

ARTÍCULO ORIGINAL

EFFECTO DEL CAMBIO CLIMATICO, INVERSION PUBLICA SOBRE LA PRODUCCION DE CAMELIDOS DOMESTICOS-ALPACA: REGION PUNO 1995-2019

EFFECT OF CLIMATE CHANGE, PUBLIC INVESTMENT ON DOMESTIC CAMELID-ALPACA PRODUCTION: PUNO REGION 1995-2019

Faustino Flores Lujano¹

¹Facultad de Ingeniería Económica, Universidad Nacional del Altiplano-Puno; Departamento de Puno

RESUMEN

El propósito de la investigación fue estimar el efecto del cambio climático, inversión pública sobre la producción de camélidos domésticos (alpacas) en la región de Puno, la cuantificación del efecto positivo y negativo que genera temperaturas máximas, mínimas e inversiones en el sector agropecuario permitirá generar acciones de mitigación en el sector pecuario en el corto y largo plazo por parte de las autoridades a nivel regional, la metodología utiliza información longitudinal (1995 – 2019), las variables cambio climático, inversión pública, población de alpacas, valor agregado bruto, proviene del INEI, BCRP, MEF, proyecto especial camélidos sudamericanos y censo agropecuario; la técnica econométrica a utilizar consiste del análisis univariado, correlacional y modelos de ecuaciones simultaneas; por la condición de rango, el modelo esta exactamente identificado, la técnica de estimación es por mínimos cuadrados en dos etapas, y complementado por el método de momentos generalizados (MMG). Los resultados para un análisis univariado evidencia una desviación estándar alta para las variables temperatura máxima (0,99), inversión pública (2,691,101), población de alpacas (231,639) en relación a su valor promedio. Cambios climáticos traducidos en variaciones en la temperatura máxima afecta de forma directa la producción de camélidos sudamericanos en 0,18 por ciento; es importante mencionar el promedio de la temperatura máxima registrada para el periodo de estudio alcanza los 16,3 °C; por otro lado, mayores precipitaciones pluviales y temperaturas mínimas, afectan de forma negativa en la producción de alpacas -0,06 y -0,02 ambos parámetros significativos a un nivel de significancia del 10 por ciento.

Palabras Claves: Inversión pública, valor agregado bruto, camélidos domésticos, cambio climático, variables instrumentales.

ABSTRACT

The purpose of the research was to estimate the effect of climate change, public investment on the production of domestic camelids (alpacas) in the region of Puno, the quantification of the positive and negative effect generated by maximum and minimum temperatures and investments in the agricultural sector will allow to generate mitigation actions in the livestock sector in the short and long term by the authorities at the regional level. the methodology uses longitudinal information (1995 – 2019), the variables climate change, public investment, alpaca population, gross value added, comes from the INEI, BCRP, MEF, South American camelids special project and agricultural census; The econometric technique to be used consists of univariate analysis, correlational analysis and simultaneous equation models; By the range condition, the model is exactly identified, the estimation technique is by least squares in two stages, and complemented by the method of generalized moments (MMG). The results for a univariate analysis show a high standard deviation for the variables maximum temperature (0.99), public investment (2,691,101), alpaca population (231,639) in relation to their average value. Climatic changes translated into variations in the maximum temperature directly affect the production of South American camelids by 0.18 percent; it is important to mention that the average maximum temperature recorded for the study period reaches 16.3 °C; On the other hand, higher rainfall and minimum temperatures negatively affect alpaca production -0.06 and -0.02, both significant parameters at a significance level of 10 percent.

Keywords: Public inversion, gross aggregate value, domestic camels, climatic change, instrumental variables.

*Autor para correspondencia: faustinoflores@unap.edu.pe

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2745-7580>

Downloadable from : <http://revistas.unap.edu.pe/epg>

Av. Floral N° 1153, Ciudad Universitaria, Pabellón de la Escuela de Posgrado, tercer piso oficina de Coordinación de investigación. Teléfono (051) 363543



INTRODUCCIÓN

El estudio de economía y cambio climático está relacionado a diversos estudios que cuantifican la pérdida sobre el PBI global ante incrementos en la temperatura promedio (Vargas 2009), el aplicar la lógica coste-beneficio para definir qué hay que hacer frente al cambio climático, se recomienda una actividad productiva que limite el calentamiento a 3,5 °C (Padilla Rosa & Roca Jusmet 2018). Como referencia, aumentos moderados de la temperatura (2 °C) generarían una reducción máxima del PBI mundial del orden de 1 por ciento al año 2100 (Losada 2010). En la misma línea, se estima que el cambio climático generaría pérdidas del PBI global en un rango entre 5 y 20 % para aumentos de temperatura entre 5 y 6 °C para final del siglo; constituyéndose entre los máximos impactos globales estimados (Stern 2007). La heterogeneidad en los efectos del cambio climático se explica por factores estructurales y características específicas a cada país, tales como temperatura promedio inicial, nivel de ingreso per cápita, riesgos ante aumento del nivel del mar en zonas costeras, etc. (*heterogeneidad estructural y cambio climático en América Latina*, n.d.). El aumento moderado de la temperatura global incrementaría la productividad agrícola y el producto en países con temperaturas promedio iniciales bajas y reduciría la de aquellas con temperaturas promedio iniciales altas (Losada 2010).

Los principales efectos climáticos del aumento de la temperatura global en Perú están asociados a: el retroceso glaciar, el aumento de la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño y la elevación del nivel del mar (Vargas 2009), en la agricultura el cambio climático se resume en el impacto negativo sobre el desarrollo vegetativo, rendimiento y sanidad de cultivos; principalmente por el desarrollo de plagas en condiciones de sequía (región andina) y enfermedades en condiciones lluviosas (MINAM 2014). El impacto de los cambios ambientales requiere en un primer nivel de análisis; la identificación de variaciones en las principales variables climáticas ligadas a los diversos escenarios de estabilización global; y en un segundo nivel la vinculación de dichas variaciones climáticas con impactos sectoriales en el agro, pesca, salud, energía, etc. (Bárcena *et al.* n.d.). Si bien los modelos son de gran uso en la estimación de los impactos del cambio climático, requieren una gran disponibilidad de información a nivel sectorial e histórica, así como un gran conocimiento para establecer cada uno de los mecanismos a través de los cuales el cambio climático se manifiesta, así como las interrelaciones entre ellos (Vargas 2009) figura (1).

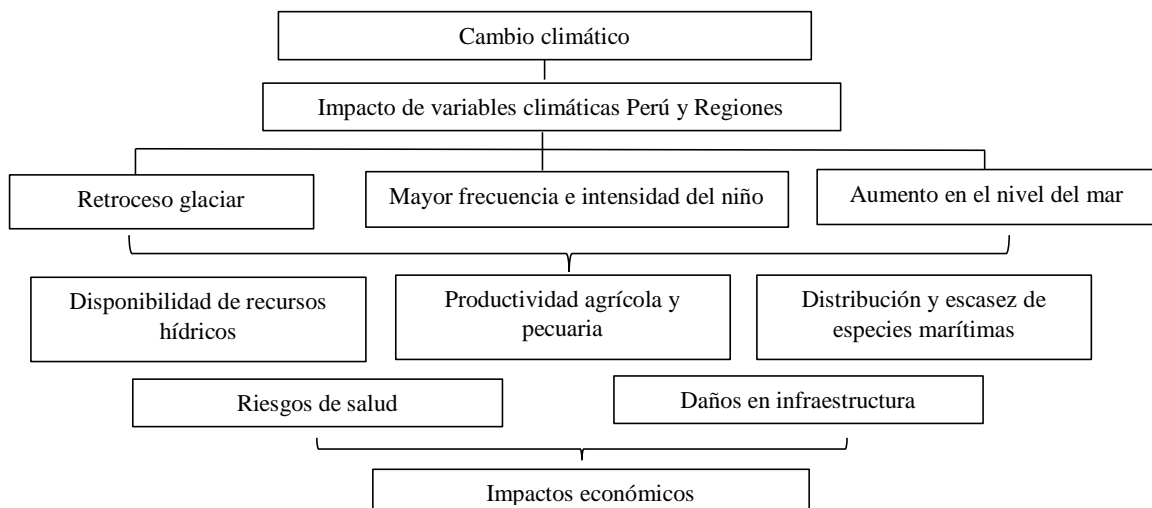


Figura 1. Estructura de los impactos del cambio climático.

Las metodologías a utilizar para la cuantificación del cambio climático sobre la economía agregada son diversas, evaluando directamente el impacto de las variaciones climáticas (temperatura y precipitaciones) sobre el crecimiento económico (Cueva 2014).

La variabilidad climática y la producción agregada en las regiones de Perú puede determinar que aún en el más moderado escenario de cambio climático afecta el crecimiento potencial de una economía (Vargas 2009); Se prevé que eventos climáticos extremos afecten la producción agregada, limitando la disponibilidad de recursos naturales, dañando la infraestructura, en consecuencia impactando el crecimiento de forma negativa (Brenes *et al.* 2001). Las diferentes actividades productivas y su medición propuesto por (MINAM 2014) cuyo modelo propone como las variaciones climáticas afectan la producción agregada mediante dos mecanismos: 1) afectando directamente el nivel de la producción o stock; por ejemplo, pérdida de cultivos y daños a la infraestructura; 2) e impactando el crecimiento de la productividad.

Los Andes tropicales considerado uno de los sistemas de montaña más expuestos y afectados por el cambio climático. En los países del norte de los Andes el aumento medio de la temperatura ha sido de 0,8 °C durante el siglo pasado (Urrutia & Vuille 2009). En el caso de la precipitación es difícil obtener información que indique alguna tendencia sistemática; por ejemplo las tendencias observadas muestran aumentos sistemáticos en precipitación en la vertiente occidental y reducciones en partes de la zona sur y central de la vertiente oriental de los Andes peruanos (Alfaro Lozano *et al.* 2016). Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite, el Perú posee 27 tipos de climas, la interacción entre los diferentes factores climáticos que lo afectan y su posición geográfica en el trópico, la cual configura una fisiografía compleja, tendencia a la reducción

de lluvias extremas en los Andes centrales del Perú, mientras hay un aumento en el número de días de lluvias extremas en los Andes del norte del país (Alshanbari *et al.* 2019).

Ramirez-Villegas *et al.* (2014), sugieren que los cambios climáticos afectan los pastizales de los Andes tropicales y por ende a la ganadería; en general el incremento de las temperaturas medias tenderá a acelerar el crecimiento y desarrollo de las plantas, así como mejorar la productividad vegetal en algunas partes de los Andes tropicales donde las temperaturas frías actualmente limitan el crecimiento de las plantas (McKeon *et al.* 2009); las variaciones en precipitación tienen efectos directos en la duración de las épocas de crecimiento de pastos (Ministerio de Agricultura Dirección General de Competitividad Agraria 2011). El cambio de temperatura, régimen de lluvias y niveles de CO₂ afecta la productividad de pastizales, lo que resulta en cambios en la dieta de los animales y posiblemente, una menor disponibilidad de nutrientes para los animales (McKeon *et al.* 2009). En las discusiones se ha identificado impactos directos e indirectos del cambio climático en los sistemas de producción ganadera al pastoreo (Thornton *et al.* 2004). El impacto directo menciona a las sequías e inundaciones, eventos climáticos extremos genera pérdidas de productividad debido al aumento de temperatura y disminución en la disponibilidad de agua (Pizarro Paz 2017). Los impactos indirectos se relaciona con la disminución de cantidad y calidad de forraje (Asian *et al.* 2007). A futuro se pronostica áreas de pastoreo en disminución debido a la expansión en la agricultura y cambio en la composición de los pastizales (MINAM 2014).

Según pronósticos del cambio climático en el Perú, hacia el año 2100 se proyectan impactos que generarían pérdidas en la economía nacional que oscilan en un rango de 11,4 % y 15,4 % del Producto Interno Bruto (PIB) de 2010, este último periodo se consideró como año base (MINAM 2014). El cambio climático afecta la crianza de alpacas, según (FAO, 2007)

la tasa de natalidad puede disminuir de 45 % a un 25 % a causa de las nevadas y heladas. Así mismo los cambios bruscos de temperatura, fuera de época pueden conllevar a un incremento de la prevalencia de enfermedades como enterotoxemia, y neumonía, que de no ser controladas pueden provocar la totalidad de muertes de crías (Losada 2010). Los cambios producidos por el cambio climático ocurren a una velocidad tal que se exceda la capacidad de adaptación de humanos y animales (Thornton *et al.* 2004).

Los cambios en prácticas ganaderas podrían incluir diversificación, intensificación y/o la integración del manejo de los pastos, el ganado y producción de los cultivos (Rodríguez Vargas *et al.* 2021). La estrategia de adaptación aborda no sólo la tolerancia de la ganadería al calor, sino también su capacidad para sobrevivir, crecer y reproducirse en condiciones de mala nutrición (Bárcena *et al.* n.d.). El entender los efectos del cambio climático sobre la ganadería, el desarrollo de nuevas razas y tipos genéticos, la mejora de la salud animal y el desarrollo de prácticas de manejo del agua y el suelo, las cuales contribuirían a la adaptación en el largo plazo (Asian *et al.* 2007).

En países desarrollados, como: Estados Unidos, Australia y Canadá, la crianza de alpacas se realiza a temperaturas máximas promedio de 30°C y temperaturas mínimas de -6 °C, En América del Sur, las alpacas habitan en el ecosistema altoandino, en altitudes que varían desde los 3 000 hasta más de 4 500 msnm, donde se presenta diferentes condiciones climáticas durante el año; bajo estas condiciones las alpacas pueden soportar naturalmente temperaturas que varían desde los -20 °C hasta los 30° en un solo día (Padilla Rosa & Roca Jusmet, 2018). Para el Ministerio de Agricultura Dirección General de Competitividad Agraria (2011), los camélidos sudamericanos están bien adaptados a las condiciones ecológicas alto andinas. Las alpacas pesan mucho menos que bovinos y equinos, resisten las bajas temperaturas y la

escasez de agua y poseen otras adaptaciones al clima radical y a la altitud de la región de Puno. La variabilidad del clima ocurre regularmente en tres estaciones o épocas claramente diferenciadas: estación de lluvias, estación de heladas y estación de secas (Pizarro Paz 2017). Los extensos pastizales y tierras eriazas, son características de las zonas alpaqueras, el cual se evidencia en el sector agropecuario de la región de Puno

La discusión positiva del marco teórico propuesto (MINAM 2014) en relación al trabajo, el modelo propone que las variaciones climáticas afectan la producción agregada mediante dos mecanismos: 1) afectando directamente el nivel de la producción o stock; por ejemplo, pérdida de cultivos y daños a la infraestructura; 2) e impactando el crecimiento de la productividad:

$$Y_{it} = e^{\beta T_{it}} A_{it} L_{it} \quad (1)$$

$$\frac{\Delta A_{it}}{A_{it}} = g_i + \gamma T_{it} \quad (2)$$

Donde:

Y_{it} es la producción agregada, L la población, A la productividad y T es el indicador climático, β muestra el efecto de la variable climática respecto al nivel de producción y γ , respecto al crecimiento; luego de tomar logaritmos en la ecuación (1), expresarla en términos per cápita y diferenciarla respecto al tiempo; obtenemos la siguiente expresión:

$$\frac{\Delta y_{it}}{y_{it}} = \beta(T_{it} - T_{it-1}) + \frac{\Delta A_{it}}{A_{it}} \quad (3)$$

Donde:

$$g_{it} = \frac{\Delta y_{it}}{y_{it}} = \beta \Delta T_{it} + \frac{\Delta A_{it}}{A_{it}} \quad (4)$$

Por último, reemplazando (2) en (4) obtenemos la ecuación dinámica de crecimiento

$$g_{it} = g_i + (\beta + \gamma)T_{it} - \beta T_{it-1} \quad (5)$$

En esta última ecuación, al estabilizar la variable climática en su nivel de equilibrio ($T_{it} = T_{it-1}$), obtenemos que la suma de su efecto contemporáneo y de su rezago corresponde solamente al efecto crecimiento (γ) sobre la tasa de crecimiento per cápita (g_{it}). En este sentido, los efectos sobre el nivel de producto (medidos a través del coeficiente β) serían solo temporales, al revertirse completamente en el siguiente periodo (Hamilton 1994).

El conocer y desarrollar un marco teórico, sumado el análisis de la información nos permite ensayar escenarios que nos permita sacar conclusiones de como el cambio climático, inversión pública y otras variables afectan sobre la producción de camélidos domésticos en la región de Puno, según (Losada 2010), variaciones en el cambio climático afecta de forma negativa y positiva en la producción

MÉTODOS

Ámbito o lugar de estudio

El Departamento de Puno está ubicado en la parte sureste del territorio peruano entre los $13^{\circ} 00'$ y $17^{\circ} 08'$ latitud Sur y en los $71^{\circ} 08'$ y $68^{\circ} 50'$ longitud Oeste del meridiano de Greenwich, que incluye 4996,28 km² aproximadamente, representa el 5,6 % del territorio peruano, con una población de 1'200,000 habitantes, de los cuales el 60 % es rural y el 40 % es urbano. La capital del departamento es la ciudad de Puno, a orillas del mítico Lago Titicaca, el lago navegable más alto del mundo, a 3,827 m.s.n.m.

Descripción de métodos

Periodo de estudio

La muestra es no probabilística, el total de la población de camélidos (alpacas), oficialmente publicada durante el periodo 1995-2019, la muestra asciende a 24 datos para las distintas variables. La recopilación de la información corresponde a fuentes documentales: Ministerio de Agricultura - Oficina de Información Agraria de la Región – Puno, Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

de camélidos domésticos (alpacas) y la inversión pública afecta de forma positiva en la producción de camélidos y esta última impacta de forma positiva sobre el valor agregado bruto de la producción. El objetivo es determinar y cuantificar el efecto del cambio climático, inversión pública sobre la producción de camélidos domésticos-alpaca: región Puno 1995-2019.

El documento se estructura de la siguiente forma; primer acápite se desarrolla introducción, segundo acápite se desarrolla el método, el cual comprende la metodología a utilizar para demostrar y/o evidenciar los resultados, tercer acápite presenta exposición de resultados y discusión, finalmente en el último acápite se arriba a conclusiones finales.

(SENAMHI), Consulta amigable de MEF y Proyecto Especial de Camélidos Sudamericanos (PECSA).

Descripción detallada de materiales

Análisis de estadísticas descriptivas y correlacional, las técnicas de estimación econométrica se detalla a través de dos planteamientos; utilizando mínimos cuadrados en dos etapas y método generalizado de momentos.

Mínimos cuadrados en dos etapas

En los modelos, no necesariamente la relación causa-efecto es de X_i a Y_i , en muchas situaciones, la relación causa-efecto en sentido unidireccional, no tiene sentido, esto sucede cuando Y_i está determinada por las X_i y algunas de las X están, a su vez, determinadas por Y . En otras palabras, hay una relación en dos sentidos, o simultánea, entre Y e los determinantes de X (Ziegel & Enders 1995).

Sea el modelo de ecuaciones simultáneo:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{1i} \quad (1)$$

$$x_i = \gamma_0 + \gamma_1 z_i + \varepsilon_{2i} \quad (2)$$

VARIABLES ENDÓGENAS: x_i, y_i ($M=2$)
 VARIABLES PREDETERMINADAS (VARIABLES INSTRUMENTALES): 1; z_i ($K=2$); *Nota:*
 $I=constante$

Método de Momentos Generalizado (MMG)

Se caracteriza porque:

- Provee una alternativa simple cuando se desconoce la función de distribución de las variables aleatorias, es decir, sustituye el método de máxima verosimilitud.
- Vincula varios estimadores y provee un útil marco teórico para su comparación y evaluación.

El supuesto que las variables instrumentales son exógenos puede expresarse de la siguiente manera $E[Z' \varepsilon]=0$. Las “ K ” variables instrumentales se convierten en K condiciones de momentos. Finalmente, las condiciones o restricciones pueden expresarse:

Tabla 1. Descripción de las variables

Variable	Descripción	Indicador
IP	Inversión pública	Expresado en miles de S/.
Pa	Población de alpacas	Número de cabezas de ganado
VAB	Valor agregado bruto	Expresado en miles de S/.
T. Max	Temperatura máxima	Grados centígrados.
T. Min	Temperatura mínima	Grados centígrados
P. Pluv	Precipitación pluvial	Expresada en milímetros (mm)

Modelo econométrico

Sistema de ecuaciones a estimar:

$$LPa_t = \alpha_1 + \alpha_2 LVAB_t + \alpha_3 LTMax_t + u_t$$

$$LVAB_t = \beta_1 + \beta_2 LPa_t + \beta_3 Llp_t + \varepsilon_t$$

Utilizando la condición de orden, el número de restricciones sobre los parámetros debe ser mayor o igual al número de ecuaciones del modelo endógenas, al modelo menos 1. (Hamilton 1994); el sistema está sobre identificado, basado en el desarrollo algebraico del sistema. Analizando ambas ecuaciones se

$$\frac{1}{n} Z' (y - X'\hat{\beta}) = \frac{1}{n} Z' \varepsilon = 0$$

En el caso que el número de variables instrumentales sea igual al número de parámetros a estimar, entonces el estimador de variables instrumentales será el mismo que el MMG (Hamilton 1994).

La función objetiva de MMG es:

$$Min J(\beta) = n[Z'(y - X\hat{\beta}_{MMG})]W[Z'(y - X\hat{\beta}_{MMG})]$$

Donde:

$$\hat{\beta}_{MMG} = (X'ZWZ'X)^{-1}X'ZWZ'y$$

Ecuación (1):

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_{1i}$$

Variables analizadas

El resumen de las variables inmersas en el presente estudio:

verifica la presencia de endogeneidad de las variables población de alpacas y valor agregado bruto de la producción, haciendo uso del test de Hausman, esto último justifica la utilización de variables instrumentales a utilizar:

$Llp_t; LTMax_t; LVAB(-1)_t$, para fines de estimación se hace uso del método de mínimos cuadrados en dos etapas y método de momentos generalizados; el software utilizado el Stata 15 y Eviews14.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera parte se presenta el análisis univariado (estadísticas descriptivas) y la segunda parte se expone los resultados producto de las estimaciones.

Análisis descriptivo y explicativo de las variables

Producción de camélidos domésticos

A nivel regional se presenta la distribución geográfica poblacional de alpacas según porcentajes de cada región (Figura 2); Puno se caracteriza por contar con la mayor población de alpacas, representa el 58,0 % de la población nacional; seguido por Cusco con el 11,9 %; Huancavelica con el 11,4 %, etc.

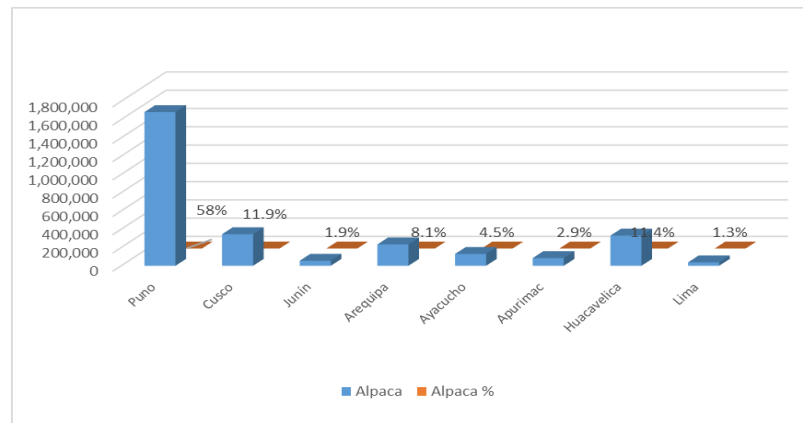


Figura 2. Distribución geográfica de camélidos domésticos en el Perú

De la participación total de cada región en la producción de camélidos domésticos, el 90 % se encuentra en las Comunidades campesinas y el resto pertenece a las empresas asociativas, centros experimentales, y medianos propietarios (Matute *et al.* 2009). Por otro lado, el 46,6 % (210,615) de la población económicamente activa (PEA) de la Región, se dedica a la actividad agropecuaria como su principal actividad económica (Jackson & Jerome 2007), y contribuye con el mayor porcentaje (16,39 %) al Valor agregado bruto (VAB). La crianza de alpacas posee una gran capacidad de adaptación a grandes alturas con predominancia de pastos naturales de bajo valor nutritivo (Postigo 2014), la crianza se relaciona con el hábitat de los camélidos sudamericanos está constituido principalmente por formaciones ecológicas de Puna y Altos Andes (Brenes *et al.* 2001).

Evolución del cambio climático

Para el periodo del 1995 al 2004 se registra una temperatura promedio anual de (15,9 °C), con

un promedio central estimado de (15,7 °C) de temperatura; el segundo periodo (2005-2014) registra una temperatura promedio anual de (16,5 °C), promedio estimado para el grupo (16,2 °C), cifra superior al promedio de la primera década, significa un aumento en (0,5 °C), lo que equivale decir que realmente existe más calor en el ambiente. La época más fría se registró en 1998 con temperatura mínima más baja de (1,3 °C) durante los diez primeros años. Las temperaturas más bajas (frías) de este grupo en orden ascendente son el año 1997 con (1,4 °C) y 2003 con (1,6 °C) respectivamente. La época más fría registrada en este grupo de la segunda década le corresponde al año 2008 con (2,1 °C) de temperatura mínima (fría), esta cifra es superior al registrado en la primera década. En relación a la precipitación pluvial, el año más lluvioso 2001 con (1019,8 mm), abundante con intensidad muy alta durante (enero, febrero, marzo). La segunda década (2005 al 2014), se registró un promedio estimado de precipitación (716,5 mm), cifra inferior al promedio estimado de la primera década (Figura 3).

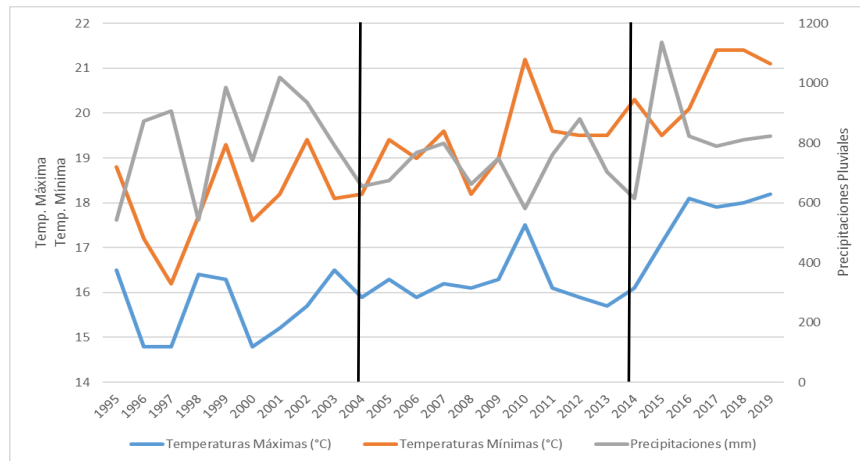


Figura 3. Evolución de Temperaturas máxima y mínima Registradas (1995 – 2019)

De acuerdo a la figura 3, la volatilidad del cambio climático se modifica más allá de los patrones naturales de variabilidad con los que nuestra sociedad y economía se han desenvuelto en los últimos años (Roca Jusmet 2018). Asimismo, medidas de adaptación son requeridas para los menos capaces de enfrentar los efectos del cambio climático especialmente diseñando estrategias efectivas para proteger a los más pobres y vulnerables de los diferentes sectores productivos (Stern 2007).

Inversión pública

La primera asignación (1995 al 2000) se realizaron directamente en el sector pecuario, la inversión pública a este sector oscila alrededor de S/. 300 mil a S/. 385 mil soles anuales, esto significa el 0,01, a 0,02 % del VAB regional. A partir del año 2003 los montos ascienden a S/ 1'993 mil soles equivalentes a 0,07 % del VAB regional (Figura 4), un aumento en 0,06 puntos porcentuales respecto al año anterior.

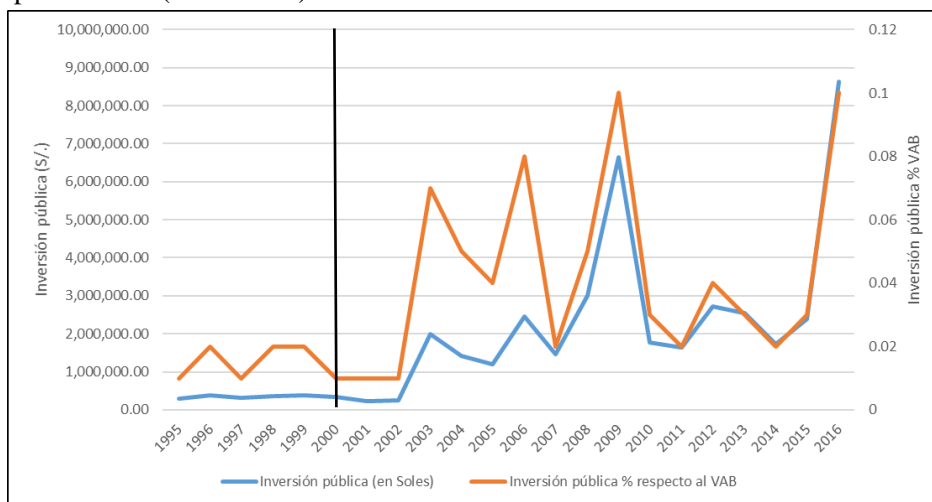


Figura 4. Evolución de la Inversión Pública hacia camélidos domésticos-alpacas

La inversión pública sobre Camélidos está orientado a mejorar la producción de la especie alpacas, sin embargo, el porcentaje de participación de la inversión pública en el VAB regional retrocede del 0,07 % en el 2003 a un

0,05 % en el 2004, perdiendo 0,02 puntos porcentuales, basado en las políticas de gobierno (Rafael *et al.* 2021), el gobierno limita la inversión pública con la intención de incentivar la inversión extranjera, buscando la

integración del país con los grandes mercados mundiales (Cueva 2014). En el año 2009 y 2016 se incrementó el mayor monto de inversión pública, el primero y segundo en 0,10 por ciento del VAB aproximadamente (Rafael *et al.* 2021). La inversión pública hacia la producción de Camélidos tiene una tendencia creciente del 18,5 por ciento, en dos periodos 1995 y 2003 (Ministerio de Economía y Finanzas 2020).

Valor Agregado Bruto de Camélidos Domésticos (VAB)

El Valor Agregado Bruto a precios constantes de 2007 representa el 1,5 % del VAB del sector agricultura, ganadería, caza y silvicultura regional en el año 1995; durante el periodo (1995-2019) la participación descendió a 0,54% al año 2016. El comportamiento cíclico del VAB se repite en 05 oportunidades durante el periodo de análisis (1995-2019) en toda su trayectoria: 1997 (-1,76 %), 2003 (-0,95 %), 2012 (-2,10 %), 2013 (-1,09 %) y 2015 (-2,58 %) respectivamente (Figura 5).

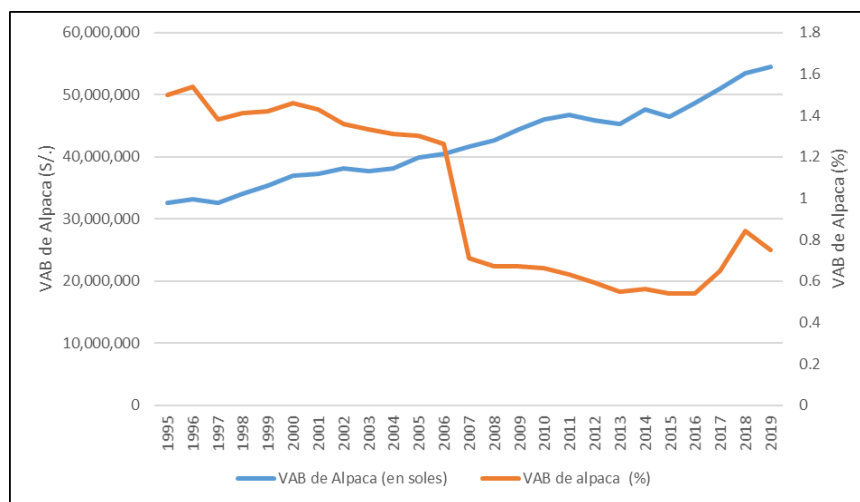


Figura 5. Evolución del VAB de camélidos domésticos-alpacas (Variación %)

El comportamiento oscilante de la producción puede deberse a varios factores, el factor más importante depende de la existencia suficiente de tierras, agua y forrajes (MINAM 2014). El crecimiento poblacional de alpacas expresado en su valor agregado bruto de la producción es resultado de repetidos procesos de producción y de renovación (Jauregui 2017). Las recesiones de la población en camélidos (alpacas) corresponde a los 04 periodos de crisis y tienen relación con el contexto del cambio climático en la región (poca precipitación pluvial); temperaturas máximas y mínimas (más calor) y (menos frío) (Rodríguez Vargas *et al.* 2021).

Población de Camélidos Domésticos (Alpacas)

La población de alpacas en el periodo (1995 – 2019) muestra una tendencia ascendente en todo el periodo de estudio, excepto los 4 últimos años ganaderos del periodo. La población de alpacas en el año 1995, registra un total de 1’607,890 cabezas de alpaca, a finales del año 2019 alcanza un total de 2’032,490 cabezas de alpaca, incremento de 424,600 cabezas de alpaca adicionales con relación al año inicial (Figura 6).

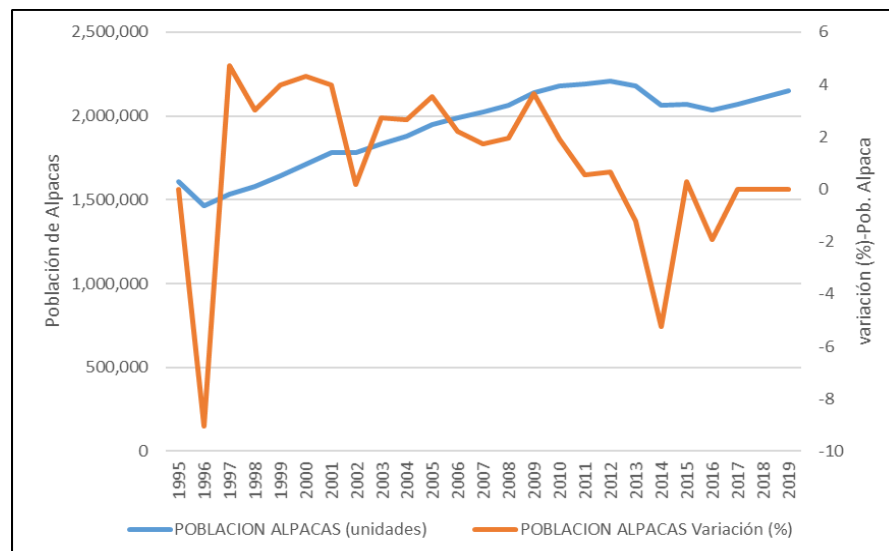


Figura 6. Evolución de la Población de Camélidos domésticos-Alpacas (Variación %)

La tasa de crecimiento anual alcanza 1,1 %, el mayor crecimiento fue el año 2012 con una población de 2'207,240 cabezas de alpaca, y tasa de crecimiento interanual de 0,68 % con respecto al año anterior, estadísticas similares a los que hace énfasis (Neubert *et al.* 2021). A partir del año 2013 comienza la disminución de población ganadera, al año 2016 se perdido 174,950 cabezas de alpaca, equivalente a (7,9 %) con relación al año 2012, los factores que explican son de diversas características sociales y económicas tal como lo menciona (Urrutia & Vuille 2009).

Estimación del Modelo

a) Análisis de estadísticas descriptivas

VARIABLES climáticas tales como precipitación pluvial, temperatura máxima presentan mayor desviación estándar, este último impacto traducido en variaciones en la producción del sector alpaquero; la variación de la inversión pública afecta de forma positiva en la población de alpacas; la producción de alpacas afecta el Valor Agregado Bruto de la producción (Tabla 2).

Tabla 2. Resumen de estadísticas descriptivas

Variable	Mean	Std. Dev.	Mín	Max
Inversión Pública	2581966	2691101	228945,4	8636057
Población Alpacas	1929659	231638,8	1462730	2207440
VAB	864436,1	423843,8	286169	1547568
Temp. Máxima	16,332	0,994451	14,8	18,2
Temp. Mínima	2,848	0,783751	1,3	4,2
Precip. Pluvial	782,904	147,2161	543,3	1138,1
Gasto Educación	2,41e+07	1,30e+07	8646542	5,42e+07
Gasto Salud	15327,73	8949,806	5234,4	35135

La desviación estándar de variables climáticas oscilan en un rango [0,99-0,78], según Padilla Rosa & Roca Jusmet (2018) considerada en valores promedio, por otro lado la precipitación pluvial [147,21] presenta una desviación

estándar alta, considerada muy volátil (Roca Jusmet 2018).

Según tabla [3], la correlación de 0,74 entre las variables inversión pública y población de alpacas; la correlación de 0,86 entre la población de alpacas y el valor agregado bruto

de la producción, por otro lado la correlación no presenta una clara relación entre las variables ambientales tales como temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial sobre la población de alpacas y el valor agregado bruto de la producción, es importante

resaltar el impacto que genera las temperaturas mínimas sobre la población de alpacas y el valor agregado de la producción, valor que oscila entre (0,47 a 0,57) según el análisis de correlación.

Tabla 3. Análisis de correlación

Variable	Distribución	IP	PA	VAB	T. Max	T. Min	P. Pluv	G. Ed	G. Sal
IP	No normal	1,00	0,74	0,83	0,59	0,12	-0,01	0,86	0,84
PA	No normal		1,00	0,86	0,37	0,57	-0,08	0,86	0,85
VAB	No normal			1,00	0,53	0,47	0,09	0,99	0,98
T. Max	Normal				1,00	-0,08	-0,12	0,54	0,55
T. Min.	No normal					1,00	-0,00	0,45	0,44
P. Pluv.	Normal						1,00	0,06	0,05
G. Ed	Normal							1,00	0,99
G. Sal	Normal								1,00

La correlación de variables ambientales y valor agregado bruto se complementan a los estimados por el Ministerio de Ambiente (2014); a nivel internacional se evidencia valores aproximados a un coeficiente de correlación de 0,50 (Losada 2010); según resultados de Rafael *et al.* (2021), muestra que la tasa de crecimiento promedio del Valor Agregado Bruto de la región es de 3,7 y 4,9 % anual, cuando el sector agricultura, ganadería, caza y silvicultura a la que pertenece los camélidos de la especie alpacas tiene la tasa de crecimiento promedio de 7,2 y 3,8 % anual, con un porcentaje de participación promedio de 17,2 % y 15,5 % en la economía regional.

b) Análisis de los resultados

Según los modelos estimados (MC2E) y (MMG) se evidencia una significancia estadística

individual de cada parámetro y de cómo estas variables afectan a la variable endógena, también es importante mencionar que el R-cuadrado es cercano a uno; lo cual indica que todas las variables de forma conjunta explican la variable dependiente en un porcentaje mayor al 50 %. El uso de variables instrumentales representa variables exógenas, es decir variables ajenas al sistema de ecuaciones simultáneas; el modelo estimado se somete a un análisis de residuos; para todos los modelos, los errores se distribuyen como una normal (test de Jarque-Bera), existe ausencia de heteroscedasticidad de orden dos (test de white), el test de endogeneidad muestra la ausencia correlación entre los regresores (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de estimación

Variable	MC2E						GMM		
	<i>LPa</i>	<i>LPa</i>	<i>LPa</i>	<i>Lvab</i>	<i>Lvab</i>	<i>Lvab</i>	<i>LPa</i>	<i>LPa</i>	<i>Lvab</i>
Constante	1,65 (*)	1,57 (*)	0,83 (*)	-34,5 (*)	-0,51 (*)	-62,2 (*)	1,65 (*)	0,83 (**)	-62,15 (*)
LogVAB	0,70 (**)	0,76 (**)	0,77 (*)				0,70 (*)	0,77 (*)	
LogTmax	0,18 (*)			4,58 (*)			0,18 (**)		
LogPa				2,46 (*)	4,49 (*)	4,70 (*)			4,70 (*)
LogGe									0,24 (**)
LogTmin			-0,02 (*)		0,09 (*)			-0,02 (**)	
LogPp		-0,06 (*)				1,16 (**)	-0,26 (**)		1,16 (**)
R-cuadrado	0,76	0,80	0,77	0,79	0,81	0,76	0,76	0,77	0,77
Jarque-Bera	2,13 (P=0,34)	2,33 (P=0,31)	2,20 (P=0,33)	1,60 (P=0,45)	1,54 (P=0,46)	0,41 (P=0,81)	2,13 (P=0,34)	2,20 (P=0,33)	0,41 (P=0,81)
ARCH (2)				4,56 (P=0,63)	4,03 (P=0,72)	3,93 (P=0,78)			
Test White	3,34 (P=0,35)	3,65 (P=0,06)	3,14 (P=0,06)	2,79 (P=0,53)	0,65 (P=0,64)	2,91 (P=0,63)			
Test Endog.	3,16 (P=0,21)	5,18 (P=0,08)	5,71 (P=0,06)	6,06 (P=0,06)	5,86 (P=0,07)	5,24 (P=0,07)	3,20 (P=0,20)	5,02 (P=0,08)	5,24 (P=0,07)
Variable instrumental	LIP LVA (-1) LIP LTM			LIP LGE LVA (-1) LIP LTM					
Prueba de causalidad	LTM causa a LPA		8,71 (Prob=0,012)						
	LTMIN causa a LPA		7,61 (Prob=0,022)						

Fuente: resultados de estimación.

Nota: las variables están expresadas en logaritmos; nivel de significancia 5% (**) y nivel de significancia 10% (*)

El nivel de causalidad que existe entre el valor agregado en el sector agropecuario y la

población de alpacas es bidireccional, cuyo valor estadístico es 0,79 (P=0,46), considerada

una actividad dinámica (Brenes *et al.* 2001), el generar valor agregado en el sector implica un principio acelerador en la crianza de alpacas, el efecto que genera una mayor crianza de alpacas sobre el valor agregado agropecuario es positivo 2,46 y significativo a un nivel de significancia del 5 %.

La temperatura máxima (TMax) afecta la producción de camélidos sudamericanos (PA), según el test de causalidad de Granger su valor es 8,71 (Prob=0,012); según el modelo de ecuaciones simultaneas, cambios climáticos en la temperatura máxima afecta de forma directa la producción de camélidos sudamericanos en 0,18 por ciento; el promedio de temperatura máxima registrada para el periodo de estudio alcanza los 16,3 °C, las alpacas son animales increíblemente resistentes y se han adaptado

con éxito a los extremos de climas muy cálidos y muy fríos (Faizi *et al.* 2017). Las proyecciones de temperatura se desarrollan entre escenarios con 2 °C hasta 5 °C de aumento para el año 2100, dependiendo de escenarios de emisiones y la ubicación (Urrutia & Vuille 2009). En el peor escenario de incremento de 5 °C de temperatura no afectaría la producción de alpacas en la región; en caso de precipitaciones es difícil obtener información que indique alguna tendencia sistemática; sin embargo la precipitación total y estacional muestra tendencias variables entre regiones (Alfaro Lozano *et al.* 2016). Trabajando escenarios de simulación, ante un incremento en las temperaturas máximas como lo menciona (Pinilla Rivera *et al.* 2018), la población de alpacas tiende a incrementarse como se puede visualizar (Figura 7).

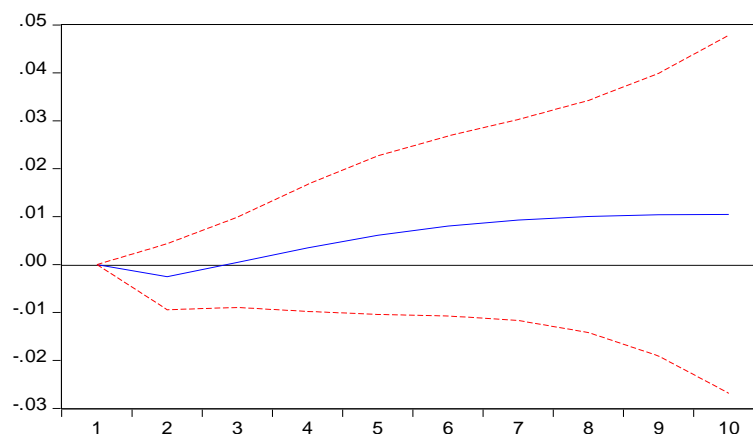


Figura 7. Tendencia de alpacas ante incrementos en la temperatura máxima.

Ante incrementos en la temperatura máxima de 2 °C hasta 5 °C sobre el promedio de temperatura que registra la región de Puno (Roca Jusmet 2018), la crianza de alpacas muestra una tendencia positiva pero no significativa, existen muchos factores exógenos que desalientan la crianza de alpaca en la región de Puno, por citar algunos factores; el bajo precio de la fibra de alpaca, no existe políticas que promuevan la mejora de productividad en el sector agropecuario (Josse *et al.* 2004).

Cambios climáticos que se traduzcan en mayores precipitaciones pluviales y temperaturas mínimas, afectan de forma negativa en la producción de alpacas -0,06 y -0,02, ambos parámetros significativos a un nivel de significancia del 10 %. Las variaciones en las precipitaciones pluviales y descenso de las temperaturas mínimas afectan al valor agregado de la producción del sector agropecuario de forma directa, el sector agropecuario está compuesto por múltiples y/o actividades económicas que se benefician de diferentes formas de los cambios climáticos (Cueva 2014).

Un incremento en 1 % sobre el gasto en educación como uno de los factores que explica la innovación en el sector pecuario, explicaría

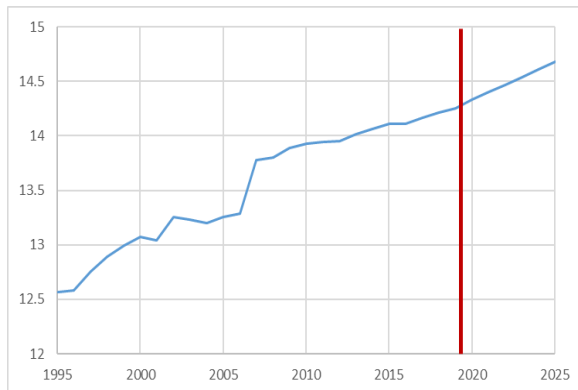


Figura 8. Predicción del VAB-Puno

El escenario de proyección sobre el VAB de la región de Puno muestra una tendencia positiva para el periodo de predicción, lo anterior sujeto a factores externos e internos favorables para un buen crecimiento económico de sectores estratégicos en la región de Puno (Ministerio de Economía y Finanzas 2020); la evolución de la temperatura máxima en la región de Puno para los próximos cinco años mantiene un promedio de 18,1 °C, valor considerado dentro de los parámetros según (Padilla Rosa & Roca Jusmet 2018); mantener constantes los valores en torno al calentamiento global obedece a los acuerdos internacionales sobre el medio ambiente (Pinilla Rivera *et al.* 2018)

CONCLUSIONES

Existe una correlación de 0,74 entre variable inversión pública y población de alpacas, así mismo se evidencia una correlación de 0,86 entre población de alpacas y el valor agregado bruto de la producción; no se evidencia una clara relación entre las variables ambientales tales como temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación pluvial sobre la población de alpacas y el valor agregado bruto de la producción.

En base a los modelos estimados (MC2E) y (MMG) se evidencia una significancia

un 0,24 por ciento la evolución favorable de valor agregado bruto en el sector agropecuario (Ministerio de Agricultura Dirección General de Competitividad Agraria 2011).

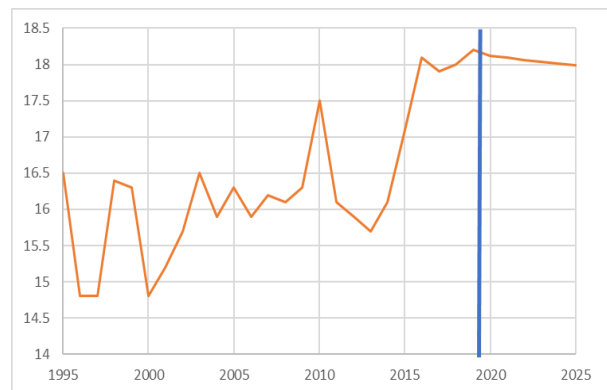


Figura 09. Predicción del Temp. Max-Puno

estadística individual de cada parámetro y de cómo estas variables afectan a la variable endógena, la temperatura máxima (TMax) afecta la producción de camélidos sudamericanos (PA) de manera positiva según el test de causalidad de Granger, la temperatura máxima afecta de forma directa la producción de camélidos sudamericanos en 0,18 por ciento; mayores precipitaciones pluviales y temperaturas mínimas, afectan de forma negativa en la producción de alpacas -0,06 y -0,02, ambos parámetros significativos a un nivel de significancia del 10 %. Mayores gastos en educación (inversión pública), explica la innovación en el sector pecuario en 0,24 por ciento.

La proyección sobre el VAB de la región de Puno muestra tendencia positiva para el periodo de predicción, lo anterior sujeto a factores externos e internos favorables, la evolución de la temperatura máxima en la región de Puno para los próximos cinco años mantiene un promedio de 18,1°C, valor considerado dentro de los parámetros según (Nordhaus 2008)

REFERENCIAS

- Alfaro Lozano, L. (Dirección de M. y E. ambiental atmosférica D. S., Llacza Rodríguez, A. (Subdirección de M.

- numérico S. D. S., & Sánchez Ccoyllo, O. (Subdirección de evaluación ambiental de la atmósfera S. D. S. 2016. Pronóstico con cobertura nacional del índice de radiación solar ultravioleta. Nota Técnica N°002-2016 SENAMHI, 2, 51. www.senamhi.gob.pe
- Alshanbari, F., Castaneda, C., Juras, R., Hillhouse, A., Mendoza, M. N., Gutiérrez, G. A., De León, F. A. P., & Raudsepp, T. 2019. Comparative FISH-mapping of MC1R, ASIP, and TYRP1 in New and old world camelids and association analysis with coat color phenotypes in the dromedary (*Camelus dromedarius*). *Frontiers in Genetics*, 10(MAR), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.00340>
- Asian, U., Workshop, R., Beijing, A., & Nandintsetseg, B. B. 2007. Potential Impacts of Climate Change & Evaluation of Adaptation Measures for Livestock Sector. Evaluation, April.
- Bárcena, A., Samaniego, J., Miguel Galindo, L., Ferrer Carbonell, J., Eduardo Alatorre, J., Stockins, P., Reyes, O., Sánchez, L., & Mostacedo, J. (n.d.). La economía del cambio climático en América Latina y el Caribe. Una visión gráfica.
- Brenes, E. R., Madrigal, K., & Pérez, F. 2001. El Cluster De Los Camélidos. *Harvard University*. http://www.cid.harvard.edu/archive/andes/documents/workingpapers/microfoundations/agrotech/peru/cluster_camelidos_peru.pdf
- Cueva, F. D. 2014. Efectos del cambio climático en la economía, el comercio internacional y la estrategia empresarial. (Spanish). *Effects of Climate Change on the Economy, International Trade and the Business Strategy*. (English), 9(18), 75–98. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=zbh&AN=102931711&lang=es&site=ehost-live>
- FAO. 2007. Traditional Lives Tock Keepers: Guardians of Domes Tic Animal Diversity. In *Animals*.
- Jackson, L., & Jerome, L. 2007. Learning about climate change solutions. *Goodside*, 31.
- James Douglas Hamilton-Time series analysis-Princeton University Press (1994) (1).pdf. (n.d.).
- Jauregui, M. 2017. *La Molina Molina*. 100.
- Josse, C., Cuesta, F., & Navarro, G. 2004. Physical Geography and Ecosystems in the Tropical Andes. *Wwwsp.Iai.Int*, 152–169. http://wwwsp.iai.int/files/communication/publications/scientific/Climate_Change_and_Biodiversity_in_the_Tropical_Andes/chapter10.pdf
- Losada, A. 2010. Modelos de Evaluación Integrada del impacto del cambio climático. Algunas consideraciones sobre un modelo para la región del Caribe. *Economía y Desarrollo*, 145(1–2), 237–264. heterogeneidad estructural y cambio climático en América Latina.
- Matute, G., Holgado, K., & Vásquez, I. 2009. Clúster Alpaquero en la Región Puno. In *Universidad ESAN* (Vol. 10).
- McKeon, G. M., Stone, G. S., Syktus, J. I., Carter, J. O., Flood, N. R., Ahrens, D. G., Bruget, D. N., Chilcott, C. R., Cobon, D. H., Cowley, R. A., Crimp, S. J., Fraser, G. W., Howden, S. M., Johnston, P. W., Ryan, J. G., Stokes, C. J., & Day, K. A. (2009). Climate change impacts on northern Australian rangeland livestock carrying capacity: A review of issues. *Rangeland Journal*, 31(1), 1–29. <https://doi.org/10.1071/RJ08068>
- MINAM. 2014. La economía del cambio climático en el Perú. *Gobierno Del Perú*, 152. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37419/S1420992_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de Agricultura Dirección General de Competitividad Agraria. 2011. Adaptación Al Cambio Climático Para La Competitividad Agropecuaria. <http://www.scribd.com/doc/75721363/Adaptacion-al-Cambio-Climatico-para-la-Competitividad-Agropecuaria>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). Marco Macroeconomico Multianual 2021-2024. República Del Perú Ministerio De Economía Y Finanzas Marco, 235. https://www.mef.gob.pe/pol_econ/marco_macro/MMM_2021_2024.pdf%0Afile:///D:/MICROECONOMIA II/MICROENOMIA 12.pdf
- Neubert, S., von Altröck, A., Wendt, M., & Wagener, M. G. 2021. Llama and alpaca management in germany—results of an online survey among owners on farm structure, health problems and self-

- reflection. *Animals*, 11(1), 1–19. <https://doi.org/10.3390/ani11010102>
- Padilla Rosa, E., & Roca Jusmet, J. 2018. Análisis Coste-Beneficio Versus Principio De Sostenibilidad: La Economía Del Cambio Climático De Nordhaus, Premio Nobel 2018. *Revista de Economía Crítica*, 26, 3–18.
- Pinilla Rivera, M., Díaz-Rodríguez, C., & Sánchez-Buendía, E. E. 2018. Crecimiento económico y emisiones de CO2 en América Latina, 1990-2015. *Semestre Económico*, 21(49), 41–55. <https://doi.org/10.22395/seec.v21n49a2>
- Pizarro Paz, D. M. 2017. Modelo de dinámica de sistemas para la adaptación al cambio climático de la ganadería Altoandina. *Tesis*, 128.
- Postigo, J. C. 2014. Perception and Resilience of Andean Populations Facing Climate Change. *Journal of Ethnobiology*, 34(3), 383–400. <https://doi.org/10.2993/0278-0771-34.3.383>
- Rafael, D., Bonett, C., & Inei, J. (2021). *Créditos*.
- Ramirez-Villegas, J., Cuesta, F., Devenish, C., Peralvo, M., Jarvis, A., & Arnillas, C. A. 2014. Using species distributions models for designing conservation strategies of Tropical Andean biodiversity under climate change. *Journal for Nature Conservation*, 22(5), 391–404. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2014.03.007>
- Roca Jusmet, J. 2018. La economía del cambio climático de William Nordhaus, premio Nobel 2018. *Ecología Política*, 56, 24–27. <https://servicioar.pbidi.unam.mx/cgi-bin/ezpmysqlssl.cgi?url=https://www.jstor.org/stable/26573445>
- Rodriguez Vargas, A. R., Gutierrez Reynoso, G. A., & Wurzinger, M. 2021. Caracterización de la crianza de llamas en la región Pasco, Perú. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 32(3), e18030. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.18030>
- Stern, N. (2007). The economics of climate change: The stern review. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, 9780521877, 1–692. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511817434>
- Thornton, P. K., Fawcett, R. H., Galvin, K. A., Boone, R. B., Hudson, J. W., & Vogel, C. H. 2004. Evaluating management options that use climate forecasts: Modelling livestock production systems in the semi-arid zone of South Africa. *Climate Research*, 26(1), 33–42. <https://doi.org/10.3354/cr026033>
- Urrutia, R., & Vuille, M. 2009. Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century. *Journal of Geophysical Research Atmospheres*, 114(2). <https://doi.org/10.1029/2008JD011021>
- Vargas, P. 2009. El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú. Banco Central de Reserva Del Perú, 1–59.
- Ziegel, E. R., & Enders, W. 1995. Applied Econometric Time Series. In *Technometrics* (Vol. 37, Issue 4). <https://doi.org/10.2307/1269759>