

Adaptación al cambio climático en América Latina: de lo inevitable a lo sostenible

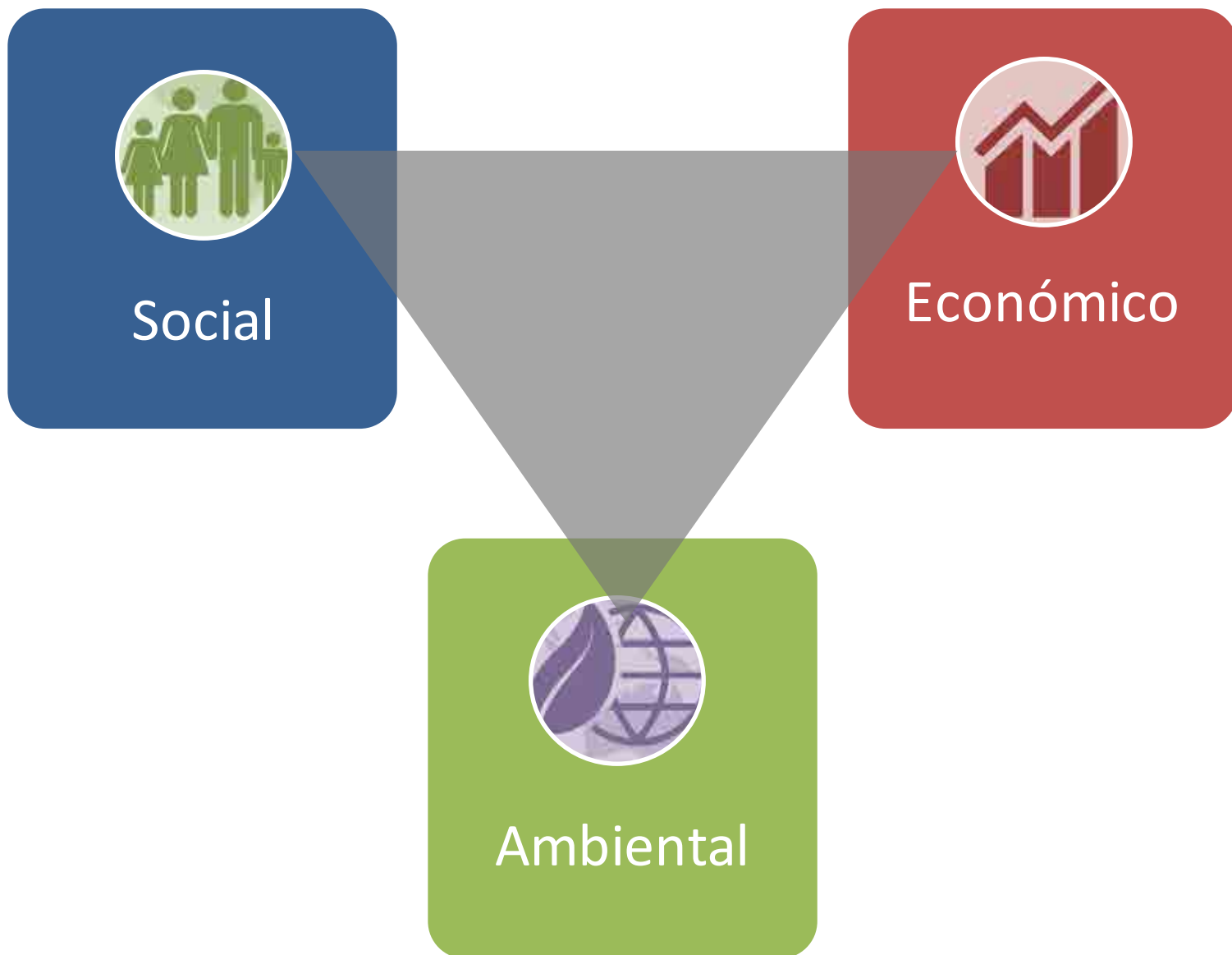


UNITED NATIONS



Luis Miguel Galindo
Unidad de Cambio Climático
División de Desarrollo Sostenible y
Asentamientos Humanos
Comisión Económica para América Latina y el Caribe

Desarrollo Sostenible



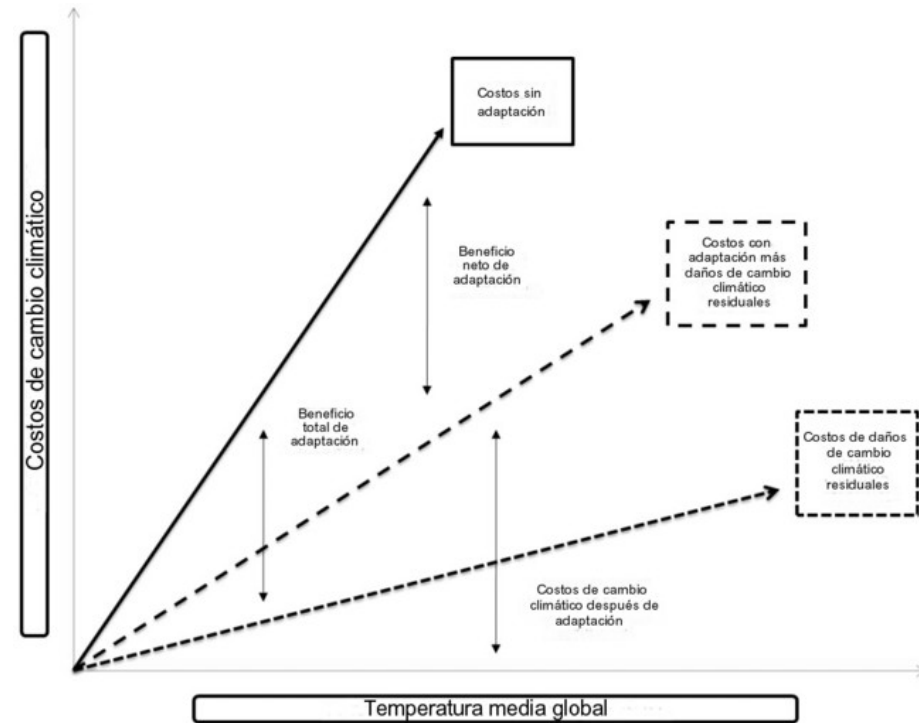
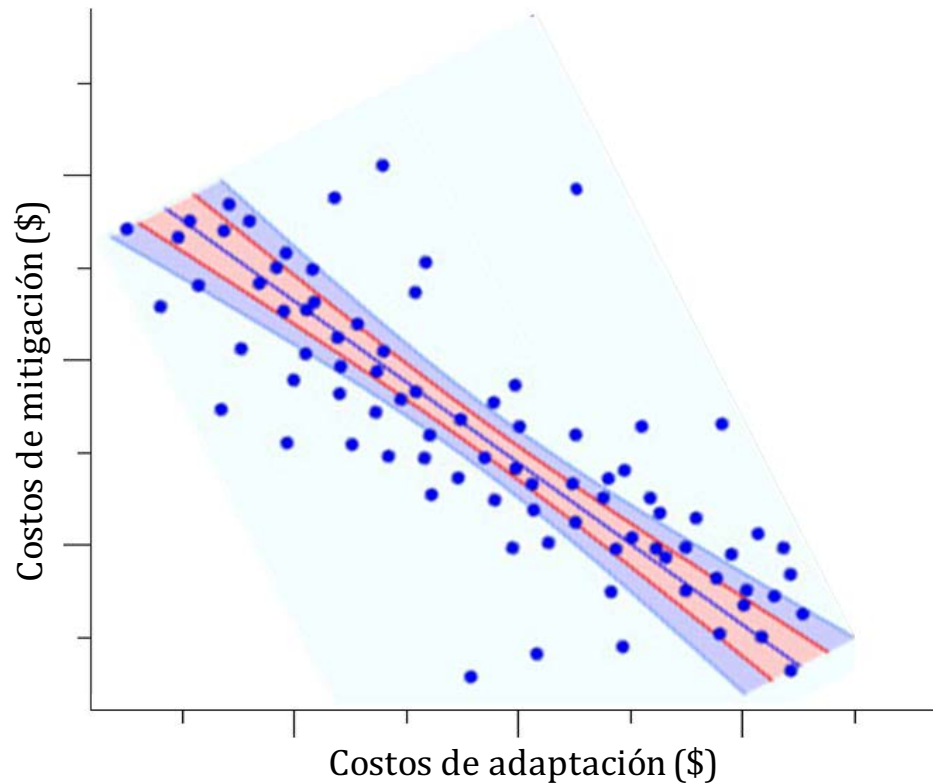
Adaptación al cambio climático

- Un proceso de adaptación incluye cualquier ajuste deliberado en respuesta a las nuevas condiciones climáticas, sean estas reales o esperadas (Agrawala y Fankhauser, 2008; IPCC, 2007b).
- Procesos complejos, difíciles de identificar y medir.
- Los procesos de adaptación en su mayoría han sido medidas reactivas (desastres naturales, modificación en los patrones agrícolas).
- Pueden generar daños residuales o ineficiencias





Costo de adaptación al cambio climático



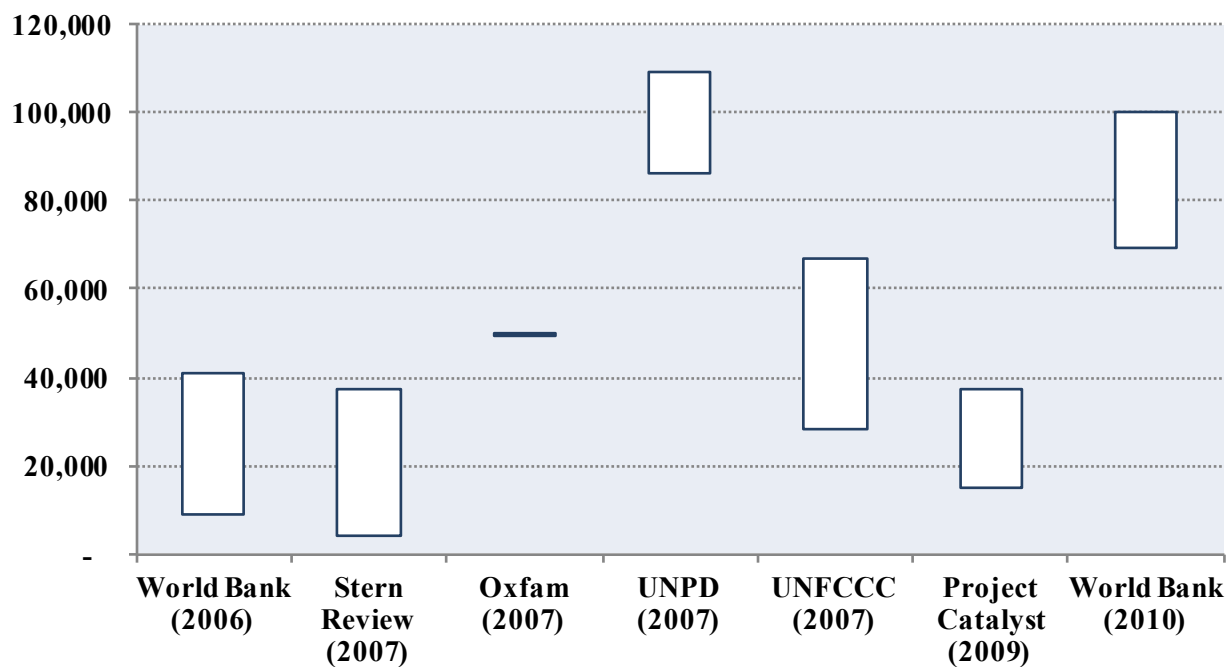
Procesos de adaptación

- Las medidas de adaptación se pueden clasificar dependiendo distintos criterios:

Criterio	Tipo de adaptación
Intención	Autonomo o planeado
Secuencia (timing)	Preventiva o reactiva
Horizonte temporal	Corto plazo o largo plazo
Alcance geográfico	Regional o Nacional
Funciones/efectos	Retirarse, acomodarse, protegerse o prevención

Costos de adaptación en los países en desarrollo

Ranges estimated of costs of adaptation for developing countries
(Million dollars per year)

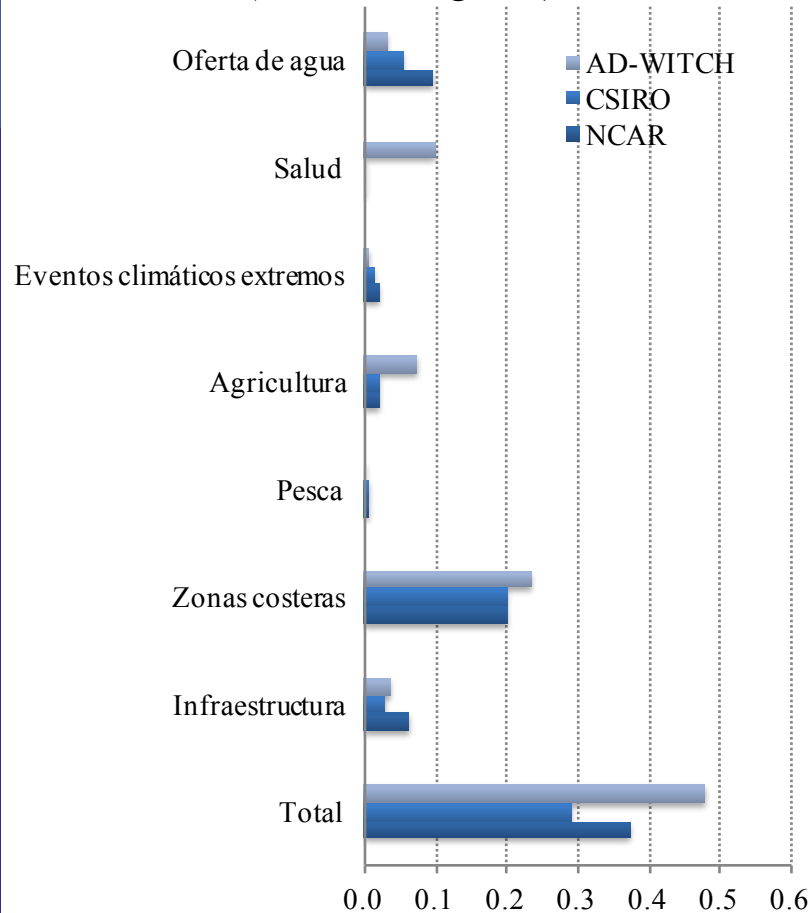


Source: ECLAC.

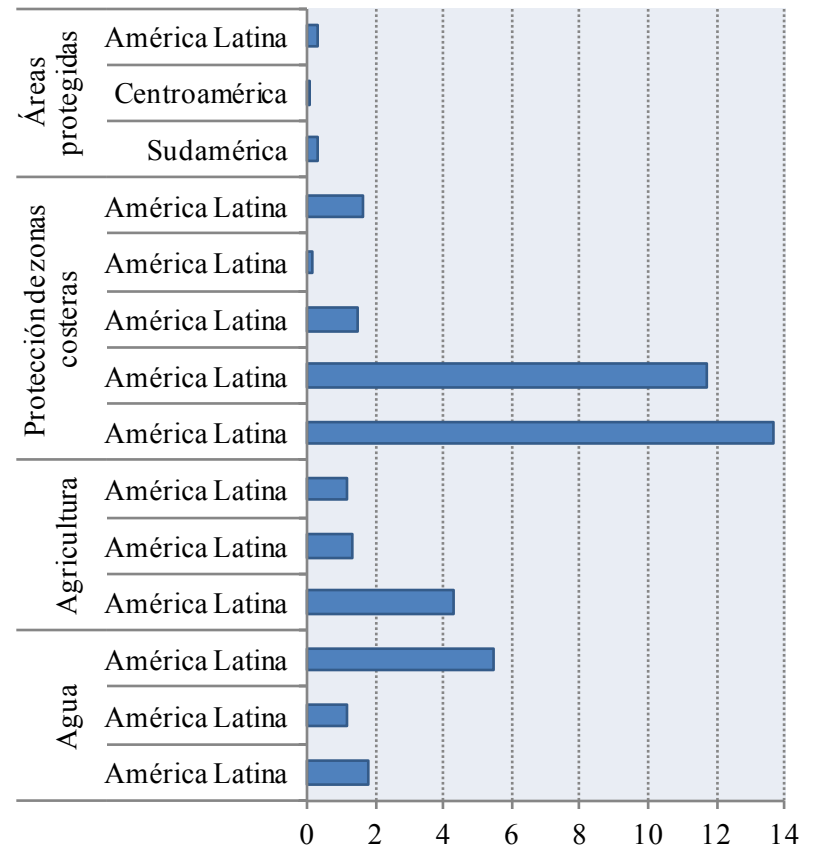
Notes: World Bank (2006), Stern Review (2007) and Oxfam (2007) studies are costs at the present time. UNPD (2007) are cost to 2015. UNFCCC (2007) and Project Catalyst (2009) are cost to 2030. World Bank (2010) are cost to 2050.

Costos de adaptación en ALC

Costos anuales promedio de adaptación para América Latina y el Caribe
(% del PIB regional)



Costos anuales promedio de adaptación por sector. Estudios seleccionados
(Miles de millones de dólares)



Medidas de adaptación

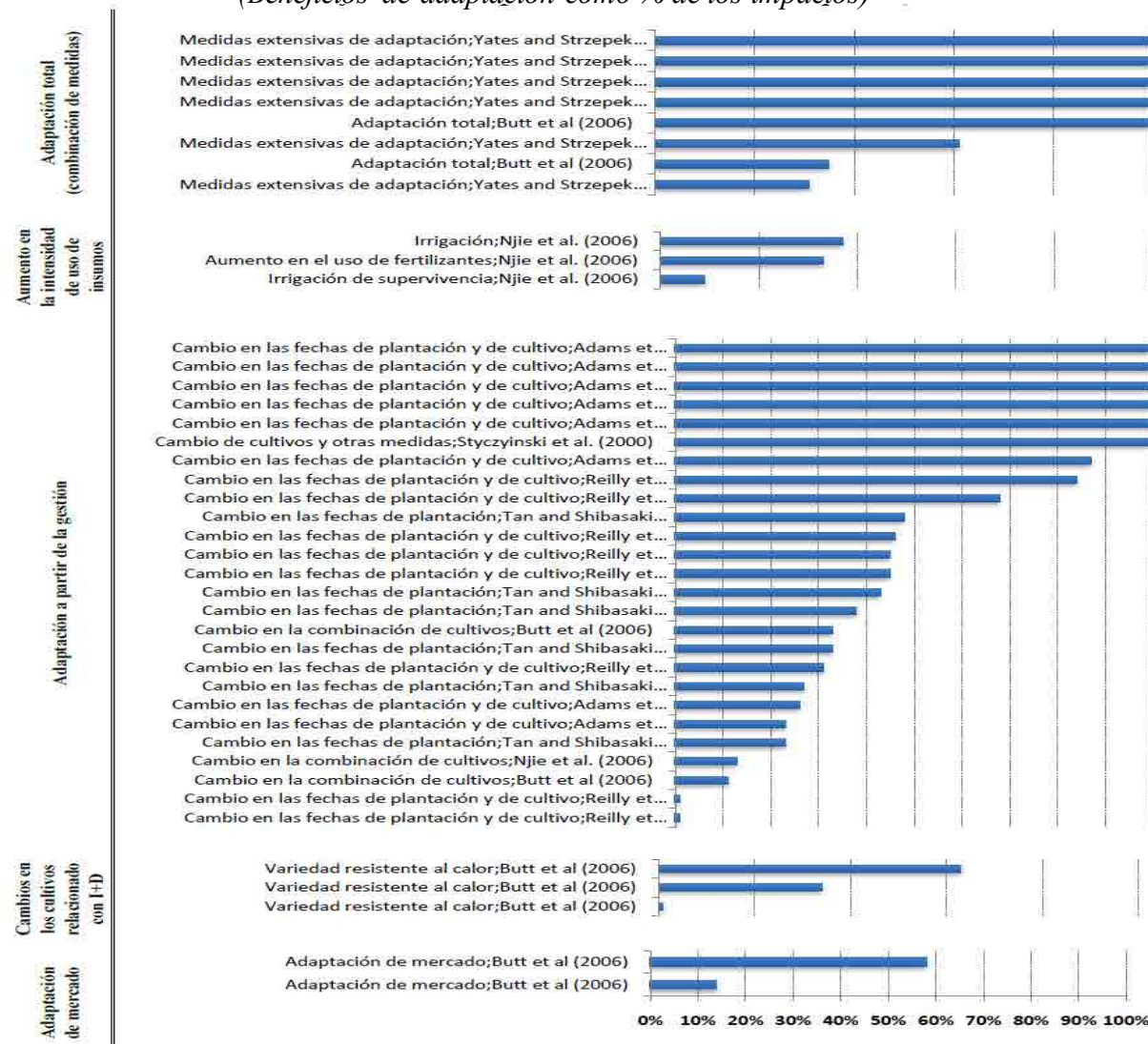
Medidas de adaptación en la agricultura	
I. Producción	a. Mezcla de cultivos y ganadería b. Desarrollo de nuevos cultivos c. Cambio en la producción y las prácticas de las granjas d. Expansión de tierras cultivables e. Cambios en la distribución espacial agrícola f. Aprovechamiento de las características topográficas g. Intensificación del uso de insumos: fertilizantes, riego h. Adopción de nuevas tecnologías
II. Prácticas de gestión	a. Diversificación de los ingresos y de las actividades b. Gestión del agua c. Innovaciones en la gestión d. Cambio en la temporización de las operaciones e. Gestión financiera f. Diversificación de las empresas
III. Políticas públicas	a. Programas de aseguramiento b. Infraestructura c. Programas de asistencia d. Políticas comerciales
IV. Sociedad	a. Investigación b. Sistemas de información c. Conciencia
Medidas de adaptación en el sector salud	
I. Individual	a. Mejoramiento de la salud en general b. Aire acondicionado c. Inclusión de programas de capacitación en salud pública, respuesta ante emergencias y programas de prevención y control d. Mejorar la capacidad adaptativa de los diferentes grupos sociales
II. Políticas públicas	a. Redes de seguridad social b. Normas de construcción c. Mejoras en la infraestructura de salud pública d. Sistemas de alerta temprana para identificar la presencia de enfermedades infecciosas e. Redes de monitoreo para la prevenir a la población sobre la ocurrencia de olas de calor f. Diseño de sistemas de atención y prevención de desastres naturales g. Mejora de la salud pública h. Programas de lucha contra vectores i. Programas de erradicación de enfermedades j. Programas de educación para la salud
III. Investigación	a. Investigación y desarrollo en control de vectores b. Vacunas c. Erradicación de enfermedades

Medidas de adaptación (cont.)

Respuestas de adaptación ante el alza del nivel del mar	
a.	Diques y barreras
	b. Códigos de construcción y edificios robustos ante inundaciones
	c. Planificación del uso de suelo delimitación de zonas de riesgo
	d. Ordenamiento territorial
	e. Realineación y prohibición planificada, defensas duras
	f. Alimentación / gestión de sedimentos
	g. Defensas costeras
	h. Alimentación de playas
	i. Límites de construcción
	j. Barreras de intrusión de agua salada
	k. Uso más eficiente del agua
	l. Inyección de agua dulce
	m. Actualizar los sistemas de drenaje
	n. Pólderes
	o. Cambio de uso de la tierra
Medidas de adaptación para el sector hídrico	
I.	Medidas sobre la oferta de agua
a.	Fuentes de mejora
	i. Construcción de nueva capacidad de almacenamiento
	ii. Exploración y extracción de agua subterránea de forma sostenible
	iii. Reducción de las pérdidas (control de fugas, tuberías de conservación)
	iv. Eliminación de especies invasoras del almacenamiento de agua
	v. Recolección de agua de lluvia
	vi. Transferencias de agua
	vii. Gestión de riesgos para hacer frente a variabilidad de las precipitaciones
	viii. Asignación del agua (por ejemplo, municipales frente a la agricultura)
	ix. Desalinización
II.	Medidas sobre la demanda de agua
a.	Reducción de la demanda
	i. Permisos sobre el agua
	ii. Precios del agua

Medidas de adaptación

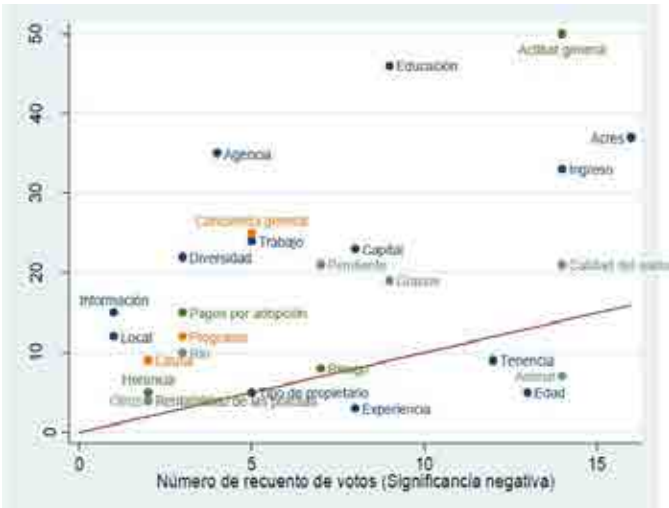
Efectividad de las medidas de adaptación en la agricultura en estudios seleccionados (Beneficios de adaptación como % de los impactos)



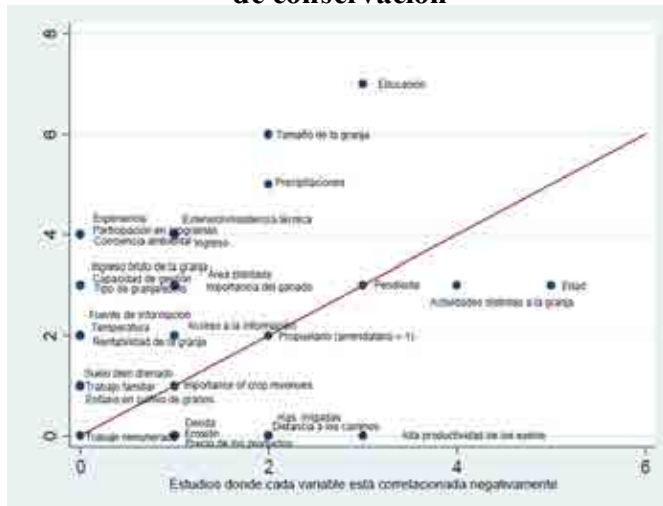
Fuente: Galindo y otros (2013) basado en Butt, et al. (2006); Reilly, et al. (2001); Njie, et al. (2006); Tan and Shibasaki (2003); Adams, et al. (2003).

Medidas de adaptación (cont.)

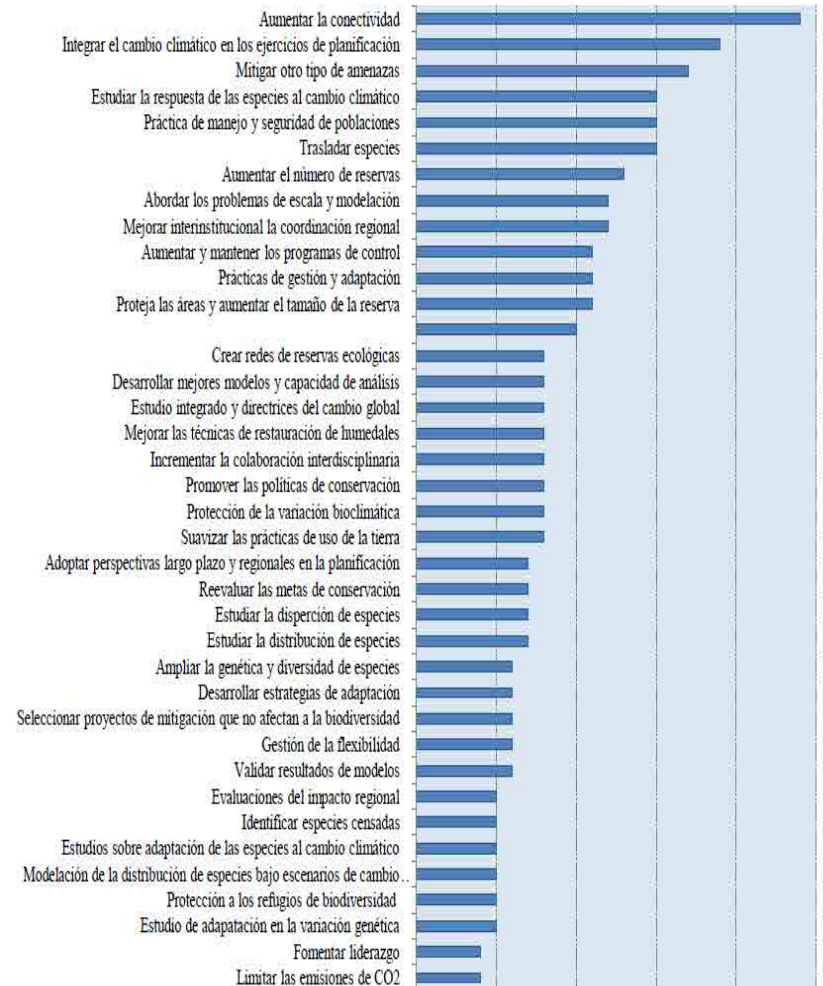
Determinantes de mejores prácticas de gestión en la agricultura en los Estados Unidos, selección de estudios



Factores que influyen en la adopción de agricultura de conservación



Recomendaciones de adaptación al cambio climático para la gestión de la biodiversidad: (numero de veces citado)



Medidas de adaptación en los sectores hídrico y zonas costeras

Sector hídrico



Zonas costeras



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la revisión de literatura.

Nota: Los polígonos concéntricos denotan el número de artículos, por ejemplo, las políticas relacionadas al uso eficiente del agua fueron evaluadas en 5 documentos, de los cuales, 3 la categorizan como política 'sin arrepentimiento' y 1 enlista sus co-beneficios. No se identificaron ejercicios de jerarquización de políticas de mitigación.

Nota: Los polígonos concéntricos denotan el número de artículos, por ejemplo, las políticas relacionadas a la construcción de defensas costeras fueron evaluadas en 5 documentos, de los cuales, 2 la categorizan como política 'sin arrepentimiento' y 1 enlista co-beneficios. No se identificaron ejercicios de jerarquización de políticas de mitigación.

Medidas de adaptación en los sectores conservación de la naturaleza y salud

Conservación de la naturaleza



Salud



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la revisión de literatura.

Nota: Los polígonos concéntricos denotan el número de artículos, por ejemplo, las políticas relacionadas a la reforestación y mezcla de especies de árboles fueron evaluadas en 3 documentos, de los cuales, 1 menciona sus co-beneficios. Se identificaron 5 evaluaciones para políticas de mitigación.

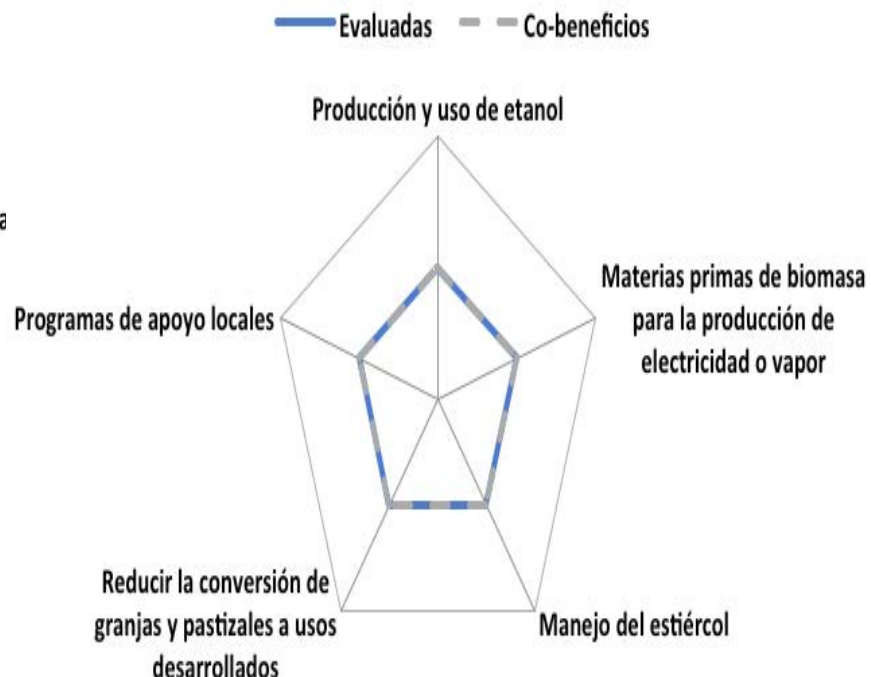
Nota: Los polígonos concéntricos denotan el número de artículos, por ejemplo, las políticas relacionadas a programas de salud pública fueron evaluadas en 2 documentos, de los cuales, 1 la cataloga como 'sin arrepentimiento'. Se identificaron 4 evaluaciones para políticas de mitigación.

Medidas de adaptación y mitigación en el sector agropecuario

Adaptación



Mitigación

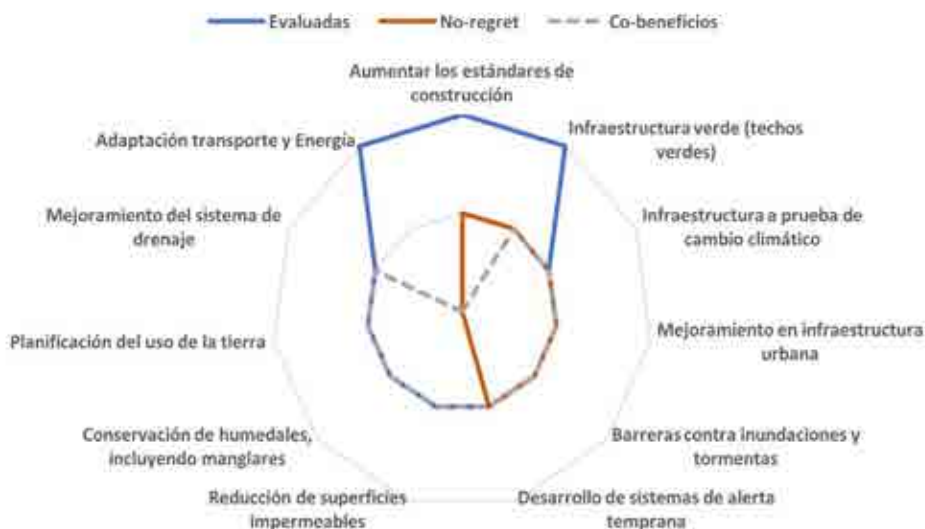


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la revisión de literatura.

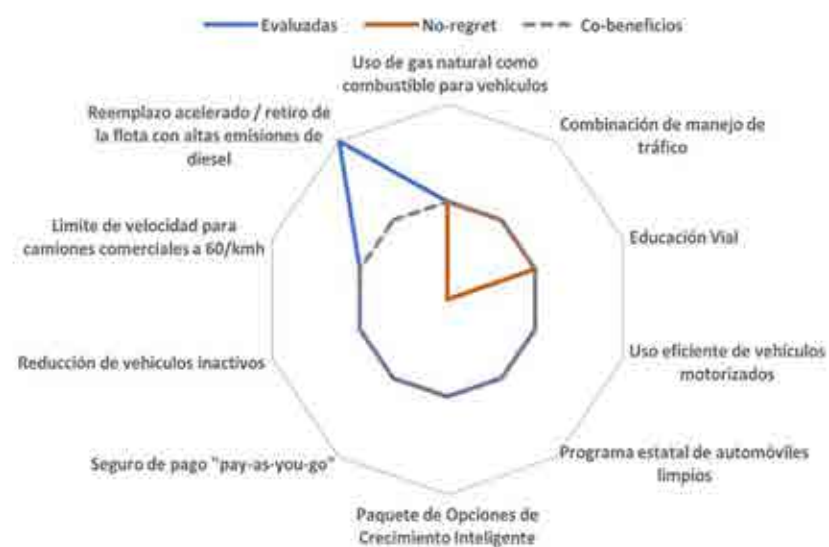
Nota: Los polígonos concéntricos denotan el número de artículos, por ejemplo, en el panel 1.A los sistemas de riego fueron evaluados en 5 documentos, de los cuales, 2 la categorizan como política 'sin arrepentimiento'.

Medidas de adaptación en Infraestructura y Medidas de mitigación en transporte

Adaptación en Infraestructura



Mitigación en Transporte



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la revisión de literatura.

Nota: Los polígonos concéntricos denotan el número de artículos, por ejemplo, las políticas relacionadas a techos verdes fueron evaluadas en 2 documentos, de los cuales, 1 la cataloga como 'sin arrepentimiento' y menciona sus co-beneficios. Se identificaron 2 evaluaciones para políticas de mitigación.

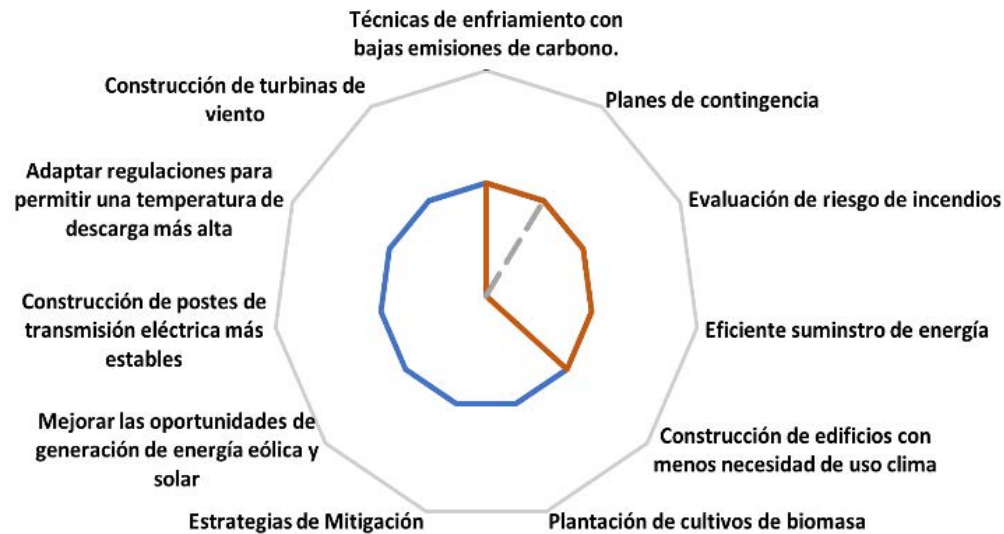
Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la revisión de literatura.

Nota: Los polígonos concéntricos denotan el número de artículos, por ejemplo, las políticas relacionadas el retiro de flota con altas emisiones fueron evaluadas en 2 documentos, de los cuales, ninguno la cataloga como 'sin arrepentimiento' a pesar de mencionar sus co-beneficios. No se identificaron ejercicios de jerarquización de políticas de adaptación.

Medidas de adaptación y de mitigación en el sector energía

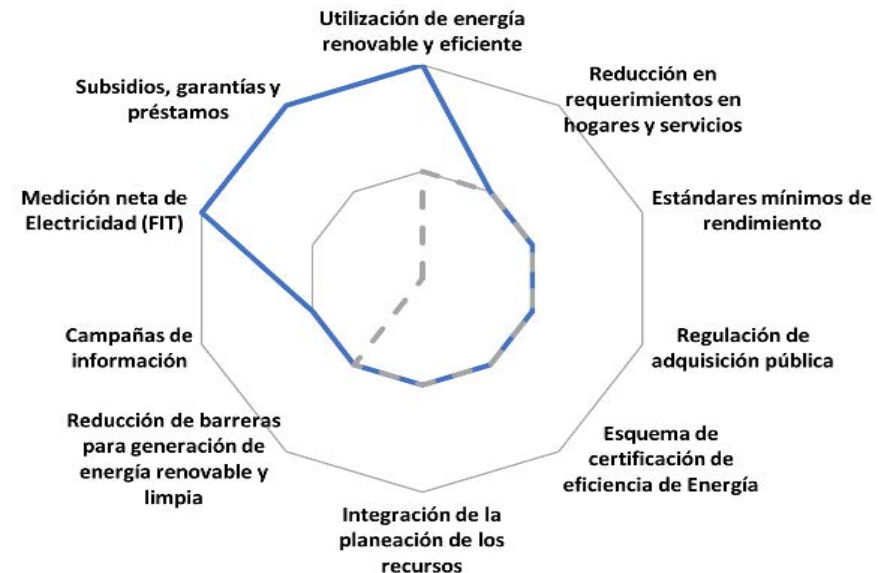
Adaptación

— Evaluadas — No-regret — Co-beneficios



Mitigación

— Evaluadas — Co-beneficios



Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la revisión de literatura.

Nota: Los polígonos concéntricos denotan el número de artículos, por ejemplo, las políticas relacionadas a la utilización de energía renovable fueron evaluadas en 2 documentos, de los cuales, ninguno la cataloga como 'sin arrepentimiento' a pesar de mencionar sus co-beneficios.

Caso de Perú

Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú

Adaptación: De lo inevitable a lo sostenible

- La adaptación es inevitable, fundamental y compleja.
- Es indispensable instrumentar procesos de adaptación con el objetivo de reducir los daños esperados.
 - Diversificación: Elección de riego/no-riego (secano o temporal).
 - Elección de agricultura de mono-cultivo vs combinación de cultivos.
 - Elección de agricultura y ganadería vs sólo agricultura o sólo ganadería.
 - Tratamiento y acceso a aguas
 - Programas especiales para hacer frente a eventos extremos.
 - Aumento del uso de fertilizantes



Productores agropecuarios por cultivos principales

Productores agropecuarios por principales cultivos

Cultivo	Número de productores agropecuarios	Participación en el total de la muestra (%)
Papa blanca	27,018	25
Café	17,102	16
Papa nativa	14,784	13
Maíz amiláceo	13,662	12
Alfalfa	11,569	10
Maíz amarillo duro	7,806	7
Plátano	7,498	7
Yuca	5,172	5
Arroz cascara	4,232	4
Uva	1,434	1
Total	110,277	100

Fuente: Elaboración propia a partir del Censo Nacional Agropecuario de 2012.

Galindo, Luis Miguel, José Eduardo Alatorre y Orlando Reyes (2015), «Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú», El Trimestre Económico, vol. vol. LXXXII (3), No. 327.

Efectos margianles sobre el ingreso

Efectos marginales anuales de las variables climáticas sobre el ingreso condicional
(Cambio porcentual en el ingreso ante un grado de aumento en la temperatura o un aumento de mm al mes)

	Temperatura	Precipitación
Papa blanca	0.03	0.13
Alfalfa	-0.76	-1.77
Arroz	-15.62	-0.17
Café	-42.31	-0.12
Maíz Amarillo Duro	-6.83	-0.22
Maíz Amiláceo	9.64	-0.56
Papa Nativa	17.00	-0.23
Plátano	-4.06	-0.05
Uva	8.85	-1.61
Yuca	-15.40	0.33

Galindo, Luis Miguel, José Eduardo Alatorre y Orlando Reyes (2015), «Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú», *El Trimestre Económico*, vol. vol. LXXXII (3), No. 327.

Elección de cultivos: escenarios

Probabilidad de elección promedio de cultivos ante cambios en el clima

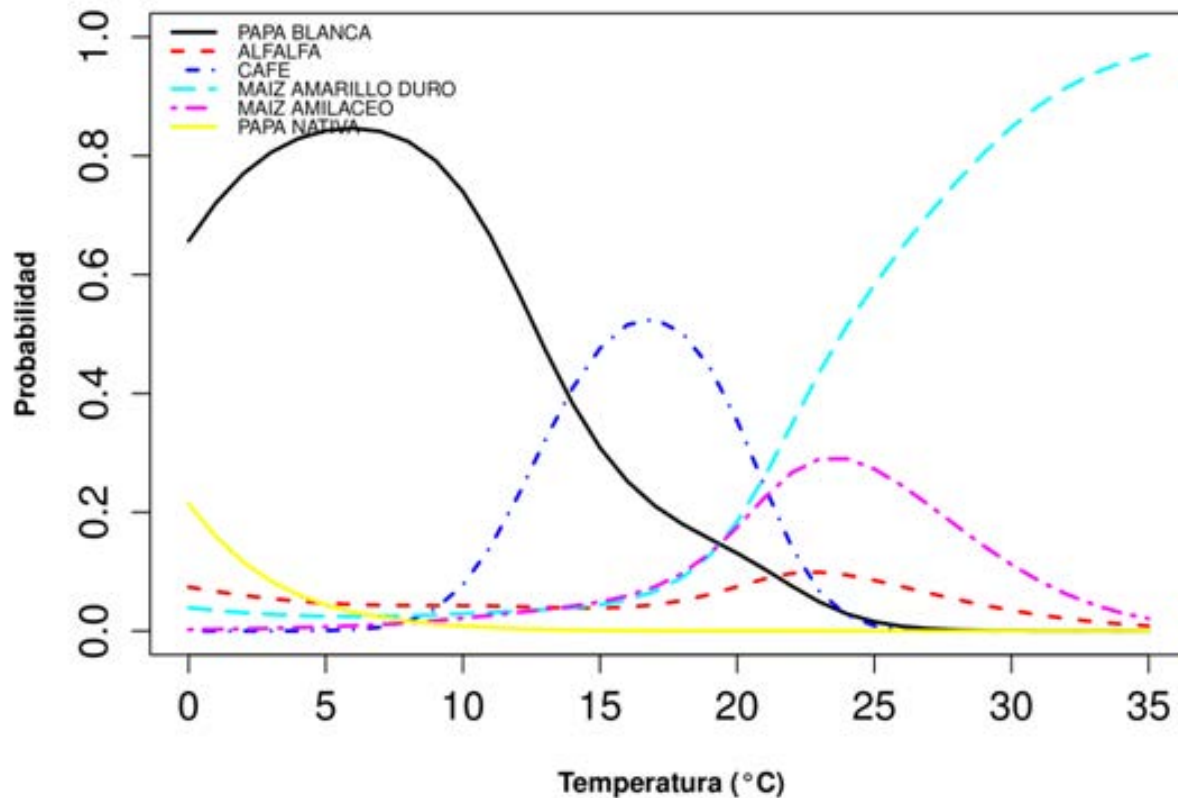
	Clima actual	ACCESS		CNRM-CM5	
	Probabilidad ad de elección	Probabilidad ad de elección	Diferencia	Probabilidad ad de elección	Diferencia
Papa blanca	24.4	17.6	-6.8***	21.0	-3.4***
Alfalfa	10.5	6.9	-3.6***	6.3	-4.2***
Arroz cascara	3.8	2.6	-1.3***	3.4	-0.5***
Café	15.5	9.5	-6.1***	11.3	-4.2***
Maíz amarillo duro	7.1	19.5	12.4***	15.7	8.6***
Maíz amiláceo	12.4	25.8	13.4***	25.2	12.8***
Papa nativa	13.5	6.9	-6.5***	5.9	-7.6***
Plátano	6.8	8.9	2.1***	8.6	1.8***
Uva	1.3	0.2	-1.1***	0.3	-1.0***
Yuca	4.7	2.1	-2.6***	2.4	-2.3***

Notas: ***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05

Fuente: Elaboración propia.

Probabilidad de elección y temperatura

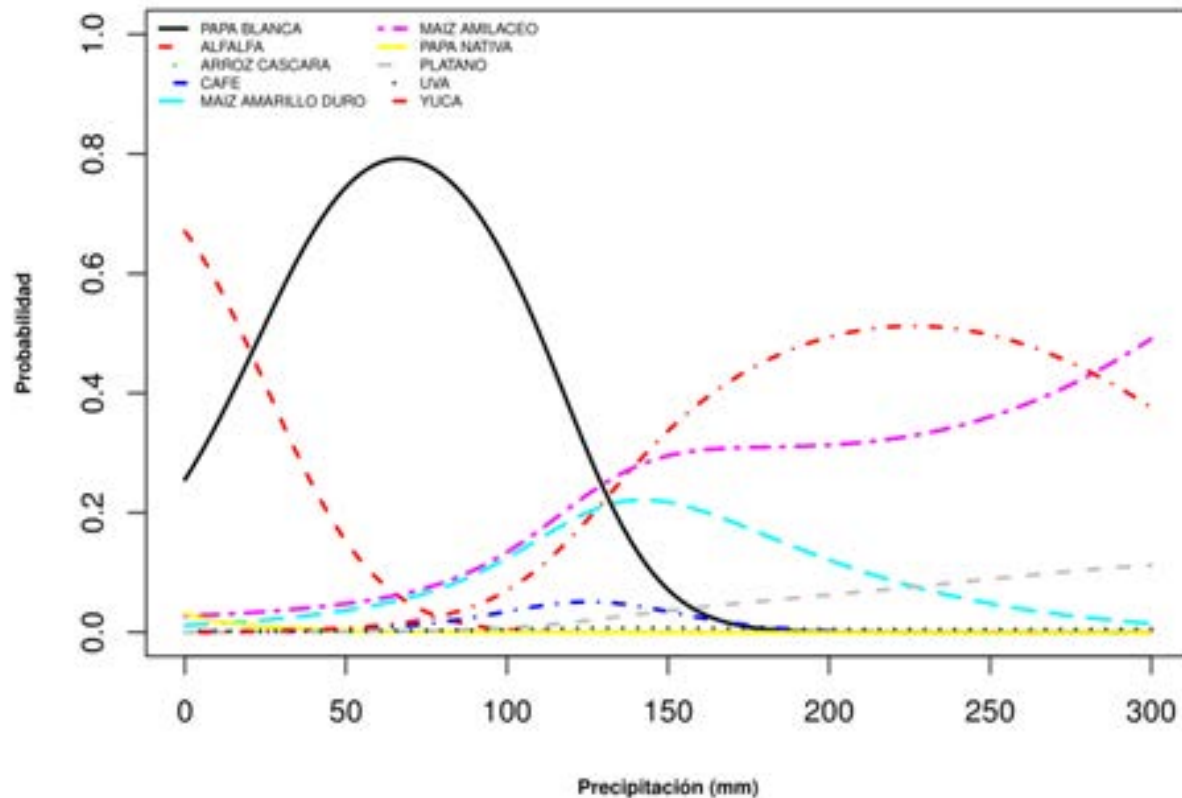
Probabilidad de elección de cultivo y temperatura anual



Galindo, Luis Miguel, José Eduardo Alatorre y Orlando Reyes (2015), «Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú», *El Trimestre Económico*, vol. vol. LXXXII (3), No. 327.

Probabilidad de elección y precipitación

Probabilidad de elección de cultivo por precipitación anual



Galindo, Luis Miguel, José Eduardo Alatorre y Orlando Reyes (2015), «Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú», *El Trimestre Económico*, vol. vol. LXXXII (3), No. 327.

Impacto sobre el ingreso condicional

Ingreso condicional ante cambios en el clima

	Clima actual	ACCESS		CNRM-CM5	
	Ingreso condicional (Miles de soles por hectárea)	Ingreso condicional (Miles de soles por hectárea)	Diferencia (%)	Ingreso condicional (Miles de soles por hectárea)	Diferencia (%)
Papa blanca	8.0	8.1	1.0	8.1	0.9
Alfalfa	6.0	5.7	-4.4	5.6	-5.5
Arroz cascara	6.9	3.4	-51.0	4.5	-34.8
Café	4.7	1.3	-72.2	1.7	-65.1
Maíz amarillo duro	3.2	2.3	-29.0	2.5	-21.6
Maíz amiláceo	2.9	4.2	46.9	3.9	34.1
Papa nativa	11.2	25.3	126.7	31.0	177.0
Plátano	5.7	3.9	-32.6	4.6	-19.4
Uva	24.6	32.5	32.2	30.5	23.9
Yuca	7.0	3.7	-46.9	4.1	-40.8

Fuente: Elaboración propia.

Impacto sobre el ingreso condicional

Ingreso condicional esperado ante cambios en el clima

	Miles de soles por hectárea	Diferencia con respecto al ingreso esperado actual
Ingreso esperado actual	6.7	-
ACCESS 2070	5.8	-13%
CNRM-CM5 2070	6.2	-8%

Fuente: Elaboración propia.

Comentarios

- Un nivel mínimo de adaptación es inevitable
- Diseño de una estrategia adecuada de administración de riesgos
- Construir un portafolio de medidas de adaptación flexible
- La secuencia en la aplicación de las medidas de adaptación es importante
- Tomar en cuenta incertidumbre y heterogeneidad
- Reducción de la vulnerabilidad → Seguridad energética, alimentaria, protección social.

Gracias

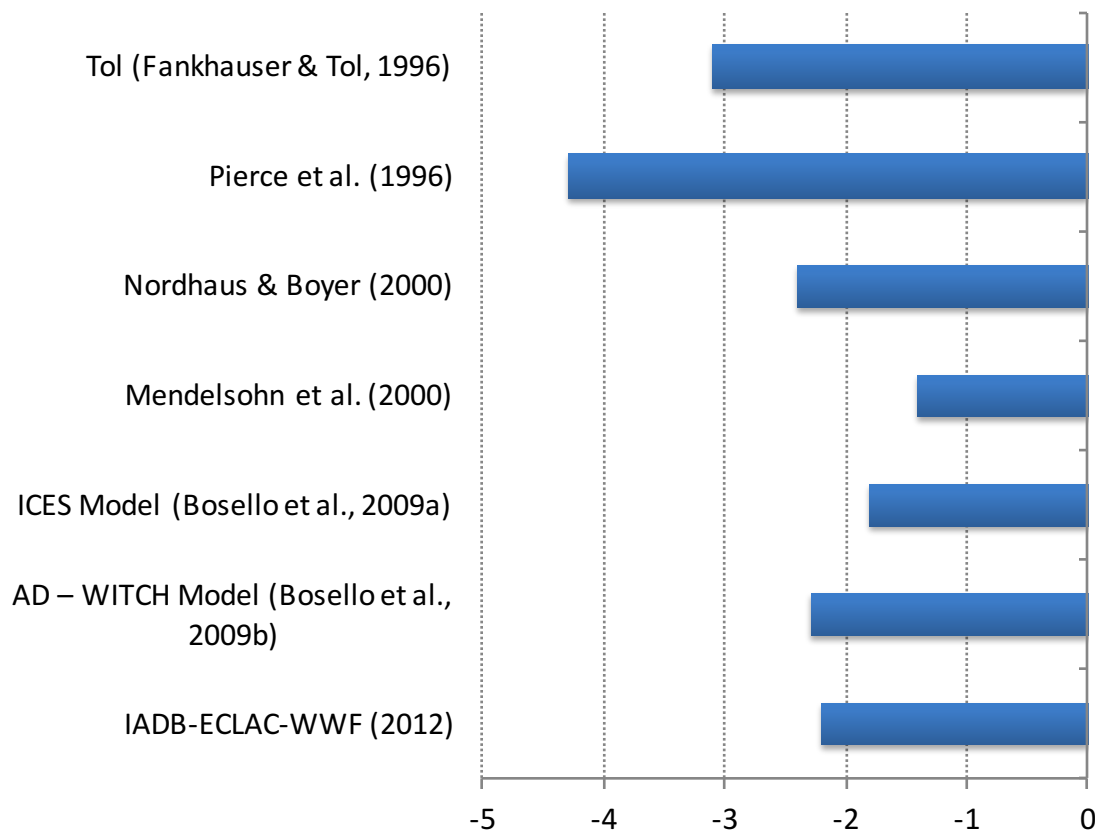


UNITED NATIONS

ECLAC

Impactos del cambio climático

Impactos del cambio climático en América Latina ante un aumento de 2.5°C (% de PIB regional)



Costos de adaptación en ALC

UNFCCC 2007		World Bank 2010			Agrawala et al. 2010 AD-WITCH	
Scenario	B1-A1B	Scenario	NCAR	CSIRO	Scenario	Doubling CO ₂
Year	2030	Year	2050	2050	Year	2105
Water supply	23.00	Agriculture	1.20	1.30	Water in agriculture (irrigation)	4.30
		Fisheries	0.18–0.35	0.18–0.35	—	—
		Water supply	5.50	3.20	Water infrastructure costs in other vulnerable countries	1.80
Coastal zones	0.57–0.68	Coastal zones	11.70 ¹	11.70 ¹	Coastal protection costs	7.75
Infrastructure	0.40–1.72	Extreme weather events	1.30	0.70	Early warning systems	5.00
		Human health	0.00	0.00	Investment in climate-proof settlements	5.90
					Cooling expenditure	2.00
Total		Total	21.50	16.80	Disease treatment costs	5.72
					Adaptation R&D	0.07
					Total	27.70

Fuente: Vergara et al. (2013), *The Climate and Development Challenge for Latin America and the Caribbean*, BID-CEPAL-WWF.

Modelo estructural ricardiano

$$\pi_{ij} = V(K_i, S_i) + \varepsilon_j(K_i, S_i) \quad (1)$$

o si

$$\begin{aligned} \pi_j^*(Z_i) &> \pi_k^*(Z_i) \quad \forall k \neq j \\ \varepsilon_k(Z_i) - \varepsilon_j(Z_i) &< V_j(Z_i) - V_k(Z_i) \quad \forall k \neq j \end{aligned} \quad (2)$$

$$\arg \max_j \left[\pi_1^*(Z_i), \pi_2^*(Z_i), \dots, \pi_j^*(Z_i) \right] \quad (3)$$

$$P_{ij} = \Pr \left[\varepsilon_k(Z_i) - \varepsilon_j(Z_i) < V_j(Z_i) - V_k(Z_i) \right] \quad \forall k \neq j \quad (4)$$

$$P_{ij} = \frac{e^{Z_{ij}\gamma_j}}{\sum_{k=1}^J e^{Z_{ik}\gamma_k}} \quad (5)$$

Modelo de elección de cultivos

Modelo logit multinomial de elección de cultivo

<i>Variables</i>	<i>Alfalfa</i>	<i>Arroz</i>	<i>Café</i>	<i>Maíz amarillo duro</i>	<i>Maíz amiláceo</i>	<i>Papa nativa</i>	<i>Plátano</i>	<i>Uva</i>	<i>Yuca</i>
<i>temp_{ver}</i>	1.282*** (0.0688)	-3.540*** (0.2132)	-7.913*** (0.2657)	1.104*** (0.0959)	-0.356*** (0.0768)	-0.952*** (0.0877)	-3.065*** (0.1970)	3.718*** (0.2138)	0.089 (0.1522)
<i>temp_{ver}²</i>	-0.034*** (0.0021)	0.054*** (0.0041)	0.143*** (0.0062)	-0.020*** (0.0025)	0.009*** (0.0023)	0.040*** (0.0037)	0.063*** (0.0042)	-0.084*** (0.0054)	-0.015*** (0.0036)
<i>temp_{inv}</i>	-1.498*** (0.0627)	3.984*** (0.2695)	9.514*** (0.2680)	-1.346*** (0.0984)	0.474*** (0.0680)	0.552*** (0.0763)	3.063*** (0.2148)	-3.722*** (0.2461)	0.291 (0.1686)
<i>temp_{inv}²</i>	0.049*** (0.0020)	-0.065*** (0.0061)	-0.185*** (0.0065)	0.040*** (0.0028)	-0.001 (0.0022)	-0.033*** (0.0036)	-0.055*** (0.0049)	0.093*** (0.0073)	0.007 (0.0043)
<i>prec_{ver}</i>	0.024*** (0.0026)	0.054*** (0.0031)	0.062*** (0.0033)	0.051*** (0.0028)	0.040*** (0.0029)	0.012* (0.0048)	0.085*** (0.0029)	0.093*** (0.0062)	0.075*** (0.0029)
<i>prec_{ver}²</i>	0.000*** (0.0000)	0.000*** (0.0000)	0.000*** (0.0000)	-0.0002*** (0.0000)	0.000*** (0.0000)	0.000 (0.0000)	-0.0002*** (0.0000)	-0.001*** (0.0001)	-0.0002*** (0.0000)
<i>prec_{inv}</i>	-0.068*** (0.0047)	-0.024*** (0.0047)	-0.011* (0.0045)	-0.062*** (0.0041)	-0.068*** (0.0037)	-0.098*** (0.0053)	-0.083*** (0.0043)	-0.133*** (0.0105)	-0.064*** (0.0043)
<i>prec_{inv}²</i>	0.000 (0.0001)	0.000*** (0.0000)	0.0002*** (0.0000)	0.000*** (0.0000)	0.001*** (0.0000)	0.0004*** (0.0001)	0.001*** (0.0000)	0.001*** (0.0001)	0.0005*** (0.0000)
<i>Altitud</i>	0.000 (0.0000)	-0.006*** (0.0002)	-0.003*** (0.0001)	-0.001*** (0.0001)	0.001*** (0.0001)	0.001*** (0.0000)	-0.003*** (0.0001)	-0.002*** (0.0001)	-0.004*** (0.0001)
<i>SQ1</i>	-0.234*** (0.0366)	0.079 (0.0769)	0.161** (0.0574)	0.308*** (0.0521)	0.268*** (0.0286)	0.290*** (0.0323)	0.203*** (0.0616)	-1.467*** (0.1339)	0.356*** (0.0602)
<i>SQ2</i>	-0.756*** (0.0516)	-0.310*** (0.0908)	-0.041 (0.0729)	-0.304*** (0.0655)	-0.918*** (0.0454)	-0.370*** (0.0479)	-0.219** (0.0769)	0.614*** (0.1328)	-0.016 (0.0759)

Modelo de elección de cultivos (cont...)

Modelo logit multinomial de elección de cultivo

SQ3	0.377 [*] (0.1579)	0.142 (0.1549)	-0.112 (0.1460)	-0.484 ^{**} (0.1474)	0.362 [*] (0.1513)	2.558 ^{***} (0.1689)	-0.117 (0.1481)	0.298 (0.2435)	0.128 (0.1547)
SQ4	0.815 ^{***} (0.1391)	-1.375 ^{***} (0.2012)	-3.215 ^{***} (0.2597)	-1.121 ^{***} (0.1949)	0.038 (0.1947)	0.455 ^{**} (0.1586)	-1.000 ^{***} (0.1960)	0.317 (0.2215)	-1.078 ^{***} (0.1967)
SQ5	0.259 [*] (0.1020)	-1.457 ^{***} (0.1532)	-81.868 (13332)	-0.585 ^{***} (0.1137)	0.522 ^{***} (0.1380)	0.453 (0.2551)	-2.094 ^{***} (0.2229)	0.436 ^{***} (0.1165)	-1.751 ^{***} (0.2142)
SQ6	0.115 (0.1770)	2.116 ^{***} (0.3238)	75.702 (13332)	1.164 ^{***} (0.3043)	-6.978 ^{***} (0.4161)	-0.377 (0.3011)	2.041 ^{***} (0.3573)	-2.398 ^{***} (0.4368)	1.808 ^{***} (0.3546)
SQ7	-0.602 ^{***} (0.1584)	0.170 (0.1538)	0.159 (0.1472)	0.463 ^{**} (0.1476)	-0.268 (0.1520)	-2.768 ^{***} (0.1697)	0.326 [*] (0.1483)	-0.082 (0.2412)	-0.009 (0.1553)
Log(superficie agrícola)	0.077 ^{***} (0.0099)	0.240 ^{***} (0.0221)	0.291 ^{***} (0.0168)	0.055 ^{***} (0.0145)	-0.208 ^{***} (0.0081)	-0.006 (0.0093)	0.120 ^{***} (0.0186)	-0.319 ^{***} (0.0248)	0.034 (0.0182)
Log(tamaño del hogar)	-0.224 ^{***} (0.0215)	-0.255 ^{***} (0.0433)	-0.218 ^{***} (0.0312)	-0.151 ^{***} (0.0296)	-0.241 ^{***} (0.0180)	-0.091 ^{***} (0.0209)	-0.116 ^{***} (0.0348)	-0.546 ^{***} (0.0591)	-0.036 (0.0345)
Electricidad (0 si no usa y 1 si usa)	0.606 ^{***} (0.1085)	-0.757 ^{**} (0.2340)	0.830 ^{***} (0.1726)	-0.164 (0.1723)	-0.109 (0.1308)	-0.432 ^{***} (0.1228)	-0.051 (0.2024)	0.781 ^{***} (0.2279)	-0.141 (0.2267)
Riego	1.314 ^{***} (0.0362)	5.551 ^{***} (0.1325)	-1.467 ^{***} (0.0643)	-0.212 ^{***} (0.0558)	0.132 ^{***} (0.0260)	-2.423 ^{***} (0.0421)	0.222 ^{**} (0.0853)	-0.027 (0.2722)	-0.057 (0.0730)
Nivel de educación alcanzado	0.121 ^{***} (0.0066)	0.079 ^{***} (0.0140)	0.115 ^{***} (0.0110)	0.022 [*] (0.0100)	0.019 ^{**} (0.0058)	-0.014 [*] (0.0069)	0.076 ^{***} (0.0122)	0.225 ^{***} (0.0166)	0.006 (0.0123)
AIC	354.63								
Log Likelihood	-112.755								
Número de observaciones	110.277								

^a Cultivo base: papa blanca. ***p < 0.001, **p < 0.01, *p < 0.05. Errores estándar entre paréntesis.

Galindo, Luis Miguel, José Eduardo Alatorrey Orlando Reyes (2015), «Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú», El Trimestre Económico, vol. vol. LXXXII(3), No. 327.

Efectos marginales

$$\frac{\partial P_{ij}}{\partial z_c} = P_j \left[\gamma_j - \sum_{k=1}^J P_k \gamma_k \right] \quad (6)$$

<i>Variables</i>	<i>Temperatura</i> (puntos base ante un aumento de 1°C)			<i>Precipitación</i> (puntos base ante el aumento de 1 mm)		
	<i>Verano</i>	<i>Invierno</i>	<i>Total</i>	<i>Verano</i>	<i>Invierno</i>	<i>Total</i>
Papa blanca	0.025	-0.038	-0.013	-0.0004	0.0053	0.0049
Alfalfa	0.034	-0.038	-0.004	-0.0007	-0.0021	-0.0028
Arroz	-0.016	0.015	-0.002	-0.0001	0.0007	0.0006
Café	-0.088	0.074	-0.014	0.0001	0.0002	0.0002
Maíz amarillo duro	0.04	-0.023	0.017	-0.0001	-0.0002	-0.0003
Maíz amiláceo	-0.003	0.031	0.028	0.0000	-0.0002	-0.0003
Papa nativa	-0.02	0.004	-0.015	0.0002	-0.0029	-0.0026
Plátano	0.026	-0.012	0.014	0.0006	-0.0004	0.0002
Uva	0.003	-0.007	-0.005	0.0002	-0.0005	-0.0003
Yuca	-0.001	-0.006	-0.007	0.0002	0.0002	0.0004

FUENTE: elaboración propia con base en los resultados del modelo logit multinomial y la ecuación (6).

Estimación ingreso condicional

$$\pi_j = X_j \varphi_j + \sigma \cdot \sum_{i \neq j}^J \rho_i \left(\frac{P_i \ln P_i}{1 - P_i} + \ln P_j \right) + \omega_j \quad (7)$$

$$\frac{\partial \pi_j}{\partial z_c} = \varphi_{c1} + 2 \cdot \varphi_{c2} z_c + \Gamma \quad (8)$$

$$Y(C_0) = \sum_{j=1}^J P_j(C_0) \cdot Q_j(C_0) \quad (9)$$

$$\Delta W_i = Y(C_{cc}) - Y(C_0) \quad (10)$$

Ingreso condicional

Variables	Papa blanca	Alfalfa	Arroz	Café	Maíz amarillo duro	Maíz amiláceo	Papa nativa	Plátano	Uva	Yuca
Constante	1.5407*** (0.3469)	3.1389*** (0.534)	-5.608 (2.998)	13.4204*** (0.8993)	-2.9038** (0.9138)	-5.1624*** (0.772)	-4.8965*** (0.9163)	-2.7785 (1.5142)	1.6653 (3.692)	-1.0987 (1.356)
temp _{ver}	-0.0129 (0.053)	-0.6124*** (0.1026)	1.1614** (0.3571)	-0.1184 (0.3171)	1.3808*** (0.1571)	-1.0620*** (0.0814)	-0.2334 (0.1299)	-1.8586*** (0.3582)	-0.4309 (0.7739)	0.7829** (0.2659)
temp _{ver} ²	-0.0032 (0.0022)	0.0165*** (0.0032)	-0.0231*** (0.0063)	-0.0121 (0.0063)	-0.0296*** (0.0029)	0.0384*** (0.0029)	0.0133* (0.0068)	0.0435*** (0.0074)	0.0134 (0.0185)	-0.0220*** (0.0055)
temp _{inv}	0.0256 (0.044)	0.5302*** (0.1004)	-0.4523 (0.3202)	-0.4669 (0.3823)	-1.1235*** (0.1234)	0.9810*** (0.0785)	0.2419* (0.0989)	2.0477*** (0.3465)	0.188 (0.8256)	-0.4825* (0.2271)
temp _{inv} ²	0.0025 (0.0018)	-0.0164*** (0.0034)	0.0088 (0.0062)	0.0194* (0.008)	0.0254*** (0.0027)	-0.0300*** (0.0025)	-0.0059 (0.0061)	-0.0475*** (0.0074)	-0.0016 (0.0228)	0.0111* (0.0048)
prec _{ver}	-0.0171*** (0.002)	-0.0147*** (0.0021)	-0.0035 (0.0025)	0.0040** (0.0013)	-0.0069*** (0.0014)	0.0022 (0.0023)	0.0069 (0.006)	0.0061* (0.0025)	0.0063 (0.0139)	-0.0064*** (0.0018)
prec _{ver} ²	0.0001*** (0.000)	0.0001*** (0.000)	0.000 (0.000)	-0.0000* (0.000)	0.0000*** (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.000)	0.0000 (0.0001)	0.0000 (0.0001)
prec _{inv}	-0.0018 (0.0033)	-0.0047 (0.0049)	-0.0136*** (0.0041)	-0.0174*** (0.0027)	-0.0068*** (0.0019)	-0.0056 (0.003)	-0.0178* (0.0085)	-0.0107*** (0.0024)	-0.0135 (0.0423)	0.0188*** (0.0019)
prec _{inv} ²	0.000 (0.000)	0.0002*** (0.000)	0.0001*** (0.000)	0.0001*** (0.000)	0.0000* (0.000)	0.000 (0.000)	0.0001* (0.0001)	0.0000** (0.000)	0.0001 (0.0003)	-0.0000*** (0.000)
Altitud	0.0002* (0.0001)	0.0001 (0.0001)	0.0003 (0.0002)	-0.0017*** (0.0001)	0.0000 (0.0001)	0.0008*** (0.0001)	0.0012*** (0.0002)	-0.0002 (0.0002)	0.0005 (0.0004)	-0.0008*** (0.0002)
SQ1	0.1927*** (0.0153)	0.0887** (0.0325)	0.0308 (0.036)	-0.0829*** (0.0158)	-0.0149 (0.0234)	0.0983*** (0.0221)	0.1191*** (0.0313)	-0.0801** (0.0266)	0.2801 (0.2916)	0.1750*** (0.0291)
SQ2	-0.0677* (0.030)	0.2770*** (0.054)	-0.1692*** (0.0461)	0.0047 (0.0193)	-0.0072 (0.0304)	-0.4371*** (0.0555)	-0.2741*** (0.0421)	-0.1135** (0.031)	-0.1902 (0.1991)	-0.1171** (0.0383)
SQ3	0.0385 (0.0689)	0.2421** (0.0838)	-0.1680*** (0.0447)	-0.0802*** (0.0178)	0.0373 (0.0355)	-0.0395 (0.0986)	0.3347 (0.2145)	0.0688* (0.0327)	-0.2911 (0.3315)	-0.0402 (0.0583)
SQ4	0.0892 (0.0978)	-0.1449* (0.0734)	-0.0266 (0.0432)	0.2410 (0.1597)	0.0878*** (0.0223)	0.4453*** (0.1103)	-0.1060 (0.0769)	0.1460*** (0.0214)	-0.5072 (0.2786)	-0.0225 (0.0225)
SQ5	0.3431*** (0.0536)	0.0643 (0.0399)	0.5176*** (0.0804)		0.3154*** (0.0494)	0.294 (0.2235)	-0.5252*** (0.1204)	-0.023 (0.1204)	-0.1331 (0.1471)	-0.5929** (0.1897)
SQ6	-0.5164*** (0.1264)	-0.4144*** (0.0734)	-0.4354*** (0.0917)		-0.3861*** (0.0455)	-0.8667 (0.7211)	0.7910*** (0.1367)	-0.208 (0.1886)	0.7197 (0.5673)	0.5112** (0.1914)
SQ7	-0.067 (0.0692)	-0.1922* (0.0855)	0.1778*** (0.030)	0.0363 (0.0185)	-0.0072 (0.0417)	0.0594 (0.0984)	-0.3721 (0.2283)	0.0056 (0.0273)	0.1455 (0.3158)	0.1007 (0.0545)
Log (superficie agrícola)	0.7392*** (0.0072)	0.7496*** (0.009)	0.7684*** (0.0154)	0.6306*** (0.012)	-0.7324*** (0.0085)	0.7559*** (0.0142)	0.7052*** (0.0062)	0.5877*** (0.0133)	0.9168*** (0.0621)	0.4730*** (0.0167)

Galindo, Luis Miguel, José Eduardo Alatorre y Orlando Reyes (2015), «Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú», *El Trimestre Económico*, vol. vol. LXXXII (3), No. 327.

Ingreso condicional (cont...)

Variables	Papa blanca	Alfalfa	Arroz	Café	Maíz amarillo duro	Maíz amiláceo	Papa nativa	Plátano	Uva	Yuca
Log (tamaño del hogar)	-0.0489*** (0.0099)	0.0207 (0.019)	-0.0518** (0.0185)	0.0178 (0.0099)	-0.0618*** (0.0138)	-0.0761*** (0.0154)	-0.0031 (0.0128)	-0.0681*** (0.0138)	0.0319 (0.0700)	-0.0590*** (0.0173)
Electricidad (0 si no usa y 1 si usa)	-0.0354 (0.0504)	-0.0456 (0.0575)	0.2787** (0.0913)	0.0701 (0.0387)	-0.0582 (0.0874)	-0.1183 (0.0724)	-0.1034 (0.0817)	0.0408 (0.0709)	-0.1898 (0.1745)	0.0366 (0.117)
Riego	0.0254*** (0.0029)	-0.0094 (0.0084)	0.0255*** (0.0063)	0.0055 (0.0049)	0.0320*** (0.0048)	0.0012 (0.0039)	0.0001 (0.0042)	0.0453*** (0.0076)	-0.0382 (0.0337)	0.0047 (0.0067)
Nivel de educación alcanzado	-0.0200 (0.026)	-0.4605*** (0.125)	0.0829 (0.4232)	0.0177 (0.1012)	0.0451 (0.599)	-0.1742*** (0.0419)	-0.0526 (0.1935)	-0.0288 (0.0911)	1.2531 (1.4252)	0.0093 (0.0846)
Precio	0.2830*** (0.0358)	2.3948*** (0.1675)	-0.0550 (0.1682)	0.0288*** (0.0085)	0.2956*** (0.0535)	1.1722*** (0.0287)	0.4976*** (0.034)	1.0138*** (0.1117)	0.4285*** (0.1178)	1.3449*** (0.0642)
$\lambda_{papa\ blanca}$		1.2225*** (0.2610)	-1.0779 (0.6525)	0.2528 (0.1552)	-1.0761*** (0.1631)	-0.7518*** (0.1905)	-0.3000 (0.3130)	-1.2703*** (0.3293)	0.4957 (1.2304)	-0.7873** (0.2799)
$\lambda_{alfalfa}$	0.3780*** (0.0941)		0.3016 (0.2551)	1.2356*** (0.2646)	0.7679*** (0.1150)	-1.1318*** (0.1448)	0.3620* (0.1471)	-0.7973** (0.2762)	0.2467 (0.7949)	-0.2458 (0.2157)
λ_{arroz}	-2.0767*** (0.2041)	-1.6882*** (0.2485)		-0.3053* (0.1351)	-0.3656** (0.1135)	0.6723* (0.3391)	-0.0876 (2.1992)	-0.2297 (0.1739)	0.3010 (0.5937)	-0.1254 (0.1805)
$\lambda_{café}$	-0.2324** (0.0787)	-0.1124 (0.2474)	0.5223** (0.1592)		0.2036** (0.0708)	-0.4588*** (0.0937)	0.2979 (0.2496)	0.0023 (0.1083)	-1.0364 (2.8165)	0.2606* (0.1134)
$\lambda_{maíz\ amarillo\ duro}$	-0.7432* (0.3550)	0.2342 (0.3574)	1.7392*** (0.3058)	0.1117 (0.1611)		1.7378** (0.6029)	-0.7039 (0.8852)	-0.9411** (0.3072)	0.3126 (0.8443)	-0.3483 (0.3368)
$\lambda_{maíz\ amiláceo}$	0.2160 (0.1302)	-0.2884* (0.1372)	0.0163 (0.2661)	0.3626 (0.2138)	0.3128* (0.1256)		0.0044 (0.1147)	2.5240*** (0.4258)	0.1242 (0.7095)	2.3737*** (0.3232)
$\lambda_{papa\ nativa}$	0.4855*** (0.0724)	0.5157*** (0.1492)	-2.9159** (1.0008)	-1.2234*** (0.3035)	-0.1262 (0.2055)	0.1135 (0.1240)		0.7452 (0.7510)	-1.0445 (3.3763)	-1.3894* (0.6297)
$\lambda_{plátano}$	1.9630*** (0.2898)	0.4603 (0.5950)	0.7640** (0.2508)	2.1318*** (0.1901)	-0.0238 (0.2196)	2.1045*** (0.5046)	4.4470** (1.5008)		1.0745 (1.416)	-0.5939* (0.2589)
λ_{uva}	0.0116 (0.2203)	0.3097 (0.1586)	1.2800*** (0.1730)	-2.2614*** (0.5460)	0.633*** (0.1221)	-0.0930 (0.3876)	-2.0881 (1.1982)	1.2952*** (0.3311)		0.6769* (0.3186)
λ_{yuca}	0.0305 (0.3103)	-0.1986 (0.5211)	-0.5629 (0.4414)	-0.1437 (0.2856)	-0.4383 (0.2555)	-2.2825*** (0.4970)	-2.0048 (1.0416)	-1.6410*** (0.3667)	-0.1295 (1.0577)	
R ²	0.6767	0.7188	0.8247	0.6535	0.7910	0.7568	0.6817	0.5418	0.8096	0.5505
R ² ajustada	0.6764	0.7181	0.8234	0.6529	0.7902	0.7562	0.6810	0.5399	0.8054	0.5478
Observaciones	27 018	11 569	4 232	17 102	7 806	13 662	14 784	7 498	1 434	5 172

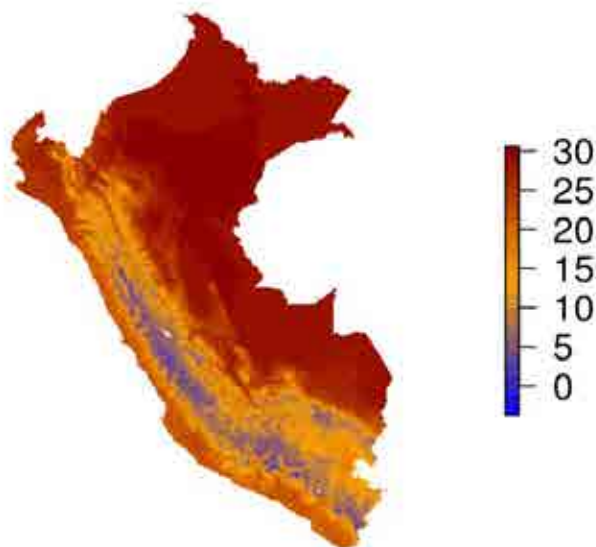
FUENTE: elaboración propia.

*** $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$. Errores estándar entre paréntesis.

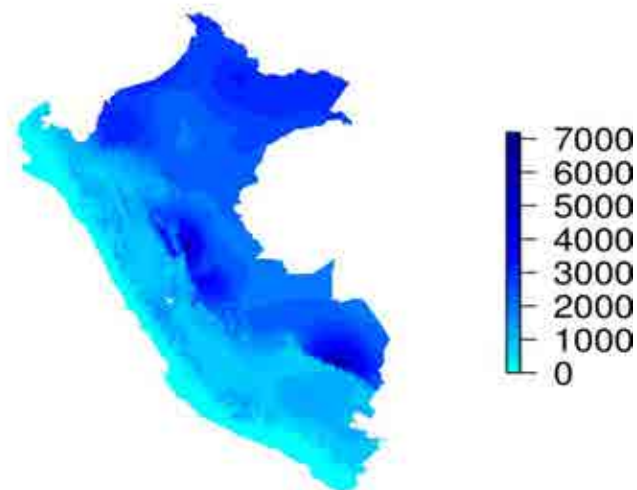
Galindo, Luis Miguel, José Eduardo Alatorre y Orlando Reyes (2015), «Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú», *El Trimestre Económico*, vol. vol. LXXXII (3), No. 327.

Escenarios

**Temperatura anual promedio,
2070
(°C)**



**Precipitación anual, 2070
(milímetros)**

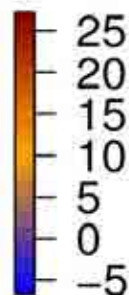
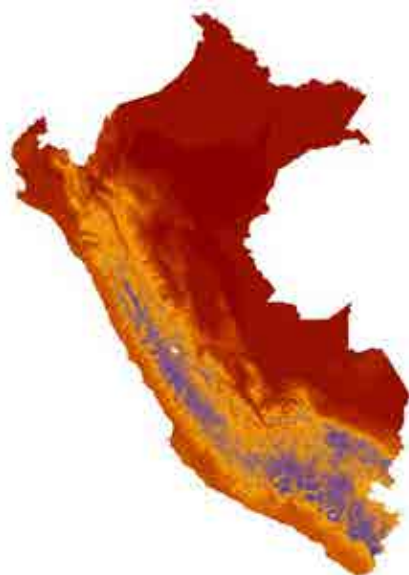


Notas: Los datos son para el periodo 2070 (promedio del periodo 2061-2080) y son las proyecciones climáticas generadas por el modelo de circulación general CNRM-CM5 del Centro Nacional de Investigación Meteorológica y del Centro Europeo de Formación, Investigación y Estudios Avanzados en Computación Científica (Voldoire, *et al.*, 2012), para el escenario extremo RCP 8.5 (Representative Concentration Pathways) disponible en la base WorldClim. Las proyecciones corresponden a las más recientes proyecciones climáticas que se utilizan en el Quinto informe de Evaluación del IPCC. La salida del modelo CNRM-CM5 fue sujeto a un downscaling y calibrado (corrección de sesgo) utilizando WorldClim 1.4 como clima actual de referencia.

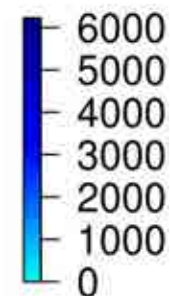
Fuente: Elaboración propia con datos provenientes de Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones y A. Jarvis (2005) "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas", *International Journal of Climatology* 25, 15, pp. 1965-1978.

Clima

Temperatura anual promedio (°C)



Precipitación anual (milímetros)



Nota: Los datos son interpolaciones de datos observados representativos para el periodo 1950-2000.

Fuente: Elaboración propia con datos provenientes de Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones y A. Jarvis (2005) "Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas", *International Journal of Climatology* 25, 15, pp. 1965-1978.

Galindo, Luis Miguel, José Eduardo Alatorre y Orlando Reyes (2015), «Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú», *El Trimestre Económico*, vol. vol. LXXXII (3), No. 327.

Medidas con mayor potencial

Agricultura:

- Mejora de la gestión (administración de riesgo, seguros, recursos hídricos)
- Promoción de mecanismo de precios
- Nueva infraestructura
- Mejora en la información ambiental y climática
- Redes de productores
- Programas especiales contra eventos extremos

Biodiversidad:

- Identificación de los daños irreversibles
- Promover corredores biológicos
- Regulaciones de protección
- Reducción de la deforestación
- Incentivos económicos para los servicios de la biodiversidad

Salud:

- Aumento en la protección y prevención social
- Control de plagas y enfermedades a través de mayor y mejor información
- Medidas que generen co-beneficios

Zonas costeras:

- Protección a poblaciones vulnerables

Escenarios

Variables climáticas, 2070

(Anomalía promedio con respecto a 1950 - 2000)

MODELO				
ACCESS			CNRM-CM5	
	Temperatur a °C	Precipitación (% con respecto a la precipitación actual)	Temperatur a °C	Precipitación (% con respecto a la precipitación actual)
Verano	3.7	12.9	3.1	18.9
Invierno	4.2	4.0	3.6	3.1

Fuente: Elaboración propia con datos provenientes de la muestra.

Procesos de adaptación

- Las medidas de adaptación se pueden clasificar dependiendo distintos criterios:
 - Eficiencia económica
 - Flexibilidad
 - Capacidad institucional
 - Generadas por el mercado, por el público y conocimiento tradicional
 - Generadas mediante políticas públicas
 - Implican cambios tecnológicos
 - Implican cambios de gestión
 - Implican cambio en la conducta de los agentes