su ciclo de vida en las plantas (Bustamante et al., 2015); estudios han resaltado que el cambio climático en

los últimos 30 años ha generado un impacto en la distribución, abundancia, fenología y fisiología de muchas especies (Jarvis et al. 2008). Las altas temperaturas, reducen la fotosíntesis neta en plantas, debido al incremento en las pérdidas de carbono (Wayne, 2002). En el cultivo de café, la distribución de los períodos húmedos y secos y la temperatura son las que determinan las etapas fenológicas, teniendo en cuenta que el período crítico es durante el desarrollo del fruto (Coa et al., 2015).

Enfermedades asociadas al café en Perú

El cambio climático está ocasionando la disminución en el rendimiento del café y en otras oportunidades aumenta la incidencia de las enfermedades tales como la roya, provocando incertidumbre en el calendario agrícola (Altea, 2020; Lechthaler, 2017). El 95% de la producción de café proviene de la variedad arábica y es susceptible a enfermedades de la roya, ocasionando pérdidas hasta del 40% en la producción (Quispe, 2017). La roya ha destruido 94 mil hectáreas de cafeto, teniendo efectos negativos en la producción entre los años 2013 y 2014.

El aumento de la producción café en el 2018 se debe a la inclusión de unas 15 mil hectáreas de cafetales plantadas en el 2015, sumado a ello 10 mil hectáreas nuevas de cafetos. En enero-junio del 2019 se ha logrado producir un volumen 267.8 mil toneladas, 1.2% menor al registrado en el mismo período del 2018 (271 mil toneladas). Es así que, la producción nacional tiene un comportamiento inestable, bajo los efectos climáticos, asociado al ataque de enfermedades. La roya es una enfermedades del café y su agente causal es el hongo biotrófico, parasito que necesita de células vivas para sobrevivir y completar su ciclo de vida (Quispe, 2017). Otra de las enfermedades que ataca al café es el ojo de gallo causado por *Mycena citricolor*, (Granados, 2020). La broca es una amenaza en el fruto del café, y está asociada con la altitud, se incrementa cuando está por debajo de los 1500 msnm (Rebolledo et al. 2016).

Comportamiento de la producción regional en Perú

El comportamiento de la producción regional es muy variado en estos últimos años: San Martín ha aumentado su producción de (34758 a 63893 t) y Junín (33109 a 89837 t), ambas han incrementado su producción. Así también como las demás regiones de Cajamarca (50336 a 63893 t), Amazonas (24227 a 43946 t), Cuzco (26333 a 30754 t), San Martín (34758 a 91423 t) (Puno 6147 a 7784 t), Huánuco (2012 a 10782 t), Junín (33109 a 89837 t), Ucayali (1199 a 8325 t), Pasco

(3182 a 13610 t), Lambayeque (749 a 1748 t), Piura (2048 a 3660 t), y Loreto (72 a 178 t), han aumentado su producción al 2018 (Tabla 1; Figura 2).

Tabla 1

Evolución ascendente de la producción de café pergamino en toneladas por regiones desde el año 2005-2018

Años	Cajamarca	Amazonas	Cuzco	San Martin	Puno	Ucayali	Pasco	Lambayeque	Piura	Loreto	Junín	Huanuco
2005	50336	24227	26333	34758	6147	1199	3182	749	2048	72	33109	2012
2006	55975	35059	44848	39334	7431	1352	6387	485	2621	66	73043	2009
2007	54086	33353	21875	39313	5749	1450	5181	441	2186	82	55582	1949
2008	55689	30205	35623	44473	5784	1702	7900	526	2929	83	82053	2066
2009	57272	31812	20502	48644	6393	1797	5818	406	3079	66	60792	2142
2010	59020	35066	39069	52915	6084	2572	6706	595	2390	44	67790	2168
2011	65051	35528	53548	63757	6452	2963	7847	509	2248	84	86519	2343
2012	64901	38317	35730	68712	7364	3431	9596	431	1915	127	76714	2504
2013	54472	32857	38545	47872	6832	2587	7197	675	2280	140	54837	2854
2014	48682	33123	28426	56823	4750	5650	5434	533	2315	139	30202	3503
2015	46083	35101	18413	82164	6504	5442	6898	863	2677	150	39275	5109
2016	48182	34966	27163	82319	6940	4529	10094	1703	3044	162	46692	7850
2017	62863	38893	26615	91197	7754	4004	11669	1553	4050	171	75100	9427
2018	63893	43946	30754	91423	7784	8325	13610	1748	3660	178	89837	10782
Promedios	56179	34461	31960	60265	6569	3357	7680	801	2674	112	62253	4051

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)- Dirección de Estadística Agraria de la Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP).

Figura 2

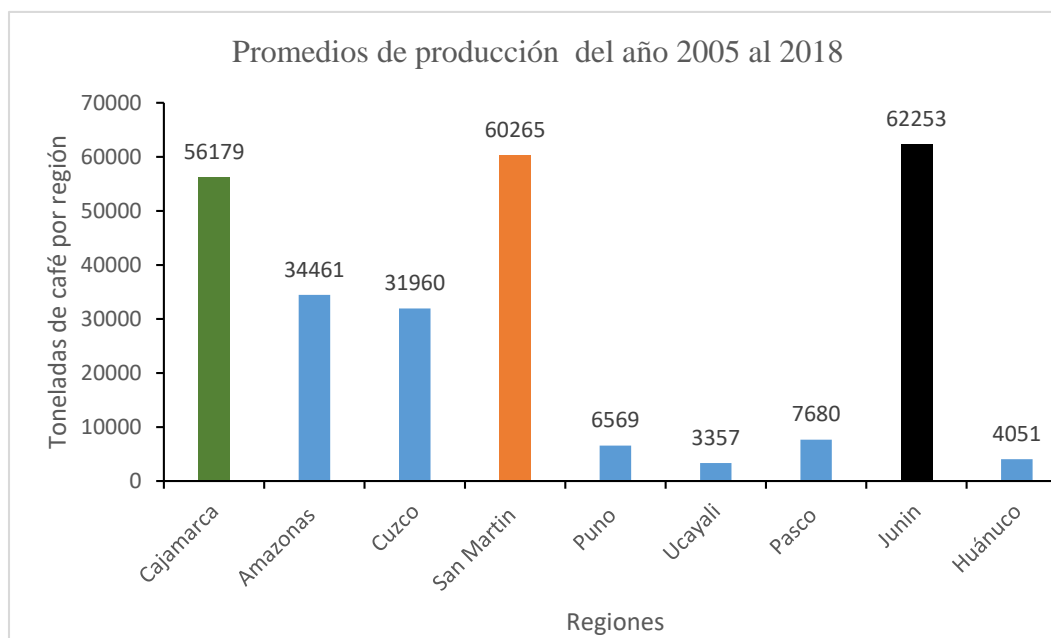


Figura 2. Promedios de producción de las principales regiones productoras (MINAGRI-DGESEP).

Mientras que otras regiones ha disminuido la producción en toneladas entre ellas esta Ayacucho (4110 a 3430 t), Apurímac (2 a 0 t), La Libertad (285 a 225 t), la región Lima evidencia que en el 2014 ha producido unas 60 toneladas. Sin embargo, para el 2018 ha sufrido una disminución a 51 toneladas (Tabla 2; Figura 3).

Tabla 2

Evolución descendente de la producción de café pergamino en toneladas por regiones desde el año 2005-2018

Años	Ayacucho	Huancavelica	La Libertad	Lima	M. de Dios
2005	4110	9	285	0	35
2006	4221	8	303	0	35
2007	4435	6	270	0	33
2008	4423	10	271	0	44
2009	4405	13	301	0	36
2010	4441	8	303	0	29
2011	4373	7	297	0	20
2012	4402	7	301	0	18
2013	4434	7	254	0	16
2014	2273	7	177	69	12
2015	3051	7	188	181	13

2016	3875	12	215	153	14
2017	3781	12	227	155	14
2018	3430	12	225	51	13
Promedio	3975	9	258	44	24

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)- Dirección de Estadística Agraria de la Dirección General de Seguimiento y Evaluación de Políticas (DGESEP).

Figura 3

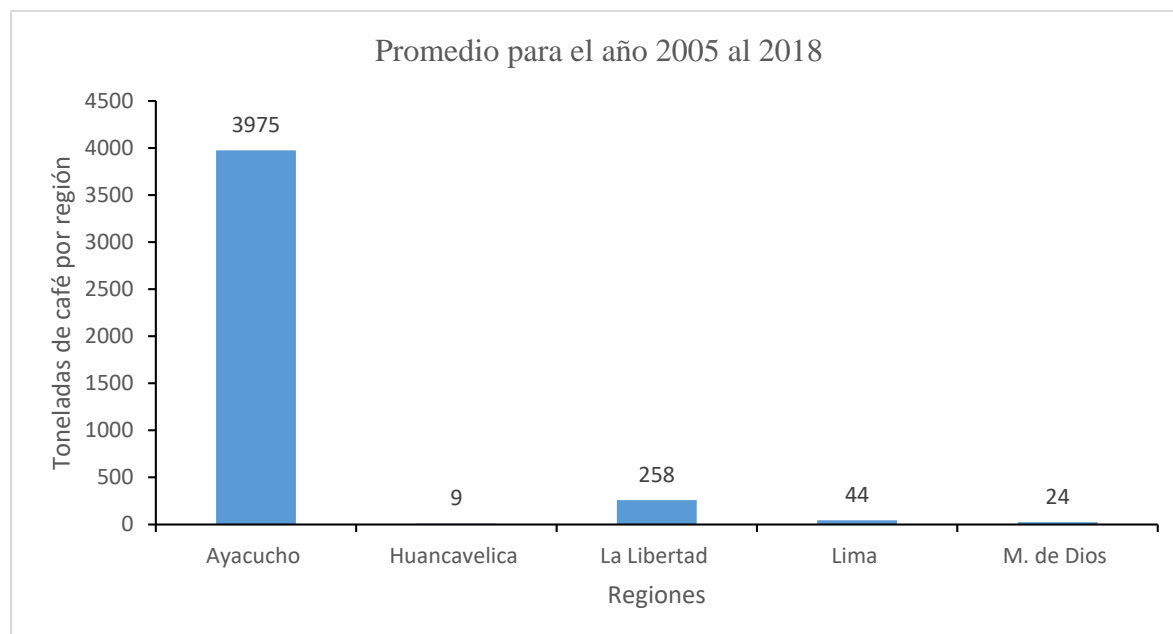


Figura 3. Promedios de producción de las principales regiones que disminuyó la producción de café pergamino (MINAGRI-DGESEP).

Las regiones que disminuyeron notablemente su producción son las que ya no han podido recuperarse después del impacto ocasionado por la roya en el año 2013. Del mismo modo se puede evidenciar que las regiones que se han mantenido en su producción oh han aumentado es debido a la expansión de nuevas parcelas (Zárate, 2016). Del mismo modo, la inestabilidad en los precios del café genera incertidumbre en los agricultores cafetaleros, tal es así que para el año 2011 llego a costar el kilo de café pergamino a 9.2 soles (Figura 4), mientras que para el 2013, disminuyo a 4.89 soles el kilo (Díaz et al, 2018).

Figura 4

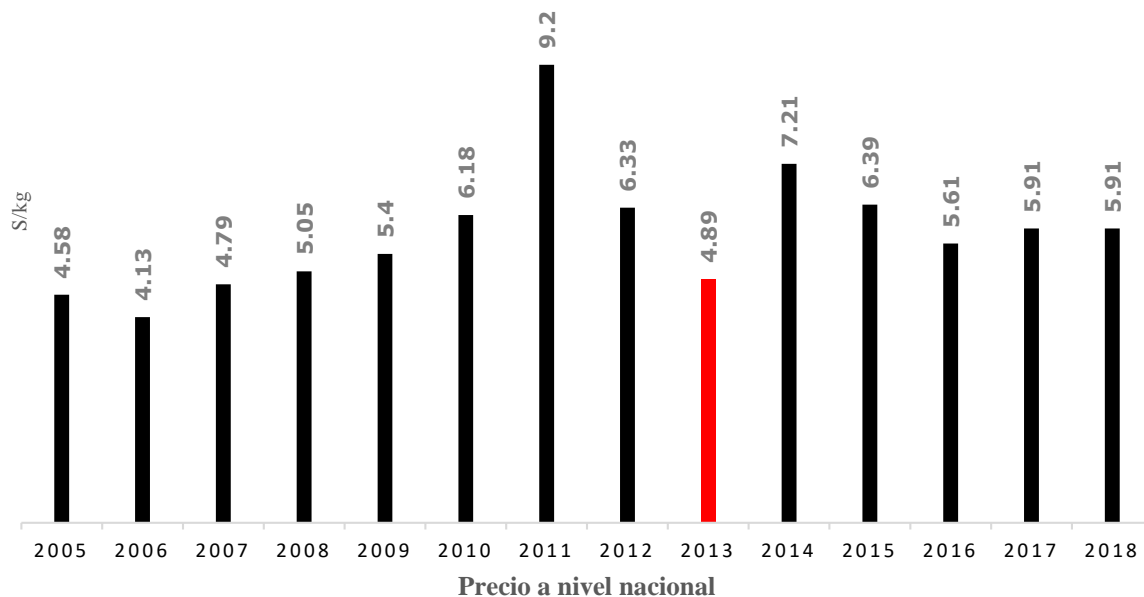


Figura 4. Variación del precio a nivel nacional de café en pergamino 2005-2018 (MINAGRI-DGESEP-DEA).

Métodos de evaluación del efecto del cambio climático

Villers et al. (2009) propuso un método para evaluar los impactos del cambio climático, mediante diagramas ombrotérmicos, relacionando las variables de temperatura y precipitaciones mensuales en las etapas de floración y fructificación del café. Así mismo existen estudios de sistemas complejos, que integran al hombre-naturaleza, mediante la aplicación de la Lógica Difusa, con la finalidad de determinar la vulnerabilidad por el cambio climático (Gómez, 2015). Los estudios de evaluación de impactos provenientes del cambio climático en la agricultura, se realiza en base al modelo HadGEM2-ES para el forzamiento radiativo 8.5 en un futuro cercano, 2015-2039 (Montiel, 2017). La utilización del software ArcGis, para crear mapas de distribución geográfica y calcular áreas de distribuciones actuales, y los cambios climáticos en escenarios futuros para los años 2040, 2060 y 2080 (Quipuscoa, 2019).

Alternativas de solución frente al cambio climático

Para contrarrestar los impactos del cambio climático está en generar prácticas de manera conjunta del medio en donde viven, y compartir conocimientos que puedan ser aplicados por los

productores (Chain, 2019). Las prácticas tecnológicas tales como la introducción de sistemas de riego, el uso de variedades mejoradas y la incorporación de elementos socioculturales y económicos son importantes para lograr un desarrollo sostenible (Gutiérrez, 2008)

Las prácticas agroforestales y agroecológicas son las más adecuadas para la adaptación frente al cambio climático y de fácil adopción por los productores agrícolas, dado que reducen el impacto del cambio climático y los eventos climáticos extremos (Altieri et al., 2015). La sombra de bosques naturales las defensas riverleñas, regula el flujo de cuerpos de agua bajo las condiciones cambiantes de lluvias (Capon et al., 2013), por otro lado conservación de bosques en áreas montañosas ayuda a prevenir la erosión y los deslizamientos (Locatelli et al., 2011). En los últimos cinco años, se reportó que los agricultores de la región San Martín, adaptaron la sombra con especies forestales como respuesta a las presiones de las plagas y enfermedades (Jezer, 2019). Prácticas para mitigar los impactos causado por los vientos es la adopción de cortinas rompe vientos. Mediante la implementación de cercas vivas (Tobar, 2010). El gobierno peruano ha venido promoviendo a las organizaciones cafetaleras para para la producción de café certificados y cafés especiales. Aunando estrategias mediante el acceso a créditos para la renovación de fincas (Libert, 2018), incentivando a la conservación de bosques, evitando la tala en la agricultura.

Conclusiones

El efecto del cambio climático se ve reflejado en agricultores que cultivan por debajo de los 1500 msnm, por el incremento de lluvias con mayor intensidad e inundaciones, enfermedades y la inestabilidad de precio del café. Dando lugar a la apertura de nuevas fincas de café por encima de los 1500 msnm. Se revisó los principales métodos de evaluación de los efectos del cambio climático en café entre ellos tenemos la aplicación de la lógica difusa, diagramas ombrotérmicos que permiten relacionar las variables de temperatura y precipitación. Asimismo, se puede predecir la variabilidad de estudios de proyecciones predictivas de los efectos que puede causar el cambio climático a 50 años, aplicando programas de ArcGIS. Finalmente se promueven plantaciones de sombra en el café, dado proporcionan un refugio a los seres vivientes, a la vez que protegen las plantas de café durante los cambios meteorológicos extremos, estas actúan como barreras para el viento durante las lluvias y tormentas ayudando a reducir la erosión de los suelos.

Referencias

- Altea, L. (2020). Perceptions of climate change and its impacts: a comparison between farmers and institutions in the Amazonas Region of Peru. *Climate and Development*, 12(2), 134-146. doi: <https://doi.org/10.1080/17565529.2019.1605285>
- Altieri, M. A., Nicholls, C. I., Henao, A., & Lana, M. A. (2015). Agroecology and the design of climate change-resilient farming systems. *Agronomy for sustainable development*, 35(3), 869-890. Obtenido de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-015-0285-2>
- Bustamante González, C., Pérez Díaz, A., Rivera Espinosa, R., Martín Alonso, G. M., & Viñals Nuñez, R. (2015). Influencia de las precipitaciones en el rendimiento de Coffea canephora Pierre ex Froehner cultivado en suelos Pardos de la región oriental de Cuba. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 21-27. Obtenido de: http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362015000400003&script=sci_arttext&tlng=en
- Brigido, J. G., Nikolskii, I., Terrazas, L., & Herrera, S. S. (2015). Estimación del impacto del cambio climático sobre fertilidad del suelo y productividad de café en Veracruz, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(4), 101-116. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000400007
- Bunn, C., P. Läderach, O. Ovalle-Rivera, and D. Kirschke. (2015). A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee. *Climatic Change* 129:89-101. doi:10.1007/s10584-014-1306-x
- Baca, M., P. Läderach, J. Hagggar, G. Schroth, and O. Ovalle. (2014). An integrated framework for assessing vulnerability to climate change and developing adaptation strategies for coffee growing families in Mesoamerica. *PLoS One* 9:e88463. doi:10.1371/journal.pone.0088463
- Capon, S. J., Chambers, L. E., Mac Nally, R., Naiman, R. J., Davies, P., Marshall, N. & Catford, J. (2013). Riparian ecosystems in the 21st century: hotspots for climate change adaptation?. *Ecosystems*, 16(3), 359-381. doi: <https://doi.org/10.1007/s10021-013-9656-1>
- CEPAL (2014), La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe: Paradojas y desafíos del desarrollo sostenible, CEPAL, Santiago de Chile. obtenido de: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/37471>
- Chain-Guadarrama, A., Martínez-Rodríguez, M. R., Cárdenas, J. M., Vílchez-Mendoza, S., & Harvey, C. A. (2019). Uso de prácticas de Adaptación basada en Ecosistemas por pequeños cafetaleros en Centroamérica. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 1-18. doi:

<http://dx.doi.org/10.15517/am.v30i1.32615>

- Coa, M.; R. Silva-Acuña; J. Méndez & S. Mundarain. 2015. Fenología de la floración del café var. Catuaí Rojo en el Municipio Caripe del estado Monagas, Venezuela. *IDESIA* (Chile) 33(1):59-67. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292015000100007>
- Díaz-Rodríguez, A., Silva-Jaimes, M. I., & Dávila-Romero, J. C. (2018). Relación entre las buenas prácticas de higiene y la ocurrencia de ocratoxina A en café (*Coffea arabica* L.) orgánico de las principales zonas cafetaleras del Perú. *Scientia Agropecuaria*, 9(2), 177-187. doi: <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2018.02.02>
- Figueroa-Benavente, R., Felix-Quillama, R. E., & Figueroa-Serrano, R. F. (2018). Cambio Climático y Producción del Café en el Valle de la Convención, Cusco: 2000-2016. Obtenido de: <http://13.90.99.62/handle/uglobal/21>
- Galindo, L. M., Alatorre-Bremont, J. E., & Reyes-Martínez, O. (2015). Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *El trimestre económico*, 82(327), 489-519. Obtenido de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2448-718X2015000300489&script=sci_abstract&tlng=en
- Gómez, G., Fernando, L., & Zúñiga Escobar, O. (2015). Methodology for assessing vulnerability to climate change of rural households of Cali hillside districts using fuzzy logic. *Revista de Ciencias*, 19(1), 89-105. Obtenido de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-19352015000100007
- Granados-Montero, M., Avelino, J., Arauz-Cavallini, F., Castro-Tanzi, S., & Ureña, N. (2020). Leaf litter and *Mycena citricolor* inoculum on the American leaf spot epidemic. *Agronomía Mesoamericana*, 31(1), 77-94. doi: <http://dx.doi.org/10.15517/am.v31i1.36614>
- Gutiérrez Cedillo, J. G., Aguilera Gómez, L. I., & González Esquivel, C. E. (2008). Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*, 15(46), 51-87. Obtenido de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352008000100004
- INEI. (2012). IV Censo Nacional Agropecuario 2012. Obtenido de: <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=iv-censo-nacional-agropecuario-2012>
- Jha, S., C.M. Bacon, S.M. Philpott, R.A. Rice, V.E. Méndez, & Läderach, P. (2011). A review of ecosystem services, farmer livelihoods, and value chains in shade coffee agroecosystems. In: W.B. Campbell, and S. López-Ortíz, editors, *Agroecology: Integrating agriculture, conservation and ecotourism: examples from the field-present status and future prospectus*.

- Springer, Dordrecht, HOL. p. 141-208. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-1309-3_4.
- Jarvis, A., Lane, A., Hijmans, R. (2008). The effect of climate change on crop wild relatives. *Agr., Ecosyst. Environm* 126(1):13-23. doi:<https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.01.013>
- Jezeer, R. E., Verweij, P. A., Boot, R. G., Junginger, M., & Santos, M. J. (2019). Influence of livelihood assets, experienced shocks and perceived risks on smallholder coffee farming practices in Peru. *Journal of environmental management*, 242, 496-506. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.04.101>
- Locatelli, B., V. Evans, D.A. Wardell, A. Andrade, and R. Vignola (2011). Forests and climate change in Latin America: linking adaptation and mitigation. *Forests* 2:431-450. doi:10.3390/f2010431
- Lechthaler, F., & Vinogradova, A. (2017). The climate challenge for agriculture and the value of climate services: Application to coffee-farming in Peru. *European Economic Review*, 99, 5-30. doi:<https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2017.06.006>
- Libert-Amico, A., & Paz-Pellat, F. (2018). Del papel a la acción en la mitigación y adaptación al cambio climático: la roya del cafeto en Chiapas. *Madera y bosques*, 24(5). doi: <http://dx.doi.org/10.21829/myb.2018.2401914>.
- MINAM. (2015). Datos de bosque y pérdida de bosque 2001-2015. Recuperado de: <http://geobosques.minam.gob.pe/geobosque/view/perdida.php>
- MINAM. (2016). La conservación de bosques en el Perú (2011-2016). Conservando los bosques en un contexto de cambio climático como aporte al crecimiento verde. Lima: Minam. Obtenido de: <http://www.minam.gob.pe/informesectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/02/11-La-conservaci%C3%B3n-de-bosques-en-el-Per%C3%BA.pdf>
- Mora, J. E. G. (2019). Indicadores bióticos del cambio climático: casos granadilla y café. *Yachay-Revista Científico Cultural*, 8(1), 522-529. doi: <https://doi.org/10.36881/yachay.v8i1.130>
- Montiel-González, I., Martínez-Santiago, S., Santos, A. L., & Herrera, G. G. (2017). Impacto del cambio climático en la agricultura de secano de Aguascalientes, México para un futuro cercano (2015-2039). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 16(1), 1-13. doi: 10.5154/r.rchsza.2017.01.001.
- Ovalle-Rivero, O., Laderach, P., Bunn, C., Obersteiner, M., Schroth, G. (2015). Projected shifts in *Coffea arabica* suitability among major global producing regions due to climate change, *Plos*

- One* 10(4): 1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0124155>
- Pérez-Pérez, E. F., & Villafuerte-Solís, D. (2018). Efectos del mercado desregulado sobre los campesinos productores de café de Los Altos de Chiapas: el caso de UCIPA. *LiminaR*, 16(1), 134-149. doi: <http://dx.doi.org/10.29043/liminar.v16i1.569>.
- Quipuscoa-Silvestre, V., Dillon, M. O., Treviño-Zevallos, Í., Balvin-Aguilar, M., Mejía-Rios, A., Ramos-Aranibar, D., & Montesinos-Tubée, D. (2019). Impacto de los cambios climáticos y uso de suelo, en la distribución de las especies de géneros endémicos de Asteraceae de Arequipa. *Arnaldoa*, 26(1), 71-96. doi: <http://dx.doi.org/10.18781/r.mex.fit.1612-7>.
- Quispe-Apaza, C. S., Mansilla-Samaniego, R. C., López-Bonilla, C. F., Espejo-Joya, R., Villanueva-Caceda, J., & Monzón, C. (2017). Diversidad genética de *Hemileia vastatrix* de dos zonas productoras de café en el Perú. *Revista mexicana de fitopatología*, 35(3), 418-436. doi: <http://dx.doi.org/10.18781/r.mex.fit.1612-7>
- Ramírez, C., Daza, J., & Peña, A. J. (2015). Tendencia anual de los grados día cafeto y los grados día broca en la región andina ecuatorial de Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), 51-63. doi: https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:379.
- Rebolledo, W., Luis, M. L., Peña, A. S. & Rodríguez, I. (2016). Regulación biológica de *Hypothenemus hampei* (Ferrari) en café (*Coffea arabica* L.) con el uso de estrados vegetales en el municipio Junín, Táchira. *Universidad & Ciencia* 5(2). Obtenido de: <http://revistas.unica.cu/index.php/uciencia/article/view/244>
- Robiglio, V., Baca, M. G., Donovan, J., Bunn, C., Reyes, M., Gonzáles, D., & Sánchez, C. (2017). Impacto del cambio climático sobre la cadena de valor del café en el Perú. https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Impacto+del+cambio+clim%C3%A1tico+sobre+la+cadena+de+valor+del+caf%C3%A9+en+el+Per%C3%BA.&btnG=
- Schroth, G., Laderach, P., Dempewolf, J., Philpott, S., Hagggar, J., Eakin, H., Castillejos, T., Garcia, M.J., Pinto, L.S., Hernandez, R., Eitzinger, A., & Ramirez-Villegas, A. (2009). Towards a climate change adaptation strategy for coffee communities and ecosystems in the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 14(7): 605-625. doi: <https://doi.org/10.1007/s11027-009-9186-5>.
- Sánchez-Castillo, V., Avendaño-Pizo, Y., Gaviria-Astudillo, A., & Gómez, C. (2018). Cambio climático y café (*Coffea arábica*) en Acevedo, Huila: una lectura desde sus cultivadores. *I+ D Revista de investigaciones*, 12(2), 59-69. Obtenido de:

<http://udi.edu.co/revistainvestigaciones/index.php/ID/article/view/187>

- Tobar, D. E., & Ibrahim, M. (2010). ¿ Las cercas vivas ayudan a la conservación de la diversidad de mariposas en paisajes agropecuarios?. *Revista de Biología Tropical*, 58(1), 447-463. https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442010000100032
- Vignola, R., C.A Harvey, P. Bautista-Solis, J. Avelino, B. Rapidel, C. Donatti, and R. Martinez. (2015). Ecosystem-based adaptation for smallholder farmers: Definitions, opportunities and constraints. *Agric. Ecosyst. Environ.* 211:126.132. doi:10.1016/j.agee.2015.05.013.
- Vallejo, C., Chacón, M., & Cifuentes, M. (2016). Sinergias entre adaptación y mitigación del cambio climático (SAM) en los sectores agrícola y forestal. Concepto y propuesta de acción. Turrialba, Costa Rica: CATIE-USAID. Obtenido de: http://201.207.189.89/bitstream/handle/11554/8249/Sinergias_entre_adaptacion_y_mitigacion.pdf?sequence=7&isAllowed=y
- Villers, L., Arizpe, N., Orellana, R., Conde, C., & Hernández, J. (2009). Impactos del cambio climático en la floración y desarrollo del fruto del café en Veracruz, México. *Interciencia*, 34(5), 322-329.obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/339/33911403004.pdf>
- Velásquez, O., Yesenia, N., & Pombo, O. A. (2019). La evolución tecnológica y la percepción de la calidad ambiental de los caficultores de El Águila, Valle del Cauca, Colombia. *Frontera norte*, 31. Doi: <http://dx.doi.org/10.33679/rfn.v1i1.1988>.
- Wayne, H. (2002). Implications of atmospheric and climatic change for crop yield and water use efficiency. *Crop Science*, 42(1):131- 140. doi: <https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1310>
- Wintgens, J. N. (2004). Coffee: Growing, Processing, Sustainable Production. A Guidebook for Growers, Processors, Traders, and Researchers. Weinheim, Alemania: Wiley-VCH Verlag. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20053043070>.
- Zárate-Malpica, A. H., & Miranda-Zambrano, G. A. (2016). Impacto del cambio climático en la seguridad alimentaria en zonas campesinas vulnerables de los Andes del Perú. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 7(1), 71-82. obtenido de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000100071.