

Impacto del cambio climático en la producción acuícola de la región Piura, 2005-2019

Impact of climate change on aquaculture production in the Piura region, 2005-2019

Rebeca Fiorella Castillo Coveñas¹, Cristhian Nicolás Aldana Yarlequé¹
Instituto de Investigación en Economía y Eficiencia Productiva
Universidad Nacional de Frontera, Sullana, Piura, Perú

RESUMEN

El sector pesquero es un elemento estratégico para la economía del Perú, principalmente por ser una importante fuente generadora de divisas después de la minería, por lo que se destaca particularmente la importancia de analizar el impacto del cambio climático en la producción acuícola de la región Piura. En tal sentido, la metodología utilizada consistió en relacionar las variables climáticas de la temperatura máxima y mínima, precipitación y humedad relativa con la producción de la concha de abanico, langostinos y tilapia, mediante la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott ($\lambda = 100$) y de las pruebas de hipótesis de Dickey-Fuller. Los resultados muestran que cada producción tiene una variación diferente de temperatura mínima y máxima dentro del rango permisible; por lo que, la posibilidad de realizar pronósticos con respecto al efecto del cambio climático se ve limitada por la escasa información disponible. Las variables climáticas y su relación con la producción explican en más del 50 % su comportamiento, por lo que se puede concluir que la producción de langostino es estacionaria en su primer nivel. Para el año 2020 se destaca la producción de conchas de abanico con un 36 %, se ubicó por arriba de los langostinos que tuvo un 26 %, verificando su estacionalidad en el segundo nivel.

Palabras clave: Tilapia, concha abanico, langostino, variables climáticas.

ABSTRACT

The fisheries sector is a strategic element for Peru's economy, mainly because it is an important source of foreign exchange after mining, so it is particularly important to analyze the impact of climate change on aquaculture production in the Piura region. In this regard, the methodology used consisted of relating the climatic variables of maximum and minimum temperature, precipitation and relative humidity with the production of fan shell, shrimp and tilapia, by applying Hodrick-Prescott filters ($\lambda = 100$) and Dickey-Fuller hypothesis tests. The results show that each production has a different variation of minimum and maximum temperature within the permissible range, so the possibility of making forecasts regarding the effect of climate change is limited by the scarce information available. Climatic variables and their relationship with production explain more than 50% of its behavior, so it can be concluded that shrimp production is stationary in its first level. For the year 2020, the production of fan shells stands out with 36%, above the prawns which had 26%, verifying its stationarity in the second level.

Keywords: Tilapia, fan shell, shrimp, climatic variables.

¹ Estudiante de Ingeniería Económica, Instituto de Investigación en Economía y Eficiencia Productiva, Universidad Nacional de Frontera – UNF, Sullana, Piura, Perú.

Línea de Investigación: Economía, finanzas, eficiencia productiva, calidad y optimización
EMAIL: 2019201007@unf.edu.pe

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un diagnóstico de vulnerabilidad de la región Piura en el sector Pesquero y Acuícola frente al cambio climático, el señala que la actividad pesquera y acuícola en Piura registró un incremento de 50% en el periodo 2007 al 2013, alcanzando así en el 2013 los 514 millones de nuevos soles, que representa el 3% del valor agregado bruto total de la región. Según el INEI, la producción del sector primario estuvo promovida por la pesca y logró crecer más del 7%.

Según la Dirección General de Sostenibilidad Pesquera del Ministerio de la Producción el cambio climático afecta al sector pesca generando impactos ecológicos que afectan la productividad, distribución de especies, variabilidad de captura, estacionalidad de producción y cambios en el nivel del mar, además, genera impactos directos como infraestructuras, engranajes dañados en el mar, pérdida e incrementos de las rutas de navegación e inundación de comunidades de pesca. En el plano socioeconómico genera afluencia de pescadores migrantes, enfermedades y reducción de la rentabilidad en otros sectores.

Las altas temperaturas del mar peruano están cambiando radicalmente la manera en que los peces se mueven y habitan las corrientes oceánicas. Una de ellas, la de Humboldt es la más grande del mundo y conforma el ecosistema marino con mayor diversidad biológica y productividad por unidad de superficie. El Perú es el noveno productor pesquero a nivel mundial y el primero a nivel latinoamericano, con una producción de casi 4 millones de toneladas métricas cada año (PRODUCE, 2019).

Sin embargo, la corriente de Humboldt es una de las que más se ha visto afectada por el cambio climático, donde los efectos adversos se traducen en eventos devastadores para los ecosistemas marinos. Se calcula que alrededor de 56 millones de personas en el mundo subsisten de diferente manera de la pesca, fuente generadora de empleo en muchos países del mundo. Por lo tanto, el avance del calentamiento global podría poner en jaque la mayor fuente de supervivencia de gran parte de la población mundial, incidiendo de manera negativa en los ecosistemas marinos (PRODUCE, 2016).

Se han identificado los riesgos climáticos actuales a los que se encuentra expuesto la actividad pesquera, evaluando a nivel regional las dimensiones socioeconómicas, político-institucionales y ambientales, y con ello la propuesta de medidas de adaptación para la actividad acuícola en el “Estudio del Comportamiento de la Oferta Exportable Acuícola Ecuatoriana bajo los efectos del cambio climático en la Costa”.

Asimismo, el análisis del comportamiento de la oferta exportable acuícola ecuatoriana específicamente del camarón *Litopenaeus Vannamei* bajo los efectos de la variabilidad climática, toma en cuenta la incidencia de la temperatura superficial del mar, la temperatura ambiental, las precipitaciones sobre el total de libras exportadas y el FOB-UDS total que estas generaron, desarrollando un análisis interno y externo del sector camaronero mediante herramientas conocidas como FODA y PESTEL que buscan identificar el impacto y la relación entre las variables del cambio climático y el comportamiento de la oferta exportable.

El análisis de imágenes Landsat en los períodos 2007/2016 y 2017/2018, obtenidas en el Instituto Espacial Ecuatoriano, permitió evaluar la influencia de actividades de producción acuícola (*Litopenaeus vannamei*) en el cambio de uso del suelo del humedal.

Utilizando los sistemas de información geográfica se realizaron mapas temáticos para identificar los distintos usos del suelo y se calculó la tasa de cambio en los periodos antes mencionados. Los resultados muestran que el uso del suelo de la actividad acuícola de camarón aumentó entre el 2007 al 2016 en un 19,76 % y, entre el 2017 al 2018 en un 19,70 %. Con esto se concluye que las actividades de producción acuícola tienen un crecimiento acelerado en el sector, influyendo en el cambio de uso del suelo y trayendo consecuencias como la disminución del cuerpo de agua natural.

De acuerdo con el Instituto Nacional de Pesca (INP) del Ecuador, los cambios en la abundancia de peces estarían asociados a la sobre explotación pesquera, sin embargo, también escenarios de cambio climático pueden provocar cambios en su abundancia y organización espacial en especies de resiliencia reducida. La susceptibilidad del sector camaronero a precipitaciones frecuentes y cambios en las condiciones principalmente biológicas en su fuente de agua por el incremento de temperatura, podrían afectar los rendimientos actuales de producción.

Tomando como antecedentes investigaciones realizadas en Ecuador, por su cercanía con el mar y la costa de la región Piura es que se puede realizar un análisis del impacto del cambio climático en la producción acuícola de la región Piura.

La acuicultura en nuestro país tiene un escaso nivel de desarrollo, comparado con otros países de la región y está orientada al cultivo de pocas especies. Al primer semestre de 2008 el 82,91 % del área otorgada (19110,06 ha) corresponde a la actividad acuícola marina y 17,09 % (3938,93 ha) a la actividad acuícola continental. Los cultivos más desarrollados son los de concha de abanico y langostino, cuyas producciones son destinadas principalmente a la exportación. Asimismo, el cultivo de trucha se desarrolla en las zonas altoandinas y está dirigido tanto al mercado local como al de exportación. Otras especies cultivadas en zonas tropicales son peces nativos (Gamitana, Paco y Boquichico), y su producción se orienta al mercado local. Finalmente, la tilapia es cultivada en selva alta (San Martín) para consumo local y en la costa norte del país, para mercado interno y para exportación. La Actividad de acuicultura en el Perú se ha venido incrementando en los últimos años, a finales del año 2000, se contaba con 1115 derechos otorgados en 10809 hectáreas de espejo de agua vigentes, al primer semestre de 2008 existen 3172 derechos de acuicultura en 23048,99 hectáreas de espejo de agua, lo cual señala que la actividad de acuicultura se está convirtiendo en una alternativa de desarrollo para la población.

En lo que respecta a langostinos, la producción piurana se centra en una innovadora adaptación de la especie al cultivo en agua dulce, y en integración con la agroindustria en el uso del valioso recurso agua (economía circular). Mientras que, el emprendimiento de producción de tilapia emplea tecnología de mayor nivel, mejores estrategias comerciales y constituye una de las acuiculturas de la especie de mayor importancia en el país.

Por detrás de Piura, se ubicó Puno, con un 24 % de la producción acuícola nacional en el 2020; mientras que, el tercer lugar fue para Tumbes, con el 23 % de la producción del sector. Entre Piura, Puno y Tumbes acapararon casi el 80 % de la producción acuícola peruana el año pasado.

El crecimiento se explica en la diversificación de la producción de Piura en tres especies: conchas, langostinos y tilapia.

De acuerdo con Christian Berger, especialista de Ingeniería Acuícola de la Universidad Científica del Sur, afirmó que “En particular, es remarcable la significativa producción de concha de abanico, mucha de ella a partir de la gestión de organizaciones de pescadores artesanales convertidos en acuicultores, así como también de empresas tecnificadas. Ello conlleva favorables impactos sociales, económicos y comerciales”.

En el 2020, el sector acuícola produjo más de 141000 toneladas, de acuerdo con PRODUCE. Dicho monto permitió que en el periodo del 2013 al 2020, el sector registrara un crecimiento promedio anual del 20 %. Este avance se justifica en el impulso de medidas promotoras para la acuicultura, así como la concreción de nuevas inversiones y emprendimientos, y en la aplicación nuevos sistemas intensivos de producción, como el caso de los langostinos en invernaderos, que han derivado en mayores rendimientos.

Pese a ello, la acuicultura peruana se mantiene como poco diversificada y vulnerable a diferentes amenazas, entre las que destacan las climáticas, de competitividad y de eventuales epidemias. En la concentración de la acuicultura peruana en el año 2020 resaltan las truchas (51910 toneladas, un 37 % del total), las conchas de abanico (47002 toneladas, 33 %) y los langostinos (36725 toneladas, 26 %).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Variables Climáticas

A). Humedad Relativa

La humedad relativa (HR) es la medida del contenido de vapor de agua en el aire, es la cantidad de vapor de agua presente en el aire expresada como un porcentaje (% HR) de la cantidad necesaria para lograr la saturación a esa temperatura. La humedad relativa es fuertemente proporcional a la temperatura y altamente sensible a sus cambios. Esto significa que, si tiene una temperatura estable en su sistema, su humedad relativa también lo será. Además de la temperatura, la humedad relativa también depende de la presión del sistema en cuestión.

B). Temperatura máxima

La temperatura máxima es la mayor temperatura registrada en un día (máxima diaria). También se le puede aplicar al mes (máxima mensual), al año (máxima anual) o bien referirse a la temperatura máxima registrada en un lugar durante un largo período de tiempo (máxima absoluta) (SISDHIM).

C). Temperatura mínima

Es el valor más bajo de la temperatura del aire registrada durante un periodo de observación (cada 24 horas). La temperatura mínima es uno de los elementos más importantes del tiempo, que ejerce gran influencia en la vida humana, en la de los animales y de las plantas. Es un elemento determinante de las condiciones de vida y productividad en las diversas regiones del país. La temperatura mínima alcanzada en el día es registrada diariamente, mediante el uso de termómetros de alcohol, en los que un menisco en el tubo capilar es desplazado hasta alcanzar el valor mínimo. (SISDHIM, Sistema de Información del Medio Ambiente)

D). Precipitación

El término precipitación se utiliza en meteorología para referirse a todos los fenómenos de la caída de agua del cielo en cualquier forma: lluvia, granizo, nieve, entre otros.

La precipitación se conoce generalmente como precipitaciones, en plural, para reflejar la diversidad de estos eventos climáticos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis de la evolución de las series estadísticas del sector acuícola

La tabla 1, muestra la serie de tiempo anual de los niveles de producción de concha de abanico en la región Piura, desde el año 2005 al 2019.

En la figura 1, se muestra el comportamiento de la serie de tiempo anual de la producción de concha de abanico en la región Piura, mediante la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott ($\lambda = 100$).

Tabla 1.

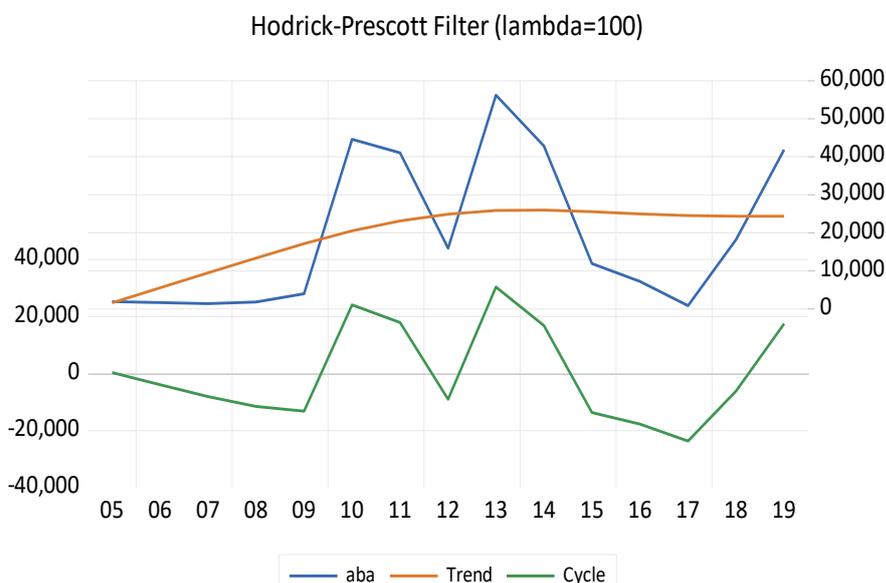
Producción de concha de abanico desde el 2005 al 2019

N	Año	Especie	Producción
1	2005	1	1949.1
1	2006	1	1678.7
1	2007	1	1409.5
1	2008	1	1847.2
1	2009	1	3967.2
1	2010	1	44581.1
1	2011	1	41038.8
1	2012	1	15940.0
1	2013	1	56205.7
1	2014	1	42807.4
1	2015	1	11891.6
1	2016	1	7205.8
1	2017	1	838.9
1	2018	1	18225.6
1	2019	1	41860.9

Nota. Elaboración propia, datos tomados de PRODUCE

Figura 1

Comportamiento de la serie anual de la producción de concha de abanico en la región Piura, desde el 2005 al 2019.



Nota. Elaboración propia, datos tomados de PRODUCE

En la tabla 2, se muestra la prueba de hipótesis realizada a la producción de concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define que:

- H0: La serie producción conchas de abanico presenta raíz unitaria y no es estacionaria
- H1: La serie producción conchas de abanico no presenta raíz unitaria y es estacionaria

Si el p-value es mayor al 5 %, acepto H0; si el p-value es menor al 5 % rechazo H0. Como el p-value es igual a 0,47 mayor que 0,05, entonces acepto la hipótesis nula y la serie producción de concha de abanico presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 2.

Prueba de hipótesis de la producción de concha de abanico

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.161232	0.4721
Test critical values:		
1% level	-4.800080	
5% level	-3.791172	
10% level	-3.342253	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 14

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D (ABA)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2006 - 2019

Included observations: 14 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
ABA (-1)	-0.608524	0.281563	-2.161232	0.0536
C	7171.115	11211.08	0.639646	0.5355
@Trend ("2005")	870.4342	1322.855	0.657997	0.5241
R-squared	0.298788	Mean dependent var		2850.838
Adjusted R-squared	0.171295	S.D. dependent var		21236.90
S.E. of regression	19332.63	Akaike info criterion		22.76439
Sum squared resid	4.11E+09	Schwarz criterion		22.90133
Log likelihood	-156.3507	Hannan-Quinn criter.		22.75171
F-statistic	2.343567	Durbin-Watson stat		1.763587
Prob(F-statistic)	0.141961			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 3, se muestra la prueba de hipótesis realizada a la producción de concha de abanico en primera diferencia en la región Piura, para lo cual se define que:

H0: La serie producción conchas de abanico en primera diferencia presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie producción conchas de abanico en primera diferencia no presenta raíz unitaria y es estacionaria

Como el p-value es igual a 0,41 mayor al 0,05, entonces acepto la hipótesis nula y la serie producción concha de abanico en primera diferencia presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

En la tabla 4, se muestra la prueba de hipótesis realizada a la producción de concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define que:

H0: La serie producción conchas de abanico en segunda diferencia presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie producción conchas de abanico en segunda diferencia no presenta raíz unitaria y es estacionaria

Como el p-value es igual a 0,02 menor al 0,05, entonces rechazo la hipótesis nula y la serie producción de concha de abanico en segunda diferencia no presenta raíz unitaria, por lo tanto, es estacionaria.

Tabla 3.

Prueba de hipótesis de la producción de conchas de abanico en primera diferencia

Null Hypothesis: D(ABA) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.276549	0.4084
Test critical values:		
1% level	-5.295384	
5% level	-4.008157	
10% level	-3.460791	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 10

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ABA,2)

Method: Least Squares
 Sample (adjusted): 2010 - 2019
 Included observations: 10 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(ABA (-1))	-3.643805	1.600583	-2.276549	0.0851
D(ABA (-1), 2)	2.281637	1.334281	1.710012	0.1624
D(ABA (-2), 2)	1.198172	0.877877	1.364852	0.2440
D(ABA (-3), 2)	0.813345	0.480437	1.692928	0.1657
C	63299.05	43376.69	1.459287	0.2183
@Trend("2005")	-6100.734	4401.449	-1.386074	0.2380
R-squared	0.795708	Mean dependent var		2151.527
Adjusted R-squared	0.540344	S.D. dependent var		37421.39
S.E. of regression	25370.94	Akaike info criterion		23.40431
Sum squared resid	2.57E+09	Schwarz criterion		23.58586
Log likelihood	-111.0215	Hannan-Quinn criter.		23.20514
F-statistic	3.115971	Durbin-Watson stat		1.699498
Prob(F-statistic)	0.146760			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

Tabla 4.

Prueba de hipótesis de la producción de conchas de abanico en segunda diferencia

Null Hypothesis: D(ABA,2) has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.807291	0.0153
Test critical values:		
1% level	-5.124875	
5% level	-3.933364	
10% level	-3.420030	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 11

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(ABA,3)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2009 2019

Included observations: 11 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(ABA (-1), 2)	-2.354459	0.489768	-4.807291	0.0019
D(ABA (-1), 3)	0.666442	0.293429	2.271221	0.0574
C	-8403.267	26598.40	-0.315931	0.7613
@Trend ("2005")	1249.678	2791.773	0.447629	0.6679
R-squared	0.831241	Mean dependent var		503.7818
Adjusted R-squared	0.758916	S.D. dependent var		59473.38
S.E. of regression	29201.62	Akaike info criterion		23.67712
Sum squared resid	5.97E+09	Schwarz criterion		23.82181
Log likelihood	-126.2242	Hannan-Quinn criter.		23.58592
F-statistic	11.49310	Durbin-Watson stat		1.920284
Prob(F-statistic)	0.004284			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

La tabla 5, muestra la serie anual de niveles de producción de langostino desde el año 2005 al 2019.

Tabla 5.

Producción del langostino en la región Piura desde el 2005 al 2019

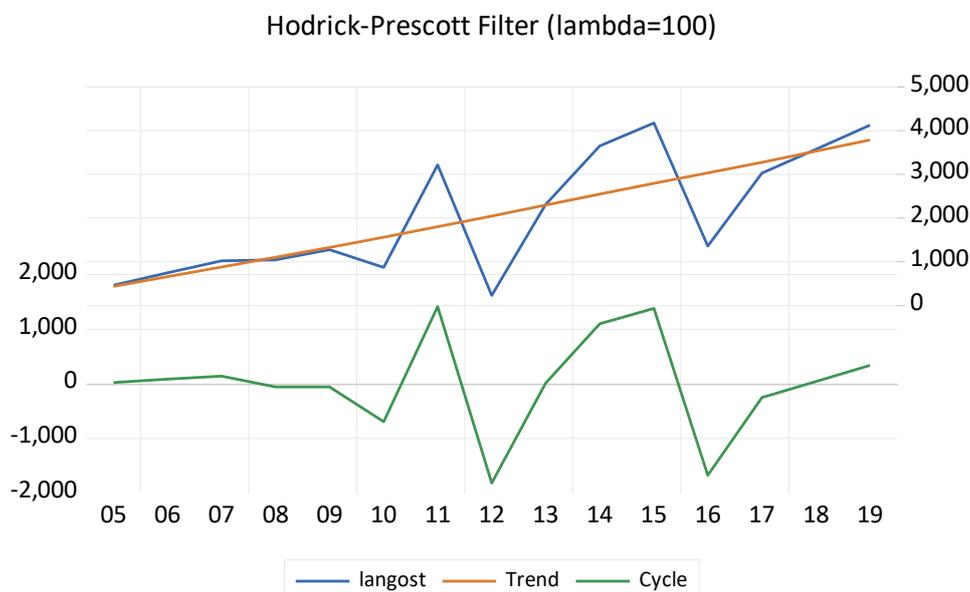
N	Año	Especie	Producción
2	2005	2	464.1
2	2006	2	747.5
2	2007	2	1024.1
2	2008	2	1047.9
2	2009	2	1277.1
2	2010	2	870.3
2	2011	2	3215.6
2	2012	2	231.4
2	2013	2	2310.9
2	2014	2	3648.4
2	2015	2	4174.8
2	2016	2	1359.5
2	2017	2	3026.9
2	2018	2	3574.7
2	2019	2	4125.9

Nota. Elaboración propia, datos tomados de PRODUCE

En la figura 2, se muestra el comportamiento de la serie de tiempo anual de la producción de langostino en la región Piura, mediante la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott ($\lambda = 100$).

Figura 2.

Comportamiento de la serie anual de la producción de langostino en la región Piura



Nota. Elaboración propia, datos tomados de PRODUCE

En la tabla 6, se muestra la prueba de hipótesis realizada a la producción de langostino en la región Piura, para lo cual se define que:

H0: La serie producción langostino presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie producción langostino no presenta raíz unitaria y es estacionaria

Si el p-value es mayor al 5 %, acepto H0; si p-value es menor al 5 % rechazo H0. Como el p-value es igual a 0,04 menor al 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula y la serie producción de langostino no presenta raíz unitaria, por lo tanto, es estacionaria.

Tabla 6.

Prueba de hipótesis de la producción de langostino en la región Piura

Null Hypothesis: LANGOST has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.939180	0.0457
Test critical values:		
1% level	-4.992279	
5% level	-3.875302	
10% level	-3.388330	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 12

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(LANGOST)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2008 - 2019

Included observations: 12 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
Langost (-1)	-2.965426	0.752803	-3.939180	0.0056
D(Langost (-1))	1.260231	0.542320	2.323775	0.0531
D(Langost (-2))	0.571754	0.313741	1.822376	0.1112
C	239.8511	711.1230	0.337285	0.7458
@Trend ("2005")	701.8538	186.9133	3.754969	0.0071
R-squared	0.810963	Mean dependent var		258.4833
Adjusted R-squared	0.702942	S.D. dependent var		1692.843
S.E. of regression	922.6512	Akaike info criterion		16.78672
Sum squared resid	5958997.	Schwarz criterion		16.98876
Log likelihood	-95.72030	Hannan-Quinn criter.		16.71191
F-statistic	7.507446	Durbin-Watson stat		1.982732
Prob(F-statistic)	0.011274			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

La tabla 7, muestra los datos de la serie anual de niveles de producción de Tilapia en la región Piura desde el 2005 al 2019

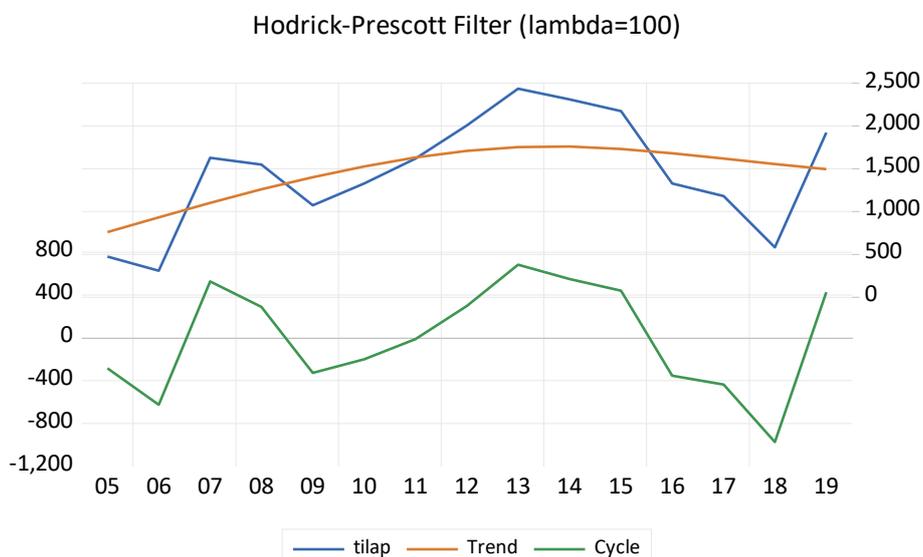
Tabla 7.
Producción de tilapia en la región Piura desde el 2005 al 2019

N	Año	Especie	Producción
3	2005	3	475.9
3	2006	3	309.1
3	2007	3	1629.0
3	2008	3	1549.6
3	2009	3	1074.5
3	2010	3	1327.7
3	2011	3	1619.9
3	2012	3	2006.5
3	2013	3	2434.8
3	2014	3	2309.1
3	2015	3	2173.3
3	2016	3	1328.2
3	2017	3	1182.0
3	2018	3	583.2
3	2019	3	1921.8

Nota. Elaboración propia, datos tomados de PRODUCE

En la figura 3, se muestra el comportamiento de la serie de tiempo anual de la producción de langostino en la región Piura, mediante la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott ($\lambda = 100$).

Figura 3.
Comportamiento de la producción de tilapia en la región Piura



Nota. Elaboración propia, datos tomados de PRODUCE

En la tabla 8, se muestra la prueba de hipótesis realizada a la producción de tilapia en la región Piura, para lo cual se define que:

H0: La serie producción tilapia presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie producción tilapia no presenta raíz unitaria y es estacionaria

Si p-value es mayor al 5 %, acepto H0; si p-value es menor al 5 % rechazo H0

Como el p-value es igual a 0,48 mayor al 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula y la serie producción de tilapia presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 8.

Prueba de hipótesis de la producción de tilapia en la región Piura

Null Hypothesis: TILAP has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.138981	0.4829
Test critical values:		
1% level	-4.800080	
5% level	-3.791172	
10% level	-3.342253	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 14

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TILAP)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2006 - 2019

Included observations: 14 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TILAP(-1)	-0.536601	0.250868	-2.138981	0.0557
C	800.5640	420.0939	1.905679	0.0831
@Trend("2005")	9.252420	40.22729	0.230004	0.8223
R-squared	0.302929	Mean dependent var		103.2793
Adjusted R-squared	0.176189	S.D. dependent var		635.8031
S.E. of regression	577.0806	Akaike info criterion		15.74125
Sum squared resid	3663243.	Schwarz criterion		15.87819
Log likelihood	-107.1888	Hannan-Quinn criter.		15.72857
F-statistic	2.390157	Durbin-Watson stat		1.815482
Prob(F-statistic)	0.137412			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 9, se muestra la prueba de hipótesis realizada a la producción de tilapia en primera diferencia en la región Piura, para lo cual se define que:

H0: La serie producción tilapia en primera diferencia presenta raíz unitaria y no es estacionaria.

H1: La serie producción tilapia en primera diferencia no presenta raíz unitaria y es estacionaria.

El p-value es igual a 0,61 mayor al 0,05, entonces acepto la hipótesis nula y la serie producción tilapia en primera diferencia presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 9.

Prueba de hipótesis de la producción de tilapia en primera diferencia en la región Piura

Null Hypothesis: D(TILAP) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.850588	0.6129
Test critical values:		
1% level	-5.124875	
5% level	-3.933364	
10% level	-3.420030	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 11

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TILAP,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2009 - 2019

Included observations: 11 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(TILAP(-1))	-1.891654	1.022191	-1.850588	0.1137
D(TILAP(-1),2)	0.678232	0.743644	0.912038	0.3969
D(TILAP(-2),2)	0.485802	0.454345	1.069236	0.3261
C	514.4810	928.0362	0.554376	0.5994
@Trend("2005")	-49.78027	98.40338	-0.505880	0.6310
R-squared	0.479456	Mean dependent var		128.9082
Adjusted R-squared	0.132427	S.D. dependent var		759.8083
S.E. of regression	707.7130	Akaike info criterion		16.26491
Sum squared resid	3005146.	Schwarz criterion		16.44577
Log likelihood	-84.45700	Hannan-Quinn criter.		16.15090
F-statistic	1.381600	Durbin-Watson stat		1.885584
Prob(F-statistic)	0.343931			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 10, se muestra la prueba de hipótesis realizada a la producción de tilapia en segunda diferencia en la región Piura, para lo cual se define que:

H0: La serie producción tilapia en segunda diferencia presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie producción tilapia en segunda diferencia no presenta raíz unitaria y es estacionaria

El p-value es igual a 0,71 mayor al 0,05, entonces acepto la hipótesis nula y la serie producción tilapia en segunda diferencia presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 10.

Prueba de hipótesis de la producción de tilapia en segunda diferencia

Null Hypothesis: D(TILAP,2) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.602912	0.7181
Test critical values:		
1% level	-5.295384	
5% level	-4.008157	
10% level	-3.460791	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 10

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TILAP,3)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2010 2019

Included observations: 10 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(TILAP(-1),2)	-2.199380	1.372116	-1.602912	0.1699
D(TILAP(-1),3)	0.238147	0.916485	0.259848	0.8053
D(TILAP(-2),3)	0.266431	0.476368	0.559297	0.6001
C	125.6847	995.3527	0.126271	0.9044
@TREND("2005")	-0.859587	101.2680	-0.008488	0.9936
R-squared	0.694123	Mean dependent var		233.3050
Adjusted R-squared	0.449421	S.D. dependent var		1123.490
S.E. of regression	833.6409	Akaike info criterion		16.59634
Sum squared resid	3474786.	Schwarz criterion		16.74763
Log likelihood	-77.98168	Hannan-Quinn criter.		16.43037
F-statistic	2.836605	Durbin-Watson stat		0.775568
Prob(F-statistic)	0.141538			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

La tabla 11, muestra los datos de la serie anual de humedad relativa desde el 2005 al 2019 para la producción de concha de abanico, langostino y tilapia, en la región Piura.

Tabla 11.

Humedad relativa para la producción de concha de abanico, langostino y tilapia, en la región Piura desde el año 2005 al 2019.

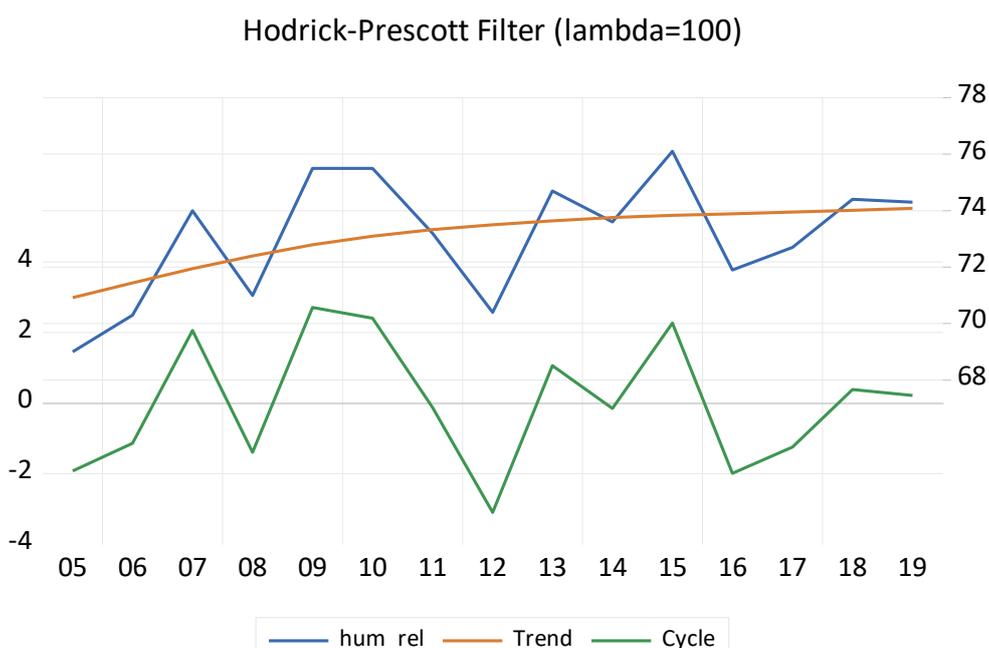
Año	Concha de Abanico	Langostino	Tilapia	Humedad relativa
2005	1949.1	464.1	475.9	69.0
2006	1678.7	747.5	309.1	70.3
2007	1409.5	1024.1	1629.0	74.0
2008	1847.2	1047.9	1549.6	71.0
2009	3967.2	1277.1	1074.5	75.5
2010	44581.1	870.3	1327.7	75.5
2011	41038.8	3215.6	1619.9	73.2
2012	15940.0	231.4	2006.5	70.4
2013	56205.7	2310.9	2434.8	74.7
2014	42807.4	3648.4	2309.1	73.6
2015	11891.6	4174.8	2173.3	76.1
2016	7205.8	1359.5	1328.2	71.9
2017	838.9	3026.9	1182.0	72.7
2018	18225.6	3574.7	583.2	74.4
2019	41860.9	4125.9	1921.8	74.3

Nota. Elaboración propia, datos tomados de SENAMHI y PRODUCE

En la figura 4, se muestra el comportamiento de la serie de tiempo anual de la humedad relativa en la producción de langostino, concha de abanico y tilapia en la región Piura, mediante la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott ($\lambda = 100$).

Figura 4.

Comportamiento de la humedad relativa en la producción de langostino, concha de abanico y tilapia en la región Piura.



Nota. Elaboración propia, datos tomados de SENAMHI y PRODUCE

En la tabla 12, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de humedad relativa de la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define:

H0: La serie Humedad relativa presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie Humedad relativa no presenta raíz unitaria y es estacionaria

Si p-value es mayor al 5 %, acepto H0; si p-value es menor al 5 % rechazo H0

Como el p-value es igual a 0,29 mayor al 0,05, entonces acepto la hipótesis nula y la serie Humedad relativa presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 12.

Prueba de hipótesis de los datos de humedad relativa de la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura

Null Hypothesis: HUM_REL has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.577940	0.2939
Test critical values:		
1% level	-4.992279	
5% level	-3.875302	
10% level	-3.388330	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 12

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(HUM_REL)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2008 - 2019

Included observations: 12 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
HUM_REL(-1)	-1.721587	0.667815	-2.577940	0.0366
D(HUM_REL(-1))	0.401167	0.461820	0.868664	0.4138
D(HUM_REL(-2))	0.201679	0.301693	0.668489	0.5252
C	125.3312	48.35154	2.592082	0.0358
@Trend("2005")	0.138198	0.200155	0.690456	0.5121
R-squared	0.654452	Mean dependent var		0.025000
Adjusted R-squared	0.456996	S.D. dependent var		2.852471
S.E. of regression	2.101952	Akaike info criterion		4.617947
Sum squared resid	30.92742	Schwarz criterion		4.819991
Log likelihood	-22.70768	Hannan-Quinn criter.		4.543143
F-statistic	3.314418	Durbin-Watson stat		1.893242
Prob(F-statistic)	0.079809			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 13, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de humedad relativa en primera diferencia, para lo cual se define:

H0: La serie Humedad relativa en primera diferencia presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie Humedad relativa en primera diferencia no presenta raíz unitaria y es estacionaria

El p-value es igual a 0,16 mayor al 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula y la serie Humedad relativa en primera diferencia presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 13.

Prueba de hipótesis de la humedad relativa en primera diferencia

Null Hypothesis: D(HUM_REL) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.040199	0.1667
Test critical values:		
1% level	-5.124875	
5% level	-3.933364	
10% level	-3.420030	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 11

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(HUM_REL,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2009 2019

Included observations: 11 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(HUM_REL(-1))	-2.790348	0.917818	-3.040199	0.0228
D(HUM_REL(-1),2)	1.086602	0.687589	1.580308	0.1651
D(HUM_REL(-2),2)	0.513682	0.355255	1.445953	0.1983
C	3.332983	2.863604	1.163912	0.2886
@Trend("2005")	-0.305219	0.295495	-1.032905	0.3415
R-squared	0.824749	Mean dependent var		0.263636
Adjusted R-squared	0.707915	S.D. dependent var		4.977403
S.E. of regression	2.690034	Akaike info criterion		5.119940
Sum squared resid	43.41769	Schwarz criterion		5.300801
Log likelihood	-23.15967	Hannan-Quinn criter.		5.005932
F-statistic	7.059142	Durbin-Watson stat		1.639168
Prob(F-statistic)	0.018700			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 14, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de humedad relativa en segunda diferencia, para lo cual se define:

H0: La serie Humedad relativa en segunda diferencia presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie Humedad relativa en segunda diferencia no presenta raíz unitaria y es estacionaria

El p-value es igual a 0,06 mayor al 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula y la serie Humedad relativa en segunda diferencia presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 14.

Prueba de hipótesis de la Humedad relativa en segunda diferencia

Null Hypothesis: D(HUM_REL,2) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.761378	0.0686
Test critical values: 1% level	-5.295384	
5% level	-4.008157	
10% level	-3.460791	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 10

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(HUM_REL,3)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2010 - 2019

Included observations: 10 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(HUM_REL(-1),2)	-3.472979	0.923326	-3.761378	0.0131
D(HUM_REL(-1),3)	1.499670	0.701974	2.136362	0.0857
D(HUM_REL(-2),3)	0.625275	0.333594	1.874359	0.1197
C	-3.053645	3.759966	-0.812147	0.4536
@Trend("2005")	0.258276	0.378309	0.682713	0.5251
R-squared	0.918464	Mean dependent var		-0.930000
Adjusted R-squared	0.853235	S.D. dependent var		8.853882
S.E. of regression	3.391917	Akaike info criterion		5.587520
Sum squared resid	57.52549	Schwarz criterion		5.738813
Log likelihood	-22.93760	Hannan-Quinn criter.		5.421553
F-statistic	14.08062	Durbin-Watson stat		2.424908
Prob(F-statistic)	0.006257			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 15, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de temperatura máxima de la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define:

Tabla 15.

Temperatura máxima en la producción de concha de abanico, langostino y tilapia, en la región Piura desde el año 2005 al 2019

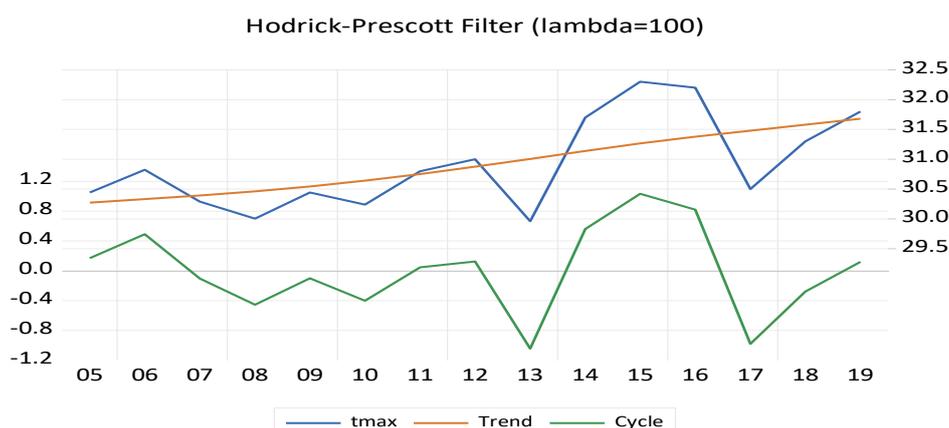
Año	Concha Abanico	Langostino	Tilapia	Temperatura máxima
2005	1949.1	464.1	475.9	30.4
2006	1678.7	747.5	309.1	30.8
2007	1409.5	1024.1	1629.0	30.3
2008	1847.2	1047.9	1549.6	30.0
2009	3967.2	1277.1	1074.5	30.4
2010	44581.1	870.3	1327.7	30.2
2011	41038.8	3215.6	1619.9	30.8
2012	15940.0	231.4	2006.5	31.0
2013	56205.7	2310.9	2434.8	30.0
2014	42807.4	3648.4	2309.1	31.7
2015	11891.6	4174.8	2173.3	32.3
2016	7205.8	1359.5	1328.2	32.2
2017	838.9	3026.9	1182.0	30.5
2018	18225.6	3574.7	583.2	31.3
2019	41860.9	4125.9	1921.8	31.8

Nota. Elaboración propia, datos tomados de SENAMHI y PRODUCE

En la figura 5, se muestra el comportamiento de la serie de tiempo anual de la temperatura máxima en la producción de langostino, concha de abanico y tilapia en la región Piura, mediante la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott ($\lambda = 100$).

Figura 5

Comportamiento de la temperatura máxima en la producción de langostino, concha de abanico y tilapia en la región Piura.



Nota. Elaboración propia, datos tomados de SENAMHI y PRODUCE

En la tabla 16, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de temperatura máxima de la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define:

H0: La serie Temperatura Máxima presenta raíz unitaria y no es estacionaria

H1: La serie Temperatura Máxima no presenta raíz unitaria y es estacionaria

Si p-value es mayor al 5 %, acepto H0; si p-value es menor al 5 % rechazo H0

Como el p-value es igual a 0,16 mayor al 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula y la serie Temperatura Máxima presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 16.

Prueba de hipótesis de la temperatura máxima de la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura

Null Hypothesis: TMAX has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.017997	0.1618
Test critical values: 1% level	-4.800080	
5% level	-3.791172	
10% level	-3.342253	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 14

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TMAX)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2006 - 2019

Included observations: 14 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TMAX(-1)	-0.898877	0.297839	-3.017997	0.0117
C	27.04526	8.970266	3.014989	0.0118
@Trend("2005")	0.105155	0.054143	1.942160	0.0782
R-squared	0.455339	Mean dependent var		0.096947
Adjusted R-squared	0.356310	S.D. dependent var		0.841679
S.E. of regression	0.675281	Akaike info criterion		2.240035
Sum squared resid	5.016056	Schwarz criterion		2.376976
Log likelihood	-12.68025	Hannan-Quinn criter.		2.227359
F-statistic	4.598029	Durbin-Watson stat		1.927328
Prob(F-statistic)	0.035375			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 17, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de temperatura máxima en primera diferencia, para lo cual se define:

H0: La serie Temperatura máxima en primera diferencia presenta raíz unitaria y no es estacionaria.

H1: La serie Temperatura máxima en primera diferencia no presenta raíz unitaria y es estacionaria.

Como el p-value es igual a 0,12 mayor al 0,05, entonces acepto la hipótesis nula y la serie Temperatura máxima en primera diferencia presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 17.

Prueba de hipótesis de la temperatura máxima en primera diferencia

Null Hypothesis: D(TMAX) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.233347	0.1292
Test critical values: 1% level	-5.124875	
5% level	-3.933364	
10% level	-3.420030	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 11

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TMAX,2)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2009 - 2019

Included observations: 11 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(TMAX(-1))	-2.765664	0.855356	-3.233347	0.0178
D(TMAX(-1),2)	1.188620	0.629316	1.888749	0.1078
D(TMAX(-2),2)	0.604489	0.447087	1.352060	0.2251
C	0.299692	0.828162	0.361876	0.7298
@Trend("2005")	-0.000457	0.088334	-0.005170	0.9960
R-squared	0.774326	Mean dependent var		0.071160
Adjusted R-squared	0.623876	S.D. dependent var		1.466337
S.E. of regression	0.899289	Akaike info criterion		2.928530
Sum squared resid	4.852320	Schwarz criterion		3.109391
Log likelihood	-11.10691	Hannan-Quinn criter.		2.814522
F-statistic	5.146751	Durbin-Watson stat		2.129981
Prob(F-statistic)	0.038192			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 18, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de humedad relativa en segunda diferencia, para lo cual se define:

H0: La serie Temperatura Máxima en segunda diferencia presenta raíz unitaria y no es estacionaria.

H1: La serie Temperatura Máxima en segunda diferencia no presenta raíz unitaria y es estacionaria.

Como el p-value es igual a 0,13 mayor al 0,05, entonces se acepta la hipótesis nula y la serie producción Temperatura máxima en segunda diferencia presenta raíz unitaria, por lo tanto, es no estacionaria.

Tabla 18.

Prueba de hipótesis de la temperatura máxima en segunda diferencia

Null Hypothesis: D(TMAX,2) has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.276970	0.1340
Test critical values: 1% level	-5.521860	
5% level	-4.107833	
10% level	-3.515047	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 9

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TMAX,3)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2011 - 2019

Included observations: 9 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(TMAX(-1),2)	-6.462196	1.972003	-3.276970	0.0465
D(TMAX(-1),3)	4.056108	1.615716	2.510408	0.0869
D(TMAX(-2),3)	2.339878	1.087995	2.150633	0.1206
D(TMAX(-3),3)	0.728121	0.512796	1.419903	0.2507
C	2.541866	1.834587	1.385525	0.2599
@Trend("2005")	-0.258170	0.182009	-1.418444	0.2511
R-squared	0.933907	Mean dependent var		0.037608
Adjusted R-squared	0.823752	S.D. dependent var		2.762672
S.E. of regression	1.159822	Akaike info criterion		3.369131
Sum squared resid	4.035562	Schwarz criterion		3.500614
Log likelihood	-9.161091	Hannan-Quinn criter.		3.085391
F-statistic	8.478116	Durbin-Watson stat		2.448169
Prob(F-statistic)	0.054301			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 19, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de temperatura mínima de la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define:

Tabla 19.

Temperatura mínima en la producción de concha de abanico, langostino y tilapia, en la región Piura desde el año 2005 al 2019.

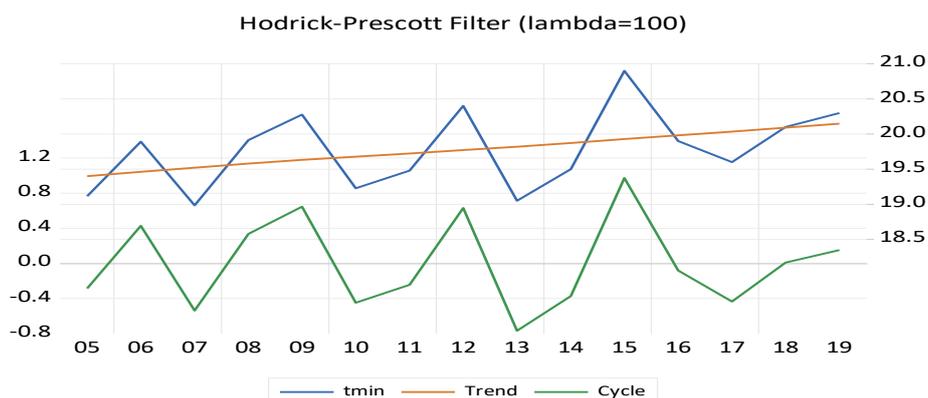
Año	Concha Abanico	Langostinos	Tilapia	Temperatura mínima
2005	1949.1	464.1	475.9	19.1
2006	1678.7	747.5	309.1	19.9
2007	1409.5	1024.1	1629.0	19.0
2008	1847.2	1047.9	1549.6	19.9
2009	3967.2	1277.1	1074.5	20.3
2010	44581.1	870.3	1327.7	19.2
2011	41038.8	3215.6	1619.9	19.5
2012	15940.0	231.4	2006.5	20.4
2013	56205.7	2310.9	2434.8	19.1
2014	42807.4	3648.4	2309.1	19.5
2015	11891.6	4174.8	2173.3	20.9
2016	7205.8	1359.5	1328.2	19.9
2017	838.9	3026.9	1182.0	19.6
2018	18225.6	3574.7	583.2	20.1
2019	41860.9	4125.9	1921.8	20.3

Nota. Elaboración propia, datos tomados de SENAMHI y PRODUCE

En la figura 6, se muestra el comportamiento de la serie de tiempo anual de la temperatura mínima en la producción de langostino, concha de abanico y tilapia en la región Piura, mediante la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott ($\lambda = 100$).

Figura 6.

Comportamiento de la temperatura máxima en la producción de langostino, concha de abanico y tilapia en la región Piura.



Nota. Elaboración propia, datos tomados de SENAMHI

En la tabla 20, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de temperatura mínima de la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define:

H0: La serie Temperatura Mínima presenta raíz unitaria y no es estacionaria.

H1: La serie Temperatura Mínima no presenta raíz unitaria y es estacionaria.

Si el p-value es mayor al 5%, acepto H0; si pvalue es menor al 5% rechazo H0
 Como el p-value es igual a 0,0 menor al 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula y la serie Temperatura Mínima no presenta raíz unitaria, por lo tanto, es estacionaria.

Tabla 20.

Prueba de hipótesis de la temperatura mínima de la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura.

Null Hypothesis: TMIN has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.377000	0.0012
Test critical values:		
1% level	-4.886426	
5% level	-3.828975	
10% level	-3.362984	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 13

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(TMIN)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2007 2019

Included observations: 13 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TMIN(-1)	-2.316045	0.363187	-6.377000	0.0001
D(TMIN(-1))	0.729605	0.218209	3.343612	0.0086
C	44.94088	7.063135	6.362738	0.0001
@Trend("2005")	0.107847	0.032099	3.359855	0.0084
R-squared	0.852807	Mean dependent var		0.031444
Adjusted R-squared	0.803743	S.D. dependent var		0.874568
S.E. of regression	0.387442	Akaike info criterion		1.189157
Sum squared resid	1.350999	Schwarz criterion		1.362987
Log likelihood	-3.729518	Hannan-Quinn criter.		1.153427
F-statistic	17.38143	Durbin-Watson stat		1.561773
Prob(F-statistic)	0.000437			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

En la tabla 21, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de precipitación relacionada a la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define:

Tabla 21.

Precipitación acumulada anual relacionada a la producción de concha de abanico, langostino y tilapia, en la región Piura desde el año 2005 al 2019.

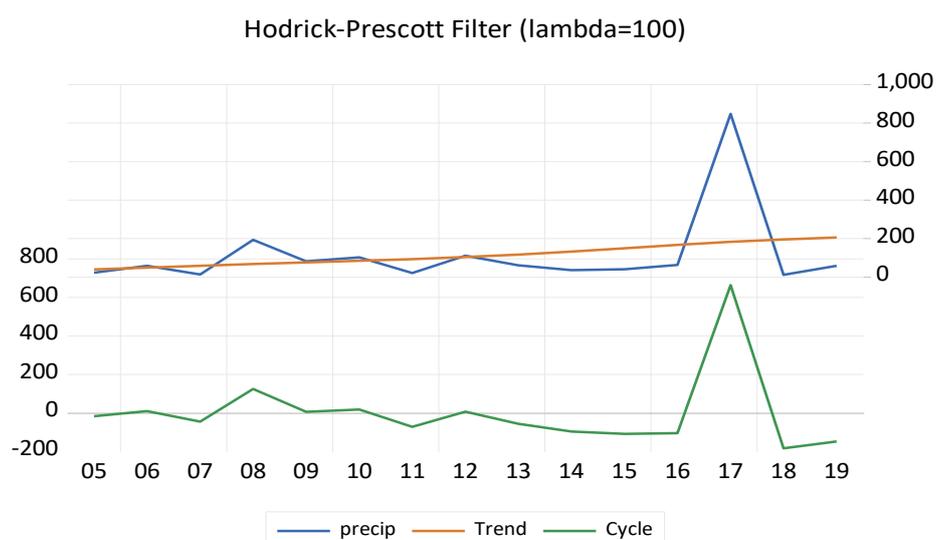
Año	Concha de Abanico	Langostino	Tilapia	Precipitación
2005	1949.1	464.1	475.9	23.7
2006	1678.7	747.5	309.1	59.4
2007	1409.5	1024.1	1629.0	14.3
2008	1847.2	1047.9	1549.6	193.5
2009	3967.2	1277.1	1074.5	82.8
2010	44581.1	870.3	1327.7	102.9
2011	41038.8	3215.6	1619.9	21.9
2012	15940.0	231.4	2006.5	111.3
2013	56205.7	2310.9	2434.8	61.6
2014	42807.4	3648.4	2309.1	36.1
2015	11891.6	4174.8	2173.3	41.4
2016	7205.8	1359.5	1328.2	63.5
2017	838.9	3026.9	1182.0	847.9
2018	18225.6	3574.7	583.2	12.4
2019	41860.9	4125.9	1921.8	58.6

Nota. Elaboración propia, datos tomados de SENAMHI y PRODUCE

En la figura 7, se muestra el comportamiento de la serie de tiempo anual de la precipitación acumulada anual relacionada a la producción de langostino, concha de abanico y tilapia en la región Piura, mediante la aplicación de los filtros Hodrick-Prescott (lambda = 100).

Figura 7.

Comportamiento de la precipitación acumulada anual relacionada a la producción de langostino, concha de abanico y tilapia en la región Piura.



Nota. Elaboración propia, datos tomados de SENAMHI y PRODUCE

En la tabla 22, se muestra la prueba de hipótesis realizada a los datos de la precipitación acumulada anual relacionada a la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura, para lo cual se define:

H0: La serie Precipitaciones presenta raíz unitaria y no es estacionaria.

H1: La serie Precipitaciones no presenta raíz unitaria y es estacionaria.

El p-value es igual a 0,02 menor al 0,05, entonces rechazo la hipótesis nula y la serie Precipitaciones presenta raíz unitaria, por lo tanto, es estacionaria.

Tabla 22.

Prueba de hipótesis de la precipitación acumulada anual relacionada a la producción de tilapia, langostinos y concha de abanico en la región Piura.

Null Hypothesis: PRECIP has a unit root

Exogenous: Constant, Linear Trend

Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=3)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.193241	0.0264
Test critical values:		
1% level	-4.800080	
5% level	-3.791172	
10% level	-3.342253	

*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Warning: Probabilities and critical values calculated for 20 observations and may not be accurate for a sample size of 14

Augmented Dickey-Fuller Test Equation

Dependent Variable: D(PRECIP)

Method: Least Squares

Sample (adjusted): 2006 - 2019

Included observations: 14 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PRECIP(-1)	-1.254370	0.299141	-4.193241	0.0015
C	31.19088	123.8806	0.251782	0.8059
@Trend("2005")	16.15607	15.38932	1.049823	0.3163
R-squared	0.616679	Mean dependent var		2.492857
Adjusted R-squared	0.546984	S.D. dependent var		325.9993
S.E. of regression	219.4185	Akaike info criterion		13.80725
Sum squared resid	529589.4	Schwarz criterion		13.94419
Log likelihood	-93.65074	Hannan-Quinn criter.		13.79457
F-statistic	8.848289	Durbin-Watson stat		2.089665
Prob(F-statistic)	0.005124			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

3.2. Comportamiento y relación de las variables climáticas con la producción

Según los datos de la tabla 23, el coeficiente de determinación es igual a 0,54, lo que indica que la temperatura mínima, temperatura mínima al cuadrado, temperatura máxima, temperatura máxima al cuadrado, precipitación, precipitación al cuadrado, y la humedad

relativa, explican en 50,4 % el comportamiento de la producción de concha de abanico entre los años 2005 al 2019.

Tabla 23.

Comportamiento y relación de la producción de concha de abanico con respecto a las variables climáticas del 2005 al 2019

Dependent Variable: ABA

Method: Least Squares

Sample: 2005 - 2019

Included observations: 15

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TMIN	-377201.7	958131.8	-0.393685	0.7055
TIM2	8669.531	23954.41	0.361918	0.7281
TMAX	1233379.	1089983.	1.131559	0.2951
TMAX2	-19536.12	17403.73	-1.122525	0.2987
PRECIP	351.8391	269.5795	1.305140	0.2331
PRECIP2	-0.412611	0.294327	-1.401879	0.2037
HUM_REL	6270.027	2745.363	2.283861	0.0563
C	-15838753	12848321	-1.232749	0.2575
R-squared	0.544290	Mean dependent var		19429.83
Adjusted R-squared	0.088579	S.D. dependent var		19929.90
S.E. of regression	19026.75	Akaike info criterion		22.84961
Sum squared resid	2.53E+09	Schwarz criterion		23.22723
Log likelihood	-163.3720	Hannan-Quinn criter.		22.84558
F-statistic	1.194376	Durbin-Watson stat		1.551919
Prob(F-statistic)	0.410362			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

Según los datos de la tabla 24, el coeficiente de determinación es igual a 0,67, lo que indica que la temperatura mínima, temperatura mínima al cuadrado, temperatura máxima, temperatura máxima al cuadrado, precipitación, precipitación al cuadrado, y la humedad relativa, explican en 60,7 % el comportamiento de la producción de langostino en el periodo 2005 al 2019.

Tabla 24.

Comportamiento y relación de la producción de langostino con respecto a las variables climáticas, desde el 2005 al 2019.

Dependent Variable: LANGOST

Method: Least Squares

Sample: 2005 2019

Included observations: 15

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TMIN	39269.39	57654.92	0.681111	0.5177
TIM2	-978.4711	1441.440	-0.678815	0.5191
TMAX	-25500.59	65588.95	-0.388794	0.7090
TMAX2	418.1366	1047.258	0.399268	0.7016

PRECIP	-15.46843	16.22176	-0.953561	0.3721
PRECIP2	0.018923	0.017711	1.068444	0.3208
HUM_REL	311.9601	165.2003	1.888375	0.1009
C	-25109.68	773138.9	-0.032478	0.9750
R-squared	0.673667	Mean dependent var		2073.263
Adjusted R-squared	0.347335	S.D. dependent var		1417.198
S.E. of regression	1144.922	Akaike info criterion		17.22859
Sum squared resid	9175922.	Schwarz criterion		17.60621
Log likelihood	-121.2144	Hannan-Quinn criter.		17.22456
F-statistic	2.064358	Durbin-Watson stat		2.188913
Prob(F-statistic)	0.179873			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

Según los datos de la tabla 25, el coeficiente de determinación es igual a 0,51, lo que indica que la temperatura mínima, temperatura mínima al cuadrado, temperatura máxima, temperatura máxima al cuadrado, precipitación, precipitación al cuadrado, y la humedad relativa, explican en 50,1 % el comportamiento de la producción de tilapia entre los años 2005 al 2019.

Tabla 25

Comportamiento y relación de la producción de tilapia con respecto a las variables climáticas, desde el 2005 al 2019.

Dependent Variable: TILAP

Method: Least Squares

Sample: 2005 - 2019

Included observations: 15

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
TMIN	-47724.10	32539.75	-1.466640	0.1859
TIM2	1182.208	813.5315	1.453180	0.1895
TMAX	22996.43	37017.62	0.621229	0.5541
TMAX2	-358.2406	591.0597	-0.606099	0.5636
PRECIP	15.53439	9.155369	1.696752	0.1336
PRECIP2	-0.016901	0.009996	-1.690846	0.1347
HUM_REL	126.9339	93.23709	1.361410	0.2156
C	104035.1	436350.4	0.238421	0.8184
R-squared	0.518999	Mean dependent var		1461.636
Adjusted R-squared	0.037998	S.D. dependent var		658.8183
S.E. of regression	646.1802	Akaike info criterion		16.08456
Sum squared resid	2922842.	Schwarz criterion		16.46219
Log likelihood	-112.6342	Hannan-Quinn criter.		16.08054
F-statistic	1.078997	Durbin-Watson stat		1.468087
Prob(F-statistic)	0.461342			

Nota. Elaboración propia, software de análisis econométrico EViews

4. CONCLUSIONES

Cada producción tiene una variación diferente de temperatura mínima y máxima que están dentro del rango teórico, por lo que la posibilidad de realizar pronósticos con respecto al efecto del cambio climático sobre la producción analizada se ve limitada por la escasa información disponible con respecto a las variables que medirían el cambio climático. Las variables en mención y su relación con la producción explican en más del 50 % el comportamiento de la producción, estas se mantienen en todos los productos analizados. En cuanto a la producción, se puede concluir que la serie de tiempo de la producción de langostino no necesita más resultados por niveles; siendo esta producción la única que en primer resultado es estacionario. Para el año 2020, se destaca la producción de conchas de abanico con un 36 %, ubicándose por arriba de los langostinos que tuvo un 26 %, verificando su estacionariedad en el segundo nivel, siendo su p-valor menor que el 0,05. La serie de tiempo de la producción de langostino es estacionaria por lo que no es necesario sus resultados por niveles. La serie de tiempo de la producción de tilapia en todos sus niveles arrojan que no es estacionaria. La serie de tiempo de las variables Humedad relativa y Temperatura máxima, muestran que no son estacionarias en ninguno de sus niveles, a diferencia de la temperatura mínima y precipitación que si son estacionarias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, P. L. (2022). Universidad Nacional de Piura. Obtenido del enlace: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/3328/ECON-AGU-PEN-2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y>Alimentación.
- Arreluce, A. J. (2022). Influencia de la educación en el crecimiento económico en el Perú, periodo 2010 - 2019.
- Camelo, H. (2001). Estudios Estadísticos Prospectivos. Obtenido de https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/4718/S01010054_es.pdf
- Castillo, R. a. (2005). Efecto del gasto público sobre el gasto privado en México. Estudios Económicos. México.
- Centro Euro Mediterráneo sobre Cambio Climático, C. (2022). Cambio Climático.
- CEPLAN. (2021). Obtenido del enlace: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2301833/CEPLAN%20-%20Nivel%20de%20ingresos%20y%20gastos%20en%20el%20Peru%20y%20el%20impacto%20de%20la%20COVID-19.pdf>
- Chiqaq News. (2022). Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Obtenido del enlace: <https://medialab.unmsm.edu.pe/chiqaqnews/educacion-en-el-peru-cual-es-la-situacion-de-la-educacion-basica-regular/>
- Daron Acemoglu, J. A. (2012). Por Qué Fracasan los Países: Los Orígenes del Poder, la Prosperidad y la. Barcelona: Deusto, Grupo Planeta.
- FAO. (2012). Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura.

- Hidalgo, N. H. (2012). Universidad San Martín de Porres. Obtenido del enlace: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/599/hidalgo_hc.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
- INEI. (2022). Obtenido del enlace: http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1855/1/T026_73198302_T.p
- INEI. (2019). Indicadores de Educación por Departamentos, 2008-2018. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1680/cap06.pdf
- INEI. (2017). Evolución de los indicadores de empleo e ingresos por departamento. Obtenido del enlace: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1537/cap03.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2021). Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1699/cap02.pdf
- Lluch-Cota, D. (2004). El sector pesquero.
- Lozano, V. (2020). Infraestructura para el desarrollo. Obtenido del enlace: <https://elperuano.pe/noticia/105228-infraestructura-para-el-desarrollo#:~:text=Respecto%20a%20la%20calidad%20de,puesto%2085%20entre%20140%20econom%C3%ADas>.
- Mendiburu, C. (2010). La inversión privada y el ciclo económico en el Perú. Banco Central de Reserva del Perú, Revista Moneda.
- Meteorológica, S. d. (2021). Sistema de Información del Medio Ambiente.
- Meza, M. C. (2017). Innovación en el sector acuícola.
- Ognio, L. S. (2020). Universidad Continental. Obtenido del enlace: <https://blogposgrado.ucontinental.edu.pe/las-politicas-publicas-y-la-toma-de-decisiones-en-el-peru>
- Samaniego, J. A. (2011). Obtenido del enlace: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/46954>
- SISDHIM. (2020). Sistema de Información del Medio Ambiente.
- Tello, T. K. (2016). Universidad César Vallejo. Obtenido del enlace: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/18181/Tello_TKI.pdf?sequence=1&isAllowed=y