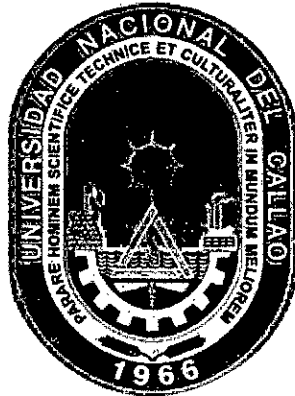


**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMIA**



TESIS DE GRADO

**“EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA
DEL DEPARTAMENTO DE HUANCABELICA: CASO MAÍZ
AMILÁCEO DURANTE LOS AÑOS 1966 - 2030”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

ECONOMISTA

BACH. ECON. IRINEO GARZON FLORES

BACH. ECON. FANNY RAQUEL SUMALAVE VELÁSQUEZ

Callao, 12 de Octubre del 2018

Callao - Perú

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMÍSTA

Siendo las 14:45 horas del día viernes 12 de octubre del 2018, se reunió el jurado evaluador de tesis designado por resolución N° 012-2018-UI/FCE, en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Callao, conformado por los siguientes docentes.

Presidente del Jurado	Mg. More Palacios Raúl
Secretario	Lic. Jave Chavez Pedro Alberto
Vocal	Eco. Sosa Sosa Luis Miguel
Suplente	Mg. Calero Briones Máximo Estanislao
Asesor	Mg. Meneses Crispín Ángel

Con el fin de evaluar la sustentación de Tesis de los Bachilleres **IRINEO GARZON FLORES Y FANNY RAQUEL SUMALAVE VELÁSQUEZ**, titulado: **"EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA: CASO MAÏZ AMILÁCEO DURANTE LOS AÑOS 1966-2030"**, para optar el Título Profesional de Economista; con el quorum correspondiente del Reglamento de Grados y Títulos vigente, luego de las exposiciones, el jurado realizó las preguntas respectivas, las mismas que fueron absueltas satisfactoriamente. En consecuencia, este jurado acordó dar por **APROBADO** con nota **15** y el calificativo de **BUENO** a los Bachilleres **IRINEO GARZON FLORES Y FANNY RAQUEL SUMALAVE VELÁSQUEZ**.

Acto seguido el presidente del jurado evaluador tomó el juramento de estilo a los nuevos Economistas formados en esta universidad; siendo las 15:55 horas del mismo día se dio por concluida esta ceremonia de Titulación Profesional.

Bellavista 12 de octubre del 2018

Mg. More Palacios Raúl
Presidente del Jurado

Eco. Sosa Sosa Luis Miguel
Secretario

Mg. Calero Briones Máximo (Suplente)
Vocal

Mg. Meneses Crispín Ángel
Asesor

DEDICATORIA (Irineo Garzón):

A mis padres por el apoyo incondicional. A mi esposa e hija por el apoyo constante en este proceso.

DEDICATORIA (Raquel Sumalave):

A Dios por darme las fuerzas necesarias, a mis padres por su apoyo incondicional y a mis hermanos por sus consejos.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL:

Al profesor, Ángel Renato Meneses Crispín por el apoyo dado.

**“EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DEL
DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA: CASO DEL MAÍZ AMILÁCEO
DURANTE LOS AÑOS 1966-2030”**

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
I. Introducción.....	7
II. Planteamiento del problema.....	9
2.1. Determinación del problema.....	9
2.2. Formulación del problema.....	18
2.3. Objetivos de la investigación.....	19
2.4. Justificación.....	19
2.5. Importancia.....	20
III. Marco teórico.....	21
3.1. Evidencias empíricas.....	21
3.2. Marco conceptual.....	23
3.3. Teorías.....	25
IV. Hipótesis.....	33
V. Variables.....	34
5.1. Variables de investigación.....	34
5.2. Operacionalización de las variables.....	35
VI. Metodología.....	36
6.1. Tipo de investigación.....	36
6.2. Diseño de investigación.....	36
6.3. Población y muestra.....	36
6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	37
6.5. Plan de análisis estadístico de datos.....	38
VII. Resultados y discusión.....	42
VIII. Conclusiones.....	56
IX. Recomendaciones.....	57
X. Referencia.....	59
XI. Anexos.....	61
ANEXO N°1.....	61
Matriz de consistencia.....	61

RESUMEN

Huancavelica está ubicada en la sierra central del Perú, una de sus actividades económicas más importantes es la Agricultura, la cual según varios estudios científicos tiene mayores probabilidades de ser mayormente vulnerable al Cambio Climático.

La presente Tesis titulada "*Efectos del cambio climático en la agricultura del departamento de Huancavelica: caso del maíz amiláceo durante los años 1966-2030*", su objetivo principal es cuantificar el impacto del cambio climático en la agricultura, para lo cual se utilizará "Serie de Tiempo", se utilizará los registros realizados por las estaciones meteorológicas en Huancavelica para las variables de precipitación y temperatura mientras que para el maíz amiláceo se considerará la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática.

El análisis empieza por estimar los efectos en el rendimiento que tiene el cambio climático mediante las variables de precipitación y temperatura sobre la agricultura en este caso el maíz amiláceo a partir del modelo elegido primeramente se estimó el horizonte temporal de 1966 al 2015 y luego se realizó una proyección al año 2030. Los resultados obtenidos indican que los comportamientos de las variables climáticas influyen en el rendimiento del cultivo del maíz.

ABSTRACT

Huancavelica is located in the central highlands of Perú, one of the most important economic activities is the agriculture, which according to several scientific studies is more likely to be vulnerable to climate change.

This thesis "*Effects of climate change on agriculture in the department of Huancavelica: case of maize amilaceo during the years 1966-2030*", it's main objective is to quantify the impact of climate change on agriculture, we will used "Time Series" the records made by the meteorological stations in Huancavelica will be used for the variables of precipitation and temperature while for the maize amilaceo the information provided by the National Institute of Statistics and Information.

The analysis begins by estimating the effects on the performance of climate change through the variables of precipitation and temperature on agriculture. In this case, maize amilaceo, based on the model chosen, was first estimated for the time horizon from 1966 to 2015 and then a projection to the year 2030. The results obtained indicate that the behavior of the climatic variables influence the yield of the maize amilaceo.

I. Introducción

El cambio climático, constituye uno de los principales desafíos que enfrenta la humanidad, sabemos que este proceso climático es natural pero el hombre lo ha acelerado en los últimos años, aproximadamente desde la revolución industrial. El cambio climático produce consecuencias asimétricas entre regiones, países y grupos socioeconómicos, en diversas actividades productivas principalmente en la agricultura por ser directamente dependiente de las condiciones climáticas.

El cambio climático se presenta como la variación global del clima con el progresivo aumento o reducción extrema de la temperatura, modificaciones en los patrones de precipitación, variación de la nubosidad, cambios en la frecuencia e intensidad de los eventos climáticos extremos y el aumento del nivel del mar. Estos cambios generan modificaciones en el uso potencial de la tierra, por ello los cultivos son muy susceptibles a los niveles de temperatura y precipitación.

Los países con características geográficas como el Perú que poseen una amplia biodiversidad y diversos pisos altitudinales tienen una tendencia de ser más vulnerables a las variaciones climáticas y más aún cuando no cuentan con tecnología necesaria, por ello, se deben tomar acciones preventivas según sea el caso de cada región para evitar costos por algún suceso no determinado que podría ocurrir.

Huancavelica, ha estado ligada a las actividades productivas como la minería, ganadería y agricultura, principalmente más del 65% de la población está dedicada a la agricultura de subsistencia, en el año 2012 la agricultura representó el 12% del PBI regional. Así mismo los reportes señalan que la población de agricultores de la región es mayoritariamente rural en condición de pobreza y pobreza extrema los cuales no cuentan con

tecnología el cual dificulta el desarrollo sostenible de esta actividad, también un buen porcentaje de su trabajo es intensivo y va al autoconsumo.

Como resalta (Stern, 2006), aunque el cambio climático es un fenómeno de origen global, sus impactos y alternativas de respuesta de adaptación se manifiestan a nivel local. Ante la problemática planteada, se realiza la presente tesis que tiene como objetivo ***Cuantificar el impacto del cambio climático en la agricultura en el departamento de Huancavelica, sobre los rendimientos de los cultivos del maíz amiláceo, en el horizonte temporal 1966 – 2030.***

La finalidad de la presente tesis es analizar la relación de las variables climáticas con el rendimiento de los cultivos de maíz amiláceo en la región Huancavelica en el horizonte temporal 1966 – 2015, para luego medir los impactos del cambio climático y pronosticar hasta el año 2030, el cual permitirá resaltar la importancia de dichos efectos y proponer medidas que permitan mitigarlos o adaptarnos.

Para lograr los objetivos de la tesis, la tesis se divide en; el correcto planteamiento del problema, para luego reunir el marco teórico pertinente, con lo cual se establecen las hipótesis y se eligen las variables con lo cual se desarrolla la tesis en la parte empírica.

II. Planteamiento del problema

2.1. Determinación del problema

El cambio climático, representa un fenómeno mundial que trae consigo grandes modificaciones al medio ambiente. El Cambio Climático se presenta con el calentamiento global a causa de la acumulación de los gases de efecto invernadero (GEI)¹ en la atmosfera causados por alteraciones naturales pero también muchos estudios indican que el hombre está acelerando este proceso por la emisión de los GEI de sus actividades productivas, también se suma el incremento de la periodicidad e intensidad de los fenómenos meteorológicos como las lluvias intensas, sequias, etc., fenómenos que afectan con gran intensidad al sector agropecuario como señalan muchos informes y estudios relacionados.

(Cline, 2008), y otros estudios argumentan que en el Perú el impacto del cambio climático será heterogéneo dependiendo de la zona geográfica, ya que está compuesto por muchos microclimas constituyendo 84 zonas de vida de las 114 a nivel mundial y 28 tipos de clima de los 34 existentes en el planeta. El Perú tendrá diversos efectos dependiendo de la zona y climas existentes, lo que hará que las manifestaciones climáticas en unas regiones sean beneficiosas y en otras seas perjudiciales.

El cuarto informe del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007), indica que las emisiones mundiales de los gases de efecto invernadero (GEI), causados por las actividades humanas han aumentado en un 70% desde la era preindustrial. Coincidiendo con este incremento la concentración de los GEI, por la cual se ha registrado un aumento de la temperatura global.

¹ GEILV: Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O).
GEICV: Dioxido de Azufre (SO₂), Monóxido de Carbono (SO).

El Cambio Climático conduce a que el clima sea más variable, evidenciándose en temperaturas muy altas o muy bajas, sequías prolongadas o lluvias con mayor intensidad y frecuencia. Por la tanto, no hay predicciones que puedan prever hechos y el riesgo en la agricultura es alto.

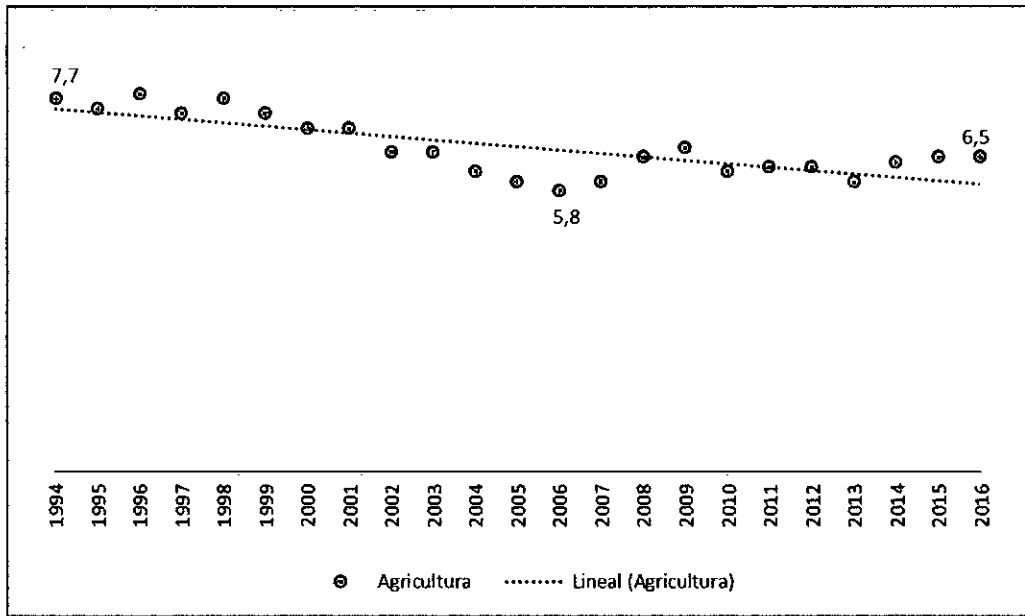
(Diana, Juan Luis, & Jorge, 2010) observan para el año 2050 un incremento en la temperatura media anual de 3,2°C y una disminución en la precipitación acumulada de 2227,8 mm, cambios que implican en una disminución del 22% a 35% en la renta anual de la tierra.

El análisis de (Vargas, 2009), describe tres manifestaciones del cambio climático en el Perú debido al aumento de la temperatura global, del cual por los intereses de la presente tesis tomaremos la segunda manifestación a la que hace referencia, donde indica que la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño², que se caracteriza por el ingreso de una masa superficial de aguas cálidas al mar Peruano que afecta sobre todo al norte, aumentando la temperatura del mar provocando intensas lluvias que trae consigo inundaciones y pérdidas considerables en la agricultura; y en el sur estos eventos son escasos, pero pueden sobrevenir y son a menudo devastadores dándose el fenómeno contrario que es la sequía prolongada.

² Oscilación del Sur El Niño (ENSO): Es el calentamiento de las aguas del Pacífico que afecta principalmente el Sureste Asiático, Australia y Sudamérica.

GRÁFICO N°1

PERÚ: PBI AGRICULTURA A PRECIOS CORRIENTES, 1994-2016
(Porcentaje)



Nota: 2013P/, 2014pP/, 2015E/ y 2016E/.

E/ Cifra Estimada

P/ Cifra Preliminar

Fuente: Instituto Nacional Estadística e Informática (INEI)

Elaboración: propia

El GRÁFICO N°1, muestra el comportamiento de la agricultura como aporte al PBI nacional en términos porcentuales, en el cual, se puede evidenciar un comportamiento cíclico y con una clara tendencia a disminuir según pasan los años por lo cual es necesario identificar cuáles son los factores que están influyendo en ese comportamiento.

La abundante literatura sobre el cambio climático, nos muestra lo preocupante que puede resultar si no se toman las precauciones del caso, el cambio Climático representa una amenaza mayúscula para lograr superar la pobreza y la pobreza extrema la cual se desarrolla con mayor incidencia en países subdesarrollados los cuales no están tecnificados totalmente, uno de esos casos son las zonas rurales del Perú, por ello, se

debe garantizar la seguridad alimentaria³. El cambio climático es un problema que afecta de manera directa a las poblaciones más pobres, a pesar de ser ellos los que tienen la menor responsabilidad del deterioro climático.

CUADRO N°01

PERÚ-HUANCAVELICA: PRINCIPALES INDICADORES

Indicador	Medida	Perú	Huancavelica
Superficie	Km ²	1 285 215,6	22 131,5
Desnutrición crónica (<5 años)	%	18,1	50,2
Analfabetismo (hombres)	%	3,1	5,3
Analfabetismo (mujeres)	%	9,3	24,4
Asistencia escolar (primaria)	%	91,6	92,7
Asistencia escolar (secundaria)	%	80,3	77,9
Población con educ. primaria (15 y más años de edad)	%	21,9	33,5
Población con educ. sup. no universitaria. (15 y más años de edad)	%	13,8	6,3
Población con educ. sup. universitaria (15 y más años de edad)	%	16,3	8,2
Cobertura de salud	%	61,9	85,3
Niños con anemia (< 36 meses)	%	44,5	64,3
PEA	Miles de personas	16 142,1	254,4
PEA ocupada	Personas	15 541 484	249 523
PEA Agricultura, pesca, minería	Personas	4 042 334	163 876
PEA Manufactura	Miles de personas	10,0	2,0
Ingreso prom. mensual del hogar	S/.	1 141	642
VAB (precios constantes)	Miles de S/. de 1994	238 836 410,0	1 651 768,0
VAB Agricultura, Caza y Silvicultura	Variación porcentual	6,9	5,4
Hogares c/ agua potable	%total de hogares	82,5	53,8

³ Situación predominante en la que las personas tiene acceso a cantidades suficientes de alimentos inocuos y nutritivos para su crecimiento y desarrollo normal y para una vida activa y sana.

Acceso a desagüe	%total de hogares	67,3	28,2
Acceso a alumb. eléctrico	%total de hogares	91,1	81,5
Acceso a TV Cable (hogares)	%	31,9	6,5
Acceso a telefonía fija	%	29,4	2,7
Hogares c/ Telf. móvil	%	79,7	66,2
Hogares con internet	%total de hogares	20,2	1,7
Visit. Nacionales a Museos y Centros Arqueológicos	Personas	1 759 877	3 657
Visit. Extranjeros a Museos y Centros Arqueológicos	Personas	841 526	241
empresas de 1-10 trabajadores	%	70,9	86,3
Pobreza	%	24,8 – 26,8	49,5 – 55,5
Pobreza extrema	%	5,5 – 6,5	10,0 – 15,7
Población en edad de trabajar (De 14 y más años de edad)	Miles de personas	21 939,86	303,35
Población económicamente activa desempleada	Miles de personas	600,6	4,9
PBI per cápita	S/. por persona	17 852,69	7 839,68

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Elaboración: Propia

Según cifras del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática Huancavelica es uno de los departamentos más pobres del Perú, con un alto grado de sufrir las consecuencias del cambio climático, se trata de una zona predominantemente rural cuyos indicadores de desarrollo se acentúan y alcanzan niveles dramáticos, como se puede observar en el CUADRO N°1, al año 2012 los niños con anemia representan el 64,3%, que está por encima del porcentaje nacional que se encuentra en el 44,0%, con una desnutrición crónica infantil de 50,2% por encima del dato nacional que se encuentra en 18,1%, observamos que presenta niveles incongruentes en el nivel de PBI per cápita siendo S/. 7 839,68. El nivel de pobreza registrada para el ámbito nacional del año 2012 registra entre el 24,8 y 26,8%, mientras que para el departamento de Huancavelica el nivel de pobreza registra entre el 49,5 y 55,0% y la pobreza extrema para el ámbito nacional registra lo siguiente 5,5 y 6,5%, mientras para la región

Huancavelica registra un porcentaje mucho mayor el cual se encuentra entre el 10,0 y 15,7%.

A los principales indicadores que se puedan mostrar referentes al departamento de Huancavelica, se debe añadir la ubicación ya que se encuentra en una zona accidentada con muy pocas tierras cultivables y relieve geográfica agreste con una población mayoritariamente ubicada en zonas rurales. Haciendo esta característica aún más vulnerable a los agricultores huancavelicanos en particular a los productores de maíz amiláceo debido al poco esfuerzo que realizan los agricultores para atenuar los efectos del cambio climático ya que poseen una incipiente tecnificación y falta de infraestructura agrícola.

CUADRO N°02

PERÚ: PARTICIPACIÓN DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS EN EL VALOR BRUTO DE LA PRODUCCIÓN

(Porcentaje)

Nombre	Tipo de cultivo	Participación en el PBI agrícola
Papa	Transitorio	10,55
Arroz	Transitorio	7,46
Café	Permanente	5,63
Caña de azúcar	Permanente	4,84
Plátano	Permanente	3,73
Maíz amarillo duro	transitorio	4,6
Maíz amiláceo	transitorio	1,51

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI)
Elaboración propia

CUADRO N°03
PERÚ: ÁREAS CULTIVADAS
(Miles ha)

Principales cultivos transitorios	Superficie	Principales cultivos permanentes	Superficie
Papa	367,7	Café	425,4
Maíz amarillo duro	261,6	Cacao	144,2
Maíz amiláceo	240,8	Palta	65,7
Arroz	167,1	Mango	39
Caña de azúcar	141,3	Naranja	22,5
Cebada grano	45,3	Chirimoya	18,1
Trigo	45,2	Limón	17,8

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Elaboración propia

CUADRO N°04
HUANCAVELICA: VALOR AGREGADO BRUTO, SEGÚN ACTIVIDADES
ECONÓMICAS
(Valores a precios corrientes)

Actividades	2012	2013	2014	2015p/	2016p/
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	13,7	13,3	11,1	10,7	10,8
Pesca y Acuicultura	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	21,3	18,2	16,5	12,5	10,7
Manufactura	1,9	2,0	1,8	1,7	1,7
Electricidad, Gas y Agua	24,3	24,6	25,0	27,1	28,5
Construcción	9,6	10,4	12,5	14,4	13,8
Comercio	4,8	5,0	4,8	4,6	4,6
Transporte, Almacén, Correo y Mensajería	1,9	2,1	2,1	2,4	2,4

Alojamiento y Restaurantes	1,1	1,3	1,3	1,3	1,4
Telecom. y Otros Serv. de Información	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Administración Pública y Defensa	8,0	8,6	9,9	9,6	10,0
Otros Servicios	13,0	14,0	14,5	15,2	15,7
Valor Agregado Bruto (VAB)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

p/ Cifra preliminar

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

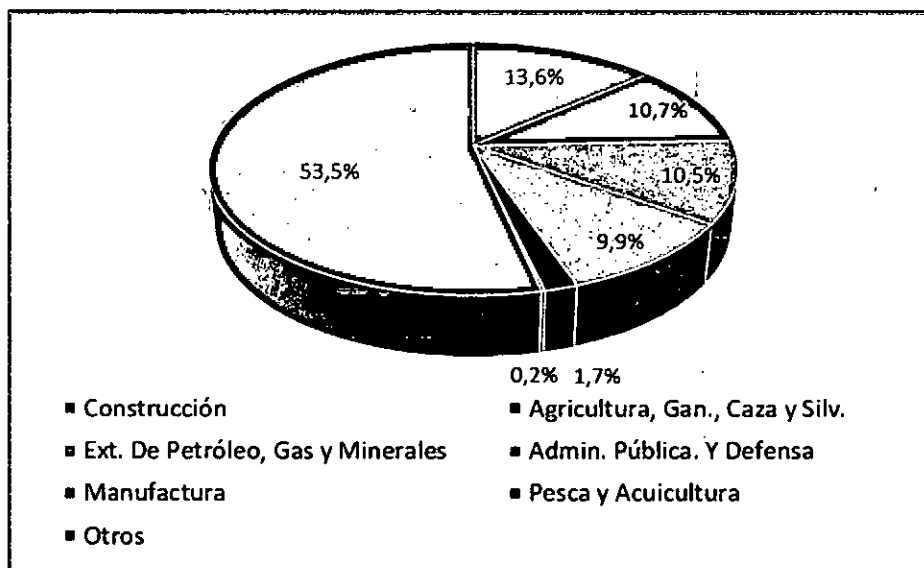
Elaboración propia

GRÁFICO N°02

HUANCAVELICA 2016: VALOR AGREGADO BRUTO

VALORES A PRECIOS CORRIENTES

(Estructura porcentual)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Elaboración propia

El GRÁFICO N°2, nos muestra los principales sectores productivos de la economía del departamento de Huancavelica en el cual el 10,7% representa a la Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura, este sector es

predominantemente dependiente de las condiciones climáticas para su óptimo rendimiento, ya que estas condicionan los ciclos de producción agrícola.

(CEPAL, 2015) El cambio climático es uno de los grandes retos del siglo XXI si se tienen en cuenta sus características globales y asimétricas. En el contexto de una economía global, los efectos de esos cambios, la adaptación a las nuevas condiciones y la instrumentación de los procesos de mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI) implican de esfuerzos de tal magnitud, que impondrán la necesidad de definir el estilo de desarrollo en un nuevo marco de desarrollo sostenible.

Por todo lo anteriormente señalado es necesario identificar cuáles son los efectos del cambio climático, a través de sus variables de temperatura y precipitación pluvial, sobre el rendimiento de los cultivos de maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica. En ese contexto se hace necesaria y relevante plantear la siguiente pregunta de investigación ***¿Cuáles son los efectos del cambio climático sobre la agricultura del departamento de Huancavelica, en el horizonte temporal de 1966 al 2030?***

2.2. Formulación del problema

Existe una gran cantidad de investigaciones a nivel mundial sobre cambio climático y el efecto que esta causa en la agricultura, y de manera general en los países llamados subdesarrollados o en vías de desarrollo. A nivel regional existe muy poca investigación y centralmente en el departamento de Huancavelica es casi inexistente investigaciones sobre el impacto del cambio climático en la agricultura.

Esta investigación puede convertirse en herramienta referencial para los tomadores de decisiones y hacedores de políticas públicas sobre economía, agricultura, cambio climático, medio ambiente, etc., en tal sentido, a partir de la utilización de las fuentes oficiales para el desarrollo de la presente tesis, el problema a investigar se resumirá en presentar.

2.2.1. Problema General

¿Cuál es la relación entre las variables climáticas sobre el rendimiento de los cultivos del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, en el horizonte temporal 1966 – 2030?

2.2.2. Problemas Específicos

2.2.2.1. Problema Específico 1

¿Cuál es la relación entre la variabilidad de la temperatura sobre el rendimiento de los cultivos del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, en el horizonte temporal 1966 – 2030?

2.2.2.2. Problema Específico 2

¿Cuál es la relación de los niveles de precipitación sobre el rendimiento de los cultivos del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, en el horizonte temporal 1966 – 2030?

2.3. Objetivos de la investigación

2.3.1. Objetivo General

Cuantificar el impacto del cambio climático en la agricultura del departamento de Huancavelica, sobre los rendimientos de los cultivos del maíz amiláceo, en el horizonte temporal 1966 – 2030.

2.3.2. Objetivos Específicos

2.3.2.1. Objetivo Especifico 1

Cuantificar el impacto de la variabilidad de la temperatura en la agricultura del departamento de Huancavelica, sobre los rendimientos de los cultivos del maíz amiláceo, en el horizonte temporal 1966 – 2030.

2.3.2.2. Objetivo Especifico 2

Cuantificar el impacto de los niveles de precipitación en la agricultura del departamento de Huancavelica, sobre los rendimientos de los cultivos del maíz amiláceo, en el horizonte temporal 1966 – 2030.

2.4. Justificación

La presente tesis ***“Efectos del Cambio Climático en la Agricultura del departamento de Huancavelica: caso del Maíz Amiláceo durante los años 1966 – 2030”***, postula a convertirse en un documento de referencia que coadyuve a explicar y prevenir los efectos adversos del cambio climático y constituirse en un instrumento de análisis para la toma de decisiones para los hacedores de políticas públicas en materia medioambiental.

En virtud a la problemática presentada, la presente tesis toma de referencia trabajos de investigación en el Perú que explican los posibles efectos del cambio climático sobre la producción (rendimiento de los cultivos del maíz amiláceo) agrícola del maíz para los próximos 15 años, y propone un

método adaptado a la realidad de la agricultura de Huancavelica y con el uso de datos disponible del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), también nos apoyamos en estudios realizados en otros países, cuyos procesos de producción agrícola se encuentran más avanzado a comparación del Perú. Por ello se emplea el Modelo Agrícola con Énfasis en Variables Edáficas - Climáticas, Modelo de Producción Agrícola que se fundamenta en la Función de Producción Clásica, remarcando los recursos propios que intervienen en esta actividad, incluyendo, en la medida de la información disponible, entre otros factores que intervienen en la producción del maíz; además de incorporar los factores climáticos, para el horizonte temporal del 2016- 2030.

2.5. Importancia

A nivel mundial existen un vasto porcentaje estudios científicos que analizan el impacto del Cambio Climático sobre la Agricultura, pero para el caso particular peruano aún no existe una consistente data de trabajos de investigación referidos a este tema. Trabajos de investigación con mayor precisión geográfica o investigaciones por regiones aún son escasas o inexistentes. La presente investigación resulta importante porque va permitir aportar evidencia empírica sobre los efectos de la variabilidad de temperatura y precipitación en la agricultura tanto del país como en el departamento de Huancavelica; los resultados obtenidos permitirán a los hacedores de políticas tener mayor evidencia para la formulación de criterios de diseño de programas de mitigación a la acumulación de los gases de efecto invernadero (GEI) y contrarrestar los cambios climáticos.

III. Marco teórico

3.1. Evidencias empíricas

(CEPAL, 2015) desde una óptica económica, el Cambio Climático es quizás la mayor externalidad negativa posible⁴. América Latina y el Caribe son especialmente vulnerables a los efectos del Cambio Climático debido a su situación geográfica y climática, su condición socioeconómica y demográfica y a la alta sensibilidad al clima de sus activos naturales, como los bosques, su biodiversidad y sus medios de supervivencia. Según estimaciones realizadas, con un alto nivel de incertidumbre debido a que no se incluyen algunos sectores y no incorporan todos los efectos potenciales o los procesos de retroalimentación o de adaptación, los costos económicos del Cambio Climático en América Latina y el Caribe al 2050 se sitúa entre el 1,5% y el 5% del PBI regional.

En el Perú la actividad agrícola es un sector vulnerable a las variaciones climáticas causadas por eventos anómalos como inundaciones, granizadas o heladas que afectan el rendimiento de los cultivos. Según MINAGRI (2011), el sector agropecuario peruano representa alrededor del 8% del PBI nacional, proporción mantenida hace al menos una década, emplea alrededor del 26% de la PEA y es el segundo sector con mayor absorción de empleo, luego de servicios.

(Diana, Juan Luis, & Jorge, 2010) en las pruebas realizadas bajo diferentes tasas de descuento se presentan resultados, de los cuales se concluyen que los posibles beneficios que el Cambio Climático podría traer sobre la producción del maíz en el corto plazo, se revertirán en el largo plazo, dando lugar a importantes pérdidas económicas, que podrían ser alrededor del

⁴ CEPAL 2015, si bien América Latina ha contribuido históricamente al cambio climático en menor medida que otras regiones, de todos modos, resulta particularmente vulnerable a sus efectos y, más aun, estará involucrada de diversas formas en sus posibles soluciones.

16% del PIB en Guatemala en el escenario más adverso a una tasa de descuento del 0.5%, según la investigación para dicho país.

(Ramírez, Ordaz, Mora, Acosta, & Serna, 2010) indican que Nicaragua depende fundamentalmente de la producción del maíz y frijol para alimentar a su población, igualmente un porcentaje importante de sus exportaciones corresponden al café. Los resultados que obtuvieron indican que estos tres cultivos serán gravemente afectados, repercutiendo de manera significativa en su economía. Las pérdidas económicas proyectadas al 2100 en el caso del maíz podrían oscilar entre el 3% y 5% del PIB considerando una tasa de descuento del 2%.

Concluyen en que los impactos negativos del cambio climático sobre la economía de los países del Istmo Centroamericano son significativos, como lo demostraron de acuerdo al enfoque de las funciones de producción, con mucha mayor incidencia sobre los agricultores de subsistencia, los cuales representan en la región 59.4%⁵ de los productores totales, sector de la población que presenta mayores impactos negativos, pues dependen de cultivos que eventualmente serán muy afectados, como los granos básicos (frijol, maíz y arroz).

Según (BID, 2014) las proyecciones para el Perú indican que el cambio climático en la agricultura generaría disminuciones en la producción para casi todos los productos⁶, la única excepción encontrada es el caso del café que presenta un comportamiento distinto, pues en los primeros años la producción crecería levemente para luego disminuir.

En base a lo que sostiene (Lagos & Zubieta, 2010), el Perú está entre los países más vulnerables a los efectos del cambio climático por su ubicación geográfica muy particular ya que se encuentra en la región tropical y se encuentra expuesto a mayor radiación solar. Según (Torres Ruiz de

⁵ Fuente: CEPAL, sobre la base de cifras oficiales de los Censos Agropecuarios de Costa Rica, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.

⁶ Papa, arroz, maíz amarillo duro, maíz amiláceo, caña de azúcar y plátano.

Castillo, 2010), en el Perú la zona andina es la más vulnerable por su rápida variación altitudinal, mayor gradiente térmico y mayor exposición a los eventos climáticos extremos.

3.2. Marco conceptual

3.2.1 Cambio Climático

El Cambio Climático Global (CCG) fue definido por la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático como “el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial y que vienen a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables”.⁷

Un de las principales causas subyacentes del CCG es el incremento de forma artificial de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, provocando el aumento de la temperatura media, a raíz del cual se retiene más calor y de esa manera se produce el calentamiento global.⁸

3.2.2 Producción

Se denomina producción a cualquier tipo de actividad destinada a la fabricación, elaboración u obtención de bienes y servicios. (Smith A. , 1776), en tanto señala que la producción es un proceso complejo, requiere de distintos factores que pueden dividirse en tres grandes grupos, a saber: la tierra, el capital y el trabajo. La tierra es aquel factor productivo que engloba a los recursos naturales, el trabajo es el esfuerzo humano destinado a la creación de un beneficio y finalmente el capital que es un factor derivado de los otros dos y representa al conjunto de bienes que

⁷ Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Naciones Unidas. 1992. Art. 1. definiciones. Inc. 2

⁸ Carnero Contenti Vanesa, “comunidad internacional y Cambio Climático Global. A propósito de nuevas tendencias y escenarios” (CAEI).

además de poder ser consumidos de modo directo, también sirve para aumentar la producción de otros bienes. La producción combina los citados elementos para satisfacer las necesidades de la sociedad, a partir del reconocimiento de la demanda de bienes y servicios.

3.2.3 Producción agrícola

El concepto de producción agrícola es aquel que se utiliza en el ámbito de la economía para hacer referencia al tipo de productos y beneficios que una actividad como la agricultura puede generar. La agricultura, es decir, el cultivo de granos, cereales y vegetales, es una de las principales y más importantes actividades para la subsistencia del ser humano, por lo cual la producción de la misma es siempre una parte relevante de las economías de la mayoría de las regiones del planeta, independientemente de cuán avanzada sea la tecnología o la rentabilidad⁹.

3.2.4 Rendimiento de la producción agrícola

La cantidad de productos que un agricultor obtiene por cada unidad de superficie que cosecha y se expresa en kilogramos por hectárea en los países que usan el sistema métrico decimal. El rendimiento es una medida sencilla de los frutos que producen múltiples factores naturales y humanos combinados en determinado cultivo. La magnitud de un rendimiento señala el nivel de eficiencia de la correspondiente combinación de factores que influyen sobre la cosecha.

3.2.5 Temperatura

La temperatura es aquella propiedad física o magnitud que nos permite conocer las temperaturas, es decir, nos da una acabada idea de cuánto frío o calor presenta un cuerpo de una persona, un objeto o una región determinada.

⁹ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, disponible en <http://www.fao.org/in-action/inpho/crop-compendium/cereals-grains/es/>.

3.2.6 Precipitación pluvial

En términos científicos, la lluvia no es más que la precipitación de agua desde las nubes hacia el suelo. Esta caída de agua se produce a partir de la condensación del vapor de agua que se encuentra dentro de las nubes y que, al volverse más pesado, cae por efecto de la gravedad hacia el suelo. La lluvia siempre es líquida, es decir, siempre es agua en estado líquido, aunque a veces puede estar acompañada de otros estados como el gaseoso o sólido. La lluvia, junto con la luz solar, es esencial para la vida en el planeta Tierra.

3.3. Teorías

En la presente tesis se estimarán los efectos del cambio climático sobre la agricultura del departamento de Huancavelica: caso del maíz amiláceo, a través del enfoque de la función de producción, enfoque que fue utilizado tradicionalmente, mediante el cual es posible estimar los impactos de distintas variables climáticas, como la precipitación y la temperatura, sobre los niveles de producción.

(Mendelsohn & D. Nordhaus, 1994), nos dice que este enfoque puede llevarnos a sobreestimar los efectos negativos del clima, pues esta no contempla todos los ajustes que los productores realizan en respuesta a cambios en las condiciones económicas y ambientales, por ejemplo, la adaptación de los cultivos incorporando tecnología, modificando la producción de alimentos, el precio de los insumos o la disponibilidad de recursos, así los resultados de la función de producción casi siempre predicen reducciones en el nivel de producción.

Sin embargo la construcción de funciones de producción permite analizar los efectos del clima sobre los cultivos, esto al basarse en variables observables como temperatura y precipitación pluvial el cual nos presenta

resultados claros en terminos de la relación entre los rendimientos de los mismos y las condiciones climáticas. Además permite identificar los umbrales de temperatura y precipitación mas alla de los cuales las condiciones climáticas se vuelven perjudiciales y en consecuencia predecir beneficios o pérdidas de acuerdo a los niveles de temperatura y precipitación.

Si bien, la presente tesis basará sus cálculos en el modelo anterior descrito, existe otra metodología a traves del cual se puede en principio corregir el sesgo en las estimaciones basadas en la función de producción la cual es la del “Enfoque Ricardiano” que permite analizar como el clima afecta al valor neto de las tierras cultivadas, al medir directamente los precios o ganancias de la producción agrícola, se estiman los impactos directos del clima en los diferentes cultivos asi como la sustitución de diferentes insumos, la introduccion de diferentes actividades y otras adaptaciones potenciales a climas distintos.

3.3.1. Enfoque de la función de producción agrícola

Una función de producción es aquella que relaciona las cantidades de factores (X) que se requieren y en la forma en que se combinan para producir un bien determinado (Y).

$$Y = f(X) \dots (1)$$

De acuerdo con Fleischer y otros (2007), una función de producción agrícola (Q) se puede expresar en función de variables endógenas, exógenas y de variables que representan la habilidad o capacidad de los agricultores. Las variables endógenas (X) incluyen trabajo, capital y otros insumos. Las exógenas (Z) comprenden variables climáticas. Las características de los agricultores (M) incluyen variables de capital humano.

En términos formales la función de producción agrícola se representa de la siguiente forma:

$$Q_t = f(M_t, Z_t, X_t) \dots (2)$$

Donde:

Q_t : representa el nivel de producción de un determinado producto y el subíndice t indica el tiempo o el año considerado.

Así, la función de beneficios de un agricultor que produce n cultivos para el periodo t se expresa de la forma:

$$\pi_t = \sum_{j=1}^n [p_{jt}, Q_{jt}(m_t, z_t, x_{jt}) - w_t x_{jt}] \dots (3)$$

Donde: p_j representa el precio del producto j , Q_j es la función de producción del producto j , y w es el vector de precios de los insumos.

Un supuesto inherente a este tipo de modelación es que los agricultores buscan maximizar sus beneficios y, por lo tanto, eligen aquella cantidad de insumos (x^*) que se les permita, suponiendo como dadas a las variables exógenas. La cantidad óptima de insumos debe satisfacer la siguiente condición de primer orden en cada uno de los periodos considerados:

$$p_j \left(\frac{\partial Q}{\partial x_j} \right) = w \quad j = 1, 2, \dots, n \dots (4)$$

En este estudio, y a partir del enfoque de funciones de producción descrito anteriormente, se analizan, en primer lugar, los efectos del cambio climático sobre la producción agropecuaria (a través de índices de producción), en tres grandes grupos: producción agropecuaria, producción de cultivos y producción pecuaria. De esta forma, y con objeto de realizar la estimación econométrica de la ecuación (2) para cada uno de los índices de producción, es posible representar dicha función mediante las siguientes ecuaciones:

$$Agropecuaria_t = \alpha_1 + W_t \alpha_2 + Z_t \alpha_3 + X_t \alpha_4 + \varepsilon_{1t}, \quad t = 1, T \dots (5)$$

$$Cultivos_t = \beta_1 + W_t \beta_2 + Z_t \beta_3 + X_t \beta_4 + \varepsilon_{2t}, \quad t = 1, T \dots (6)$$

$$Pecuaria_t = \delta_1 + W_t \delta_2 + Z_t \delta_3 + X_t \delta_4 + \varepsilon_{3t}, \quad t = 1, T \dots (7)$$

Donde las $\alpha_i, \beta_i, \delta_i$ representan los coeficientes a ser estimados y los ε_{it} son los términos de error de cada una de las ecuaciones de los índices de producción respectivos.

De manera adicional, este estudio presenta un análisis de los efectos del cambio climático sobre el rendimiento de tres productos agrícolas: maíz, frijol y café. Para estos tres cultivos, las ecuaciones a estimar se representan de la siguiente forma:

$$Maiz_t = \alpha_1 + W_t\alpha_2 + Z_t\alpha_3 + X_t\alpha_4 + u_{1t}, \quad t = 1, T \dots (8)$$

Donde las α_i , son los coeficientes que acompañan a cada una de las matrices que contienen las variables explicativas, en tanto que los u_{it} representan los términos de error para cada una de las ecuaciones.

Una vez estimada la función de producción, es posible calcular el impacto sobre la variable pendiente (rendimientos de cultivos) ante las variaciones de uno o más factores, como podrían ser: temperatura y precipitación. De esta manera, es posible obtener la producción o rendimiento máximo por cultivo y los valores óptimos de cada uno de los factores que determinan la producción o rendimiento de los cultivos.

Las variables climáticas, que son exógenas, cumplen un papel importante al determinar el rendimiento de los productos cultivados o el valor de los mismos. Por ejemplo, mayores niveles de temperatura conllevan aumentos en la demanda de agua necesaria para el crecimiento de las plantas y, en consecuencia, pueden aumentar o disminuir la producción de un cultivo determinado. La precipitación desempeña un papel diferente dependiendo si se trata de áreas irrigadas o no. En áreas que no cuentan con riego, el agua necesaria para los cultivos proviene directamente de la precipitación, antes y durante la época de crecimiento.

Las plantas se desarrollan dependiendo de su exposición a la humedad y temperatura durante su etapa de crecimiento. Los factores climáticos están relacionados con etapas importantes de la fenología de las plantas, por

ejemplo, precipitación con germinación y floración y temperatura con desarrollo y maduración del fruto.

Si bien la función de producción no captura por completo la adaptación y estrategia de mitigación de los agricultores para enfrentar el cambio climático, tiene la ventaja de arrojar resultados auténticos de términos de la relación entre rendimiento y condiciones climáticas, relación que es de interés para los propósitos de esta investigación. Además, tiene la ventaja de que, al basarse directamente en variables observadas, las relaciones de variables climáticas y rendimientos agrícolas se estiman también directamente.

3.3.2. Enfoque Ricardiano

Los efectos que el cambio climático ha tenido en el pasado sobre la productividad agrícola pueden ser medidos y cuantificados. Con el desarrollo de un modelo de valuación ambiental Mendelsohn (2007a) estima que el cambio climático durante el periodo de 1960 a 2000 ha causado un incremento del 2% al 4% en la producción agrícola global. Señala que el futuro cambio climático puede llegar a ser benéfico hasta cierto punto, un incremento en la temperatura de 2,5 °C, a partir del cual los efectos empezaran a ser negativos. El análisis Ricardiano, como se describe a continuación, documenta este pronóstico.

El modelo Ricardiano fue desarrollado para explicar la variación del valor de la tierra entre diferentes zonas climáticas (Mendelsohn y otros 1994), además ha sido uno de los enfoques líderes en el análisis de los efectos directos del cambio climático en la productividad agrícola. Este modelo realiza un análisis de sección cruzada que ha sido ampliamente aplicado en el estudio de los efectos del cambio climático en la productividad agrícola. Debe su nombre a David Ricardo, quien hizo la observación de que el valor de la tierra muestra su productividad neta por el ingreso neto

de la tierra (π). Se asume que los productores agrícolas maximizan el ingreso neto (π) dado por la siguiente ecuación:

$$\pi = \sum P_j Q_j (m, z, x) - \sum w_x x \dots (9)$$

Donde P_j es el precio de mercado del cultivo j , x vector de insumos, w_x el vector de precios de los insumos, z un vector de variables climáticas y m representa un vector de otras variables que afectan la producción del cultivo j . Los productores eligen x para maximizar el ingreso neto de cada cultivo, dadas las características intrínsecas a la unidad de producción (temperatura, precipitación, tipo de suelo, acceso a mercados, etc) y el precio de mercado de los productos. La función óptima resultante es:

$$\pi^* = f(P_j, Z, Z, W_x) \dots (10)$$

El modelo Ricardiano utiliza la especificación anterior para determinar de qué manera cambios en variables exógenas contenidas en z y m afectan la productividad neta de la tierra. El valor de la tierra (LV) es entonces el valor presente del flujo de ingresos netos:

$$LV = \int_0^{\infty} \pi_t^* * e^{-rt} dt \dots (11)$$

Donde r representa la tasa de interés del mercado.

Hay dos maneras de estimar el modelo Ricardiano. La primera consiste en utilizar el valor de la tierra como variable dependiente y la segunda es usar el ingreso neto anual como variable dependiente. Ambas alternativas han sido utilizadas y dependen en gran medida de la disponibilidad de datos. Sin embargo, el valor de la tierra se considera una mejor medida, pues refleja la expectativa de ingresos en un horizonte de varios años, en tanto que el ingreso neto anual solo ofrece un resultado anual que puede variar años tras año. Dado que el cambio climático es un fenómeno de largo plazo, se esperaría que sus efectos estuvieran mejor reflejados en una variable como el valor de la tierra. El ingreso neto anual estará afectado, más bien,

por fenómenos climáticos del año al que se haga referencia, un plazo muy corto para asociar cualquier resultado al cambio climático.

Si seguimos a Seo y Mendelsohn (2008) el modelo anterior puede estimarse econométricamente de la siguiente forma:

$$LV = \beta_0 + \beta_1 * T^2 + \beta_3 * P + \beta_4 * P^2 + \beta_5 T * P + \sum_j \lambda_j * m_j + e \dots (12)$$

Donde la variable dependiente es el valor de la tierra hectárea, T y P representan temperatura y precipitación, respectivamente. En la práctica, es común hacer una distinción entre temperaturas y precipitaciones en diferentes estaciones del año; m representa un conjunto de variables (socioeconómicas y características de suelos) relevantes, β_k y λ_j son parámetros a ser estimados y e es el termino de error. Los términos cuadráticos reflejan que la respuesta del valor de la tierra, dada a través de la función Ricardiana LV , a cambios en variables climáticas puede ser no lineal. Por ejemplo, a bajos niveles de temperatura, la decisión óptima del productor puede ser cultivar trigo, no obstante, conforme la temperatura aumenta, la rentabilidad marginal del trigo es decreciente hasta alcanzar un punto en el que se vuelve negativa. Es entonces cuando el productor puede tomar, como decisión óptima, la adopción de un nuevo cultivo adaptable a temperaturas mayores. Un razonamiento similar puede aplicarse a cultivos sensibles a la precipitación pluvial. Al seguir esta lógica, el modelo Ricardiano asume un comportamiento adaptativo de los productores a lo largo del ciclo productivo intertemporal Mendelsohn y otros (1994). De esta forma, el cambio en el valor de la tierra debido a un cambio marginal en alguna de las variables climáticas, temperatura T por ejemplo, está dado por:

$$\frac{\partial LV_i}{\partial T} = \beta_1 + 2 * \beta_2 * T + \beta_5 * P \dots (13)$$

El resultado es análogo para las variables de precipitación. De manera adicional y si la disposición de información lo permite, la modelación

anterior permite la diferenciación de los impactos del cambio climático a través de distintos perfiles de productores, lo que hace posible determinar diferentes niveles de sensibilidad. El efecto anual de un cambio marginal de la variable climática en cuestión es la suma de los efectos marginales de dicha variable en cada estación del año.

El cambio en el valor de la tierra como resultado del cambio de escenario climático C_0 a C_1 esta dado por:

$$\Delta LV = LV(C_1) - LV(C_0) \dots (14)$$

Esto es, una vez estimada la relación funcional del valor de la tierra y las variables climáticas, basta evaluar la función Ricardiana en uno y otro escenario climático para obtener el monto monetario por el cual el valor de la tierra, o flujo neto de ingresos, será afectado. Si $\Delta LV < 0$, hay evidencias de efectos negativos del cambio climático en la rentabilidad agrícola.

Las principales críticas al modelo Ricardiano radican en el uso de la estática comparada. El resultado de la ecuación (16) se basa en el supuesto de que el resto de las variables explicativas (por ejemplo, sociodemográficas) no cambian entre los escenarios C_0 y C_1 . Se asume, por ejemplo, que cualquier cambio en los niveles de educación entre $t = 0$ y $t = 1$ no tendrán efectos en la productividad de la tierra. Se ha señalado también la falta de inclusión, en el análisis, de los cambios en los precios agrícolas. Finalmente, el modelo de análisis Ricardiano tampoco incluye medidas de adaptación al cambio climático.

IV. Hipótesis

4.1. Hipótesis general

Los efectos del cambio climático en la producción del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, se evidenciarán como una reducción en el rendimiento del cultivo de maíz en el horizonte temporal 1966 – 2030.

4.2. Hipótesis específicas

4.2.1. Hipótesis específica 1

Las variaciones extremas de temperatura a causa del cambio climático, se evidenciarán en la reducción del rendimiento de los cultivos de maíz en el departamento de Huancavelica en el horizonte temporal 1966 – 2030.

4.2.2. Hipótesis específica 2

Las variaciones extremas de precipitación a causa del cambio climático, se evidenciarán como una reducción de los rendimientos del cultivo de maíz en el departamento de Huancavelica en el horizonte temporal 1966 – 2030.

V. Variables

5.1. Variables de investigación

Las principales variables involucradas en la presente investigación son las siguientes:

- Producción de maíz en el departamento de Huancavelica (Q_t)
- Rendimiento del cultivo de maíz amiláceo (R_t)
- Temperatura máxima promedio para Huancavelica ($Tmax_t$)
- Temperatura máxima promedio al cuadrado para Huancavelica ($Tmax_t^2$)
- Temperatura mínima promedio para Huancavelica ($Tmin_t$)
- Temperatura mínima promedio al cuadrado para Huancavelica ($Tmin_t^2$)
- Precipitación para Huancavelica ($prec_t$)
- Precipitación al cuadrado para Huancavelica ($prec_t^2$)
- Otros factores (precio, área de cultivo, etc) (X_t)
- Error (u_t)

5.2. Operacionalización de las variables

Variable y Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador			
		Nombre	Atributo	Unidad de Medida	Naturaleza de la variables
(R_t) : Rendimiento del cultivo de maíz amiláceo en la región de Huancavelica.	Es la producción anual de maíz amiláceo por hectárea en la región de Huancavelica.	(R_t) : kilogramos de maíz amiláceo / hectárea al año	Cuantitativo	Kg/Ha	Dependiente
$(Tmax_t)$: Temperatura máxima promedio para Huancavelica	Es la temperatura máxima promedio anual registrado.	$(Tmax_t)$: Grados Celsius de temperatura máxima promedio registrado.	Cuantitativo	En grados Celsius	Independiente
$(Tmax_t^2)$: Temperatura máxima promedio al cuadrado para Huancavelica	Es la temperatura máxima promedio al cuadrado procedente de la variable $(Tmax_t)$.	$(Tmax_t^2)$: Grados Celsius de temperatura máxima promedio al cuadrado registrada.	Cuantitativo	Grados Celsius	Independiente
$(Tmin_t)$: Temperatura mínima promedio para Huancavelica	Es la temperatura mínima promedio registrada para Huancavelica.	$Tmin_t$: Grados Celsius de temperatura mínima registrada.	Cuantitativo	Grados Celsius	Independiente
$(Tmin_t^2)$: Temperatura mínima promedio al cuadrado para Huancavelica $(Tmin_t^2)$	Es la temperatura mínima promedio	$Tmin_t^2$: Grados Celsius de temperatura mínima registrada	Cuantitativo	Grados Celsius	Independiente
$(prec_t)$: Precipitación para Huancavelica	Es la precipitación promedio	$(prec_t)$: Milímetros por metro cuadrado	Cuantitativo	milímetros	independiente
$(prec_t^2)$: Precipitación al cuadrado para Huancavelica	Es la precipitación promedio al cuadrado	$(prec_t^2)$ Milímetros por metro cuadrado al cuadrado	Cuantitativo	milímetros	independiente

VI. Metodología

6.1. Tipo de investigación

La presente tesis es de tipo explicativo, pues se desarrolla bajo la lógica de una relación causal, considerando en este caso un modelo econométrico que vincula variables climáticas con el rendimiento del cultivo del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica desde el año 1966 al 2015, con una proyección al 2030.

6.2. Diseño de investigación

Se seguirá un diseño de investigación experimental, dado que se pretende evaluar los efectos del cambio climático, a través del comportamiento en el tiempo de las variables; temperatura y precipitación pluvial en el rendimiento de los cultivos del maíz amiláceo para el departamento de Huancavelica desde el año 1966 – 2015, con proyección de dichos efectos al 2030. El aporte empírico de la presente tesis está basado en la utilización de un modelo econométrico, que se fundamenta en el enfoque de la función de producción agrícola, cuyo principal objetivo es analizar los efectos del clima sobre los cultivos de maíz amiláceo, el cual nos presenta resultados claros en términos de la relación entre los rendimientos del cultivo de maíz y las condiciones climáticas. El modelo presentara variables cuantitativas como: temperatura mínima, temperatura máxima, precipitación y el rendimiento del cultivo en kilogramos por hectárea. A partir de los cuales se obtendrán los resultados de la presente tesis.

6.3. Población y muestra

La información sobre la producción y el rendimiento de los cultivos de maíz, corresponden a series estadísticas anualizadas que se encuentran en la página web del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI – SERIES NACIONALES). Mientras para el caso de las variables climáticas, se ha tomado la información brindada por tres estaciones

hidrometeorológicas del SENAMHI (estación de Acobamba, Acostambo y Lircay).

6.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Los datos que se presentan en la presente tesis, han sido obtenidos tanto del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI–SERIES NACIONALES)¹⁰, para el caso de la producción del maíz y el rendimiento de esta, mientras para las variables climáticas se ha tomado la información que brinda el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)¹¹, datos que fueron procesados en los softwares estadísticos STATA e EVIEW.

CUADRO N° 05
BASE DE DATOS

AÑO	Q	R	tmax	tmin	prec
1966	8 700,0	967,0	19,7	3,7	633,5
1967	8 750,0	972,0	19,2	4,6	908,3
1968	12 410,0	1 013,0	19,0	3,8	777,5
1969	21 344,0	1 213,0	21,2	4,2	770,8
1970	21 983,0	1 271,0	19,0	3,9	952,0
1971	20 530,0	1 237,0	18,9	4,2	726,8
1972	17 464,0	1 095,0	19,0	3,9	827,0
1973	18 003,0	1 104,0	18,9	3,9	1.046,9
1974	19 500,0	1 083,0	18,5	3,7	950,8
1975	18 365,0	1 106,0	18,5	3,9	823,1
1976	20 025,0	1 206,0	18,5	3,0	916,7
1977	15 937,0	1 050,0	19,4	2,5	807,8
1978	16 730,0	1 050,0	19,5	1,8	709,0
1979	16 520,0	1 050,0	18,7	2,3	759,0
1980	17 014,0	1 080,0	17,4	2,2	641,5
1981	16 597,0	1 224,0	18,3	3,1	1.170,8
1982	18 868,0	1 328,0	18,1	2,3	632,2
1983	14 940,0	1 249,0	19,7	2,8	218,6
1984	14 558,0	1 199,0	18,5	4,9	373,3
1985	4 723,0	1 464,0	19,7	3,5	358,6
1986	11 974,0	1 251,0	19,9	3,6	552,2
1987	11 533,0	1 195,0	20,1	4,4	544,0

¹⁰ Información obtenida de <http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>.

¹¹ Información obtenida de <http://www.senamhi.gob.pe/?p=descarga-datos-hidrometeorologicos>.

1988	19 023,0	1 352,0	19,6	4,2	817,2
1989	11 086,0	1 123,0	19,7	4,3	657,2
1990	4 981,0	724,0	19,3	4,4	639,5
1991	12 507,0	1 169,0	19,6	4,0	465,0
1992	6 730,0	821,0	20,4	3,5	324,1
1993	8 600,0	1 111,0	18,9	3,0	702,2
1994	11.675,0	992,0	20,0	2,5	587,2
1995	15.558,0	1.290,0	17,0	2,0	543,8
1996	13.044,0	1.295,0	17,0	2,0	733,9
1997	12.979,0	1.134,0	17,0	2,0	753,5
1998	20.020,0	1.310,0	17,0	2,0	782,0
1999	26.048,0	1.416,0	16,0	1,0	939,8
2000	26.120,0	1.335,0	17,0	1,0	630,0
2001	20.048,0	1.319,0	16,0	2,0	1.037,0
2002	17.921,0	1.320,0	17,0	2,0	1.505,0
2003	20.398,0	1.317,0	17,0	2,0	1.494,0
2004	11.390,0	1.167,0	17,0	3,0	882,0
2005	15.743,0	1.309,0	17,0	2,0	744,0
2006	15.826,0	1.287,0	17,0	2,0	841,0
2007	12.625,0	1.271,0	17,0	2,0	711,0
2008	19.437,0	1.487,0	17,0	2,0	691,0
2009	23.372,0	1.580,0	17,0	2,0	1.301,0
2010	18.893,0	1.447,0	17,9	1,7	969,6
2011	19.743,0	1.544,0	16,4	1,4	1.114,8
2012	26.815,0	1.532,0	16,2	2,2	1.163,2
2013	27.269,0	1.517,0	17,1	2,5	1.110,6
2014	26.882,0	1.497,0	16,5	2,7	981,5
2015	24.541,0	1.502,0	16,8	2,6	1.008,3

Elaboración propia

6.5. Plan de análisis estadístico de datos

A partir de establecer el problema y la revisión de las evidencias, podemos concluir que el Cambio Climático produce fenómenos climáticos extremos. Asimismo, genera importantes cambios en la temperatura y en la precipitación. Alan (1992), durante el crecimiento de los cultivos la temperatura y la humedad del suelo tienen un papel determinante. Cuando los suelos están húmedos, la temperatura es usualmente un factor ambiental determinante en la velocidad de germinación. Por otro lado, la temperatura afecta muchos aspectos del crecimiento, la velocidad a la que

absorben agua y nutrientes, la expansión de las hojas, la floración y el rendimiento.

De la consideración descrita en el párrafo anterior se puede concluir que los factores que determinan la producción agrícola, como se entiende desde las primeras funciones de producción especificadas muestran que no solo dependen de factores como; el capital y el trabajo, sino también dependen en buena cuenta de variables edáficas (condiciones de suelo) y climáticas (temperatura y precipitación pluvial), las cuales se incluirán en los modelos econométricos que se presenten de acuerdo al enfoque descrito y elegido (enfoque de la función de producción).

El cultivo estudiado es el maíz amiláceo, caracterizado por ser un cultivo transitorio muy importante para la región Huancavelica, cultivo remarcado por la falta de esfuerzos a la adaptación al cambio climático y muy focalizado geográficamente que permitirá captar la variabilidad climática en la región Huancavelica, por lo cual en la presente tesis, conviene utilizar el enfoque estructural (de la función de producción) para relacionar el rendimiento del maíz amiláceo con las variables climáticas en base a la función de producción de la ecuación.

$$Q_{it} = f(M_{it}, Z_{it}, X_{it}) \dots (2); \quad i = 1 \text{ cultivo} \quad t = 1, 2, 3, \dots T$$

Para el presente caso se relaciona el rendimiento del cultivo de maíz amiláceo en la región Huancavelica con las variables climáticas; temperatura mínima, temperatura máxima y precipitación pluvial para el periodo de 1966 – 2015 con una proyección al 2030.

$$Q_t = f(M_t, Z_t, X_t); \quad t = 1, 2, 3, \dots T \dots (2.1)$$

De la ecuación 2.1, la presente tesis toma en cuenta la incidencia de las variables climáticas (Z_t), en el rendimiento del maíz amiláceo a través del tiempo. Sebastián y Rodríguez (1978), señala que, dado una función de producción, esta relación se expresa en una forma funcional cuadrática tal como se es específica en la siguiente relación:

$$Q_i = A + \alpha_1 T + \alpha_2 T^2 + \alpha_3 Prec + \alpha_4 Prec^2 \dots (15)$$

El principal interés de la presente tesis es estimar los efectos del cambio climático en el rendimiento del cultivo del maíz en la región Huancavelica, los estudios analizados demuestran que la variabilidad de la temperatura, variable muy importante del cambio climático, se ha incrementado en el mundo, y por consiguiente en la región Huancavelica.

Otra variable muy importante a considerar es la precipitación pluvial, que por efectos del cambio climático se manifiesta con la presencia de precipitaciones de mayor intensidad y frecuencia y del mismo modo los eventos extremos.

Es necesario remarcar que, del análisis de los diferentes estudios revisados en la presente tesis, estas variables climáticas afectan al rendimiento del cultivo de manera positiva en un primer momento y posterior a los umbrales de rendimiento óptimo el rendimiento disminuye, el cual es explicado por las funciones de producción no lineal planteado en el presente (ecuación 15).

El modelo presentado por la presente tesis, supone que las condiciones de la tierra son homogéneas para toda la región y el uso de infraestructura de riego se considera nulo, por lo que no son variables que influyen en el rendimiento de los cultivos, estos supuestos ayudaran al modelo a capturar específicamente el efecto del cambio climático mediante sus variables antes explicadas sobre el rendimiento del cultivo de maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, en el horizonte temporal de 1966 al 2030, basadas en las consideraciones mencionadas se especifica el modelo econométrico a trabajar.

La especificación del cultivo de maíz:

$$R_t = \alpha_0 + \alpha_1 Tmin_t + Tmim_t^2 + Tmax_t + Tmax_t^2 + prec_t + prec_t^2 + u_t \dots (16)$$

Donde:

R_t = Rendimiento del cultivo de maíz amiláceo.

$Tmax_t$ = Temperatura máxima promedio para Huancavelica.

$Tmax_t^2$ = Temperatura máxima promedio al cuadrado para Huancavelica.

$Tmin_t$ = Temperatura mínima promedio para Huancavelica.

$Tmin_t^2$ = Temperatura mínima promedio al cuadrado para Huancavelica.

$prec_t$ = Precipitación para Huancavelica.

$prec_t^2$ = Precipitación al cuadrado para Huancavelica.

(u_t) = Error

El periodo de análisis abarca desde el año 1966 – 2015, que son datos de series de tiempo anuales, en la cual se cuentan con datos proporcionados por el instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

6.6. Metodología

La metodología a seguir, será estimar para el cultivo del maíz amiláceo en función a las variables climáticas; primero se estimará tomando como variable endógena la producción del maíz amiláceo, en función de las variables climáticas, para evaluar el comportamiento de la producción global. Seguidamente se estimará un modelo tomando el rendimiento de la producción del maíz amiláceo, en función de las variables climáticas, para complementar se agregan variables elevadas al cuadrado. El seguir esta secuencia nos permitirá observar el efecto de las variables de cada modelo para compararlos cada uno y elegir el mejor modelo según los criterios estadísticos y econométricos.

6.7. Correlación de las variables y test de cointegración.

En el Anexo N° 3 se encuentra la matriz de correlación de las variables que se incluyen en los modelos para el cultivo del maíz amiláceo, se puede concluir del análisis de esta matriz, la existencia de una alta correlación entre las variables y los cuadrados de ellas mismas, lo que al momento de

incorporarlas en los modelos da al lugar al así llamado problema de multicolinealidad que ocasiona la no significancia individual de los parámetros, aunque no se pierda la significancia conjunta. Se aclara que los signos esperados de los coeficientes no se alteran y por lo tanto el efecto de las variables que medirá el cambio climático puede analizarse.

Se realizó el test de cointegración de Johansen para evaluar la cointegración de las variables que se incluyen en los modelos del cultivo del maíz amiláceo para evitar el riesgo de una regresión espuria, como se puede observar en el Anexo N°4 donde se observa que las variables incluidas en los modelos para el cultivo del maíz amiláceo cointegran en más de un vector de cointegración, lo que nos indica de que existe una relación estable de largo plazo entre las variables, por lo que la estimación presentada resulta pertinente, y la evaluación realizada de la estimación es válida y se podrá utilizar para realizar los pronósticos planteados para el año 2030.

Por otro lado, se realizó las pruebas de raíz unitaria para cada una de las variables y se concluye según es test de Dickey Fuller Aumentado que las series son integradas de orden uno.

VII. Resultados y discusión

Para la presente tesis el modelo elegido es la Estimación N°4 del ANEXO N°5. Desde el año de 1966 al 2015, las condiciones climáticas han cambiado, prueba de ello son la presencia de eventos climáticos extremos en el Perú y en el departamento de Huancavelica, asimismo se verificó que la contribución de las variables climáticas al rendimiento de la producción agrícola, han venido tomando gran protagonismo según a los resultados obtenidos en la presente tesis. Se demuestra relaciones entre las variables independientes ($Tmax_t$, $Tmax_t^2$, $Tmin_t$, $Tmin_t^2$, $prec_t$ y $prec_t^2$) y la variable dependiente (R_t).

Luego de analizar los resultados, se pudo observar una relación positiva entre las variables de temperatura mínima (2326.384) y precipitación (5.494815), mientras que para los cuadrados de estas variables vemos el signo negativo respectivamente (-492.5241 y -0.003293), lo cual demuestra las hipótesis planteadas en la presente tesis. Respecto a la relación existente entre la temperatura máxima y temperatura máxima al cuadrado con el rendimiento de la producción agrícola, resulta siendo contraintuitivo ya que la primera variable presenta un signo negativo mientras que la segunda un signo positivo, aunque individualmente resultan siendo significativos.

De acuerdo al modelo elegido para los cálculos de la presente tesis, el modelo de largo plazo, nos indica que existe una relación inversa entre la temperatura mínima al cuadrado y la precipitación al cuadrado, lo cual implica que existen niveles de temperatura mínima y nivel de precipitación pluvial anual que influirán directamente en la reducción del rendimiento de la producción agrícola, en este caso especial en el rendimiento de la producción del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica. En el caso de la temperatura máxima todavía no existen relaciones claras.

El proceso de estimación se realizó mediante el Modelo de Corrección de Vectores de Error (MVCE). Modelo que nos permite inferir en políticas económicas como alternativas de solución al problema de reducción de rendimiento de la producción agrícola, causada principalmente por los fenómenos climatológicos.

CUADRO N°06

MATRICES DE CORRELACIÓN

	Q	R	TMIN	TMAX	PREC	TMIN_2	TMAX_2	PREC_2
Q	1.000000	0.664635	-0.428803	-0.550049	0.560508	-0.403479	-0.544855	0.512025
R	0.664635	1.000000	-0.491194	-0.612996	0.398321	-0.476321	-0.606253	0.408369
TMIN	-0.428803	-0.491194	1.000000	0.727125	-0.315344	0.988031	0.722345	-0.309242
TMAX	-0.550049	-0.612996	0.727125	1.000000	-0.530755	0.702091	0.999451	-0.496942
PREC	0.560508	0.398321	-0.315344	-0.530755	1.000000	-0.320527	-0.531018	0.973272
TMIN_2	-0.403479	-0.476321	0.988031	0.702091	-0.320527	1.000000	0.698157	-0.316131
TMAX_2	-0.544855	-0.606253	0.722345	0.999451	-0.531018	0.698157	1.000000	-0.496532
PREC_2	0.512025	0.408369	-0.309242	-0.496942	0.973272	-0.316131	-0.496532	1.000000

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N°07

TEST DE RAÍZ UNITARIA

Ho: La serie tiene raíz unitaria.				
Variables	ADF	QQ	GLS	ERS
Estadístico al 5%	-3.508508	-3.504330	-3.190000	5.720000
Q	-2.368459	-3.135233	-2.677717	7.109067
R	-2.414822	-4.618105	-2.429054	7.899442
TMIN	-2.756076	-2.904507	-2.818821	7.416245
TMAX	-2.338310	-3.832899	-2.377476	9.552040
PREC	-3.693857	-3.658353	-3.770565	5.077036
TMIN_2	-1.833236	-3.266513	-1.935778	11.58139
TMAX_2	-2.374452	-3.906378	-2.417282	9.311290
PREC_2	-3.992530	-3.992530	-4.075761	4.681162

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO N°08
ESTIMACIÓN DEL MODELO

Estimación N° 1

Vector Error Correction Estimates				
Date: 03/10/18 Time: 12:39				
Sample (adjusted): 1968 2015				
Included observations: 48 after adjustments				
Standard errors in () & t-statistics in []				
Cointegrating Eq:	CointEq1			
Q(-1)	1.000000			
TMIN(-1)	-11167.95 (2354.41) [-4.74342]			
TMAX(-1)	10626.70 (2123.38) [5.00461]			
PREC(-1)	0.029385 (6.77356) [0.00434]			
C	-178049.7 (36787.5) [-4.83994]			
Error Correction:	D(Q)	D(TMIN)	D(TMAX)	D(PREC)
CointEq1	-0.130119 (0.08571) [-1.51805]	2.56E-05 (1.1E-05) [2.29554]	-5.52E-05 (1.4E-05) [-3.86462]	0.003133 (0.00481) [0.65075]
D(Q(-1))	-0.119431 (0.16085) [-0.74251]	-4.91E-06 (2.1E-05) [-0.23490]	3.32E-05 (2.7E-05) [1.23812]	-0.006877 (0.00903) [-0.76129]
D(TMIN(-1))	-2065.931 (1157.64) [-1.78460]	-0.042738 (0.15054) [-0.28390]	-0.426227 (0.19289) [-2.20971]	35.55987 (65.0145) [0.54695]
D(TMAX(-1))	1132.084 (815.827) [1.38765]	-0.111321 (0.10609) [-1.04929]	-0.199109 (0.13593) [-1.46475]	-14.56031 (45.8177) [-0.31779]
D(PREC(-1))	1.024458 (2.77241) [0.36952]	-0.000418 (0.00036) [-1.15882]	0.000187 (0.00046) [0.40555]	-0.179005 (0.15570) [-1.14967]
R-squared	0.120100	0.189129	0.437712	0.061503

Adj. R-squared	0.038249	0.113699	0.385407	-0.025799
Sum sq. Resids	8.43E+08	14.24882	23.39255	2657574.
S.E. equation	4426.632	0.575646	0.737572	248.6042
F-statistic	1.467304	2.507351	8.368328	0.704481
Log likelihood	-468.4480	-38.96040	-50.85825	-330.2304
Akaike AIC	19.72700	1.831684	2.327427	13.96793
Schwarz SC	19.92191	2.026600	2.522344	14.16285
Mean dependent	328.9792	-0.041241	-0.050754	2.084375
S.D. dependent	4513.798	0.611455	0.940829	245.4580
Determinant resid covariance (dof adj.)		1.71E+11		
Determinant resid covariance		1.10E+11		
Log likelihood		-882.6265		
Akaike information criterion		37.81777		
Schwarz criterion		38.79235		

Estimación N° 2

Vector Error Correction Estimates				
Date: 03/10/18 Time: 12:39				
Sample (adjusted): 1968 2015				
Included observations: 48 after adjustments				
Standard errors in () & t-statistics in []				
Cointegrating Eq:	CointEq1			
R(-1)	1.000000			
TMIN(-1)	-540.7472 (103.978) [-5.20059]			
TMAX(-1)	570.8876 (94.6210) [6.03341]			
PREC(-1)	0.843235 (0.30210) [2.79124]			
C	-10742.42 (1644.02) [-6.53424]			
Error Correction:	D(R)	D(TMIN)	D(TMAX)	D(PREC)
CointEq1	-0.048633 (0.06110) [-0.79590]	0.000619 (0.00024) [2.58532]	-0.001144 (0.00031) [-3.66607]	-0.080784 (0.10483) [-0.77060]
D(R(-1))	-0.392257 (0.14584) [-2.68961]	-0.000435 (0.00057) [-0.76084]	0.001011 (0.00074) [1.35674]	0.018537 (0.25021) [0.07409]
D(TMIN(-1))	29.91268 (41.1989)	-0.016894 (0.16140)	-0.435563 (0.21042)	-2.975842 (70.6823)

	[0.72606]	[-0.10467]	[-2.06995]	[-0.04210]
D(TMAX(-1))	-0.880596 (28.9112) [-0.03046]	-0.174622 (0.11326) [-1.54175]	-0.122080 (0.14766) [-0.82675]	24.96859 (49.6012) [0.50339]
D(PREC(-1))	-0.025072 (0.09422) [-0.26609]	-0.000666 (0.00037) [-1.80398]	0.000717 (0.00048) [1.49065]	-0.174576 (0.16165) [-1.07993]
R-squared	0.245066	0.208837	0.432005	0.058434
Adj. R-squared	0.174839	0.135241	0.379168	-0.029153
Sum sq. resids	905840.9	13.90250	23.62999	2666264.
S.E. equation	145.1415	0.568607	0.741306	249.0103
F-statistic	3.489652	2.837597	8.176225	0.667151
Log likelihood	-304.3991	-38.36988	-51.10063	-330.3088
Akaike AIC	12.89163	1.807078	2.337526	13.97120
Schwarz SC	13.08655	2.001995	2.532443	14.16611
Mean dependent	11.04167	-0.041241	-0.050754	2.084375
S.D. dependent	159.7800	0.611455	0.940829	245.4580
Determinant resid covariance (dof adj.)		1.54E+08		
Determinant resid covariance		99466026		
Log likelihood		-714.4040		
Akaike information criterion		30.80850		
Schwarz criterion		31.78309		

Estimación N° 3

Vector Error Correction Estimates	
Date: 03/10/18 Time: 12:39	
Sample (adjusted): 1968 2015	
Included observations: 48 after adjustments	
Standard errors in () & t-statistics in []	
Cointegrating Eq: CointEq1	
Q(-1)	1.000000
TMIN(-1)	-195313.4 (47499.9) [-4.11187]
TMIN_2(-1)	35678.04 (7478.38) [4.77083]
TMAX(-1)	1099572. (182758.) [6.01653]

TMAX_2(-1)	-30487.92 (4953.35) [-6.15501]						
PREC(-1)	-511.1917 (100.408) [-5.09115]						
PREC_2(-1)	0.296116 (0.05721) [5.17556]						
C	-9453207. (1648595) [-5.73410]						
Error Correction:	D(Q)	D(TMIN)	D(TMIN_2)	D(TMAX)	D(TMAX_2)	D(PREC)	D(PREC_2)
CointEq1	-0.029018 (0.01510) [-1.92166]	5.11E-07 (1.9E-06) [0.27192]	-4.87E-06 (1.2E-05) [-0.40577]	9.37E-06 (2.6E-06) [3.66666]	0.000366 (9.4E-05) [3.88175]	-0.001020 (0.00082) [-1.23646]	-2.151440 (1.53708) [-1.39969]
D(Q(-1))	-0.290903 (0.16251) [-1.79008]	2.22E-05 (2.0E-05) [1.09954]	0.000137 (0.00013) [1.06058]	3.27E-05 (2.7E-05) [1.18975]	0.001317 (0.00101) [1.29929]	-0.007325 (0.00888) [-0.82502]	-11.44160 (16.5419) [-0.69167]
D(TMIN(-1))	-2275.056 (4134.54) [-0.55026]	0.621301 (0.51473) [1.20703]	4.725762 (3.28525) [1.43848]	1.716006 (0.69952) [2.45311]	65.48212 (25.7897) [2.53908]	106.5170 (225.879) [0.47157]	228493.2 (420860.) [0.54292]
D(TMIN_2(-1))	242.2156 (639.754) [0.37861]	-0.112974 (0.07965) [-1.41843]	-0.858026 (0.50834) [-1.68790]	-0.322974 (0.10824) [-2.98388]	-12.44443 (3.99055) [-3.11848]	-7.557312 (34.9511) [-0.21623]	-17782.37 (65121.3) [-0.27307]
D(TMAX(-1))	6179.298 (14377.2) [0.42980]	-0.268740 (1.78990) [-0.15014]	3.263666 (11.4239) [0.28569]	-5.699499 (2.43247) [-2.34309]	-199.5346 (89.6796) [-2.22497]	-327.0434 (785.455) [-0.41637]	-557411.6 (1463471) [-0.38088]
D(TMAX_2(-1))	-165.4160 (388.563) [-0.42571]	0.004444 (0.04837) [0.09186]	-0.102729 (0.30875) [-0.33273]	0.144568 (0.06574) [2.19906]	5.050730 (2.42371) [2.08388]	7.651408 (21.2280) [0.36044]	12139.58 (39552.3) [0.30692]
D(PREC(-1))	-1.217574 (11.7596) [-0.10354]	-0.004750 (0.00146) [-3.24481]	-0.031653 (0.00934) [-3.38754]	0.003590 (0.00199) [1.80442]	0.140989 (0.07335) [1.92208]	-1.083836 (0.64245) [-1.68703]	-1671.399 (1197.03) [-1.39629]

D(PREC_2(-1))	0.001589 (0.00621) [0.25590]	2.27E-06 (7.7E-07) [2.93055]	1.52E-05 (4.9E-06) [3.08273]	-1.83E-06 (1.1E-06) [-1.74589]	-7.37E-05 (3.9E-05) [-1.90275]	0.000491 (0.00034) [1.44689]	0.707463 (0.63218) [1.11908]
R-squared	0.180227	0.307595	0.346817	0.459863	0.478539	0.172594	0.174064
Adj. R-squared	0.036767	0.186424	0.232509	0.365340	0.387284	0.027799	0.029526
Sum sq. resid	7.85E+08	12.16711	495.6309	22.47101	30543.22	2342992.	8.13E+12
S.E. equation	4430.042	0.551523	3.520053	0.749517	27.63296	242.0223	450939.2
F-statistic	1.256285	2.538524	3.034077	4.865049	5.243947	1.191984	1.204275
Log likelihood	-466.7492	-35.16989	-124.1402	-49.89365	-223.0458	-327.2068	-688.6495
Akaike AIC	19.78122	1.798746	5.505841	2.412236	9.626907	13.96695	29.02706
Schwarz SC	20.09308	2.110612	5.817708	2.724102	9.938774	14.27882	29.33893
Mean dependent	328.9792	-0.041241	-0.296096	-0.050754	-1.828989	2.084375	3994.809
S.D. dependent	4513.798	0.611455	4.018025	0.940829	35.30187	245.4580	457747.5
Determinant resid covariance (dof adj.)		4.09E+21					
Determinant resid covariance		1.14E+21					
Log likelihood		-1640.439					
Akaike information criterion		71.01828					
Schwarz criterion		73.51321					

Estimación N° 4

Vector Error Correction Estimates	
Date: 03/10/18 Time: 12:39	
Sample (adjusted): 1968 2015	
Included observations: 48 after adjustments	
Standard errors in () & t-statistics in []	
Cointegrating Eq: CointEq1	
R(-1)	1.000000
TMIN(-1)	2326.384 (828.501) [2.80794]
TMIN_2(-1)	-492.5241 (130.123) [-3.78507]
TMAX(-1)	-11898.73 (3115.86) [-3.81876]
TMAX_2(-1)	340.1534 (84.3913) [4.03067]
PREC(-1)	5.494815 (1.74151) [3.15520]
PREC_2(-1)	-0.003293

	(0.00099)						
	[-3.31827]						
C	97923.11						
	(28173.7)						
	[3.47569]						
Error Correction:	D(R)	D(TMIN)	D(TMIN_2)	D(TMAX)	D(TMAX_2)	D(PREC)	D(PREC_2)
)))))))
CointEq1	0.015633	0.000145	0.001475	-0.000624	-0.024052	0.056449	114.5033
	(0.03236)	(0.00012)	(0.00074)	(0.00016)	(0.00586)	(0.05292)	(98.7165)
	[0.48311]	[1.21802]	[1.99493]	[-3.93635]	[-4.10522]	[1.06673]	[1.15992]
D(R(-1))	-0.407257	-0.000389	-0.002817	0.000874	0.034390	-0.067677	-38.61906
	(0.15031)	(0.00055)	(0.00343)	(0.00074)	(0.02722)	(0.24582)	(458.564)
	[-2.70938]	[-0.70567]	[-0.82025]	[1.18710]	[1.26359]	[-0.27531]	[-0.08422]
D(TMIN(-1))	-63.29962	0.321444	3.113004	1.166799	43.55859	202.1108	404277.2
	(125.846)	(0.46180)	(2.87505)	(0.61665)	(22.7861)	(205.803)	(383920.)
	[-0.50299]	[0.69607]	[1.08277]	[1.89217]	[1.91163]	[0.98206]	[1.05303]
D(TMIN_2(-1))	18.51406	-0.059494	-0.551259	-0.249191	-9.464556	-21.24684	-42458.85
	(19.5662)	(0.07180)	(0.44700)	(0.09587)	(3.54273)	(31.9977)	(59690.8)
	[0.94623]	[-0.82862]	[-1.23323]	[-2.59914]	[-2.67155]	[-0.66401]	[-0.71131]
D(TMAX(-1))	-116.3713	0.798210	8.954128	-4.474364	-149.8060	-501.2616	-972805.6
	(440.134)	(1.61509)	(10.0552)	(2.15666)	(79.6924)	(719.776)	(1342723)
	[-0.26440]	[0.49422]	[0.89050]	[-2.07467]	[-1.87980]	[-0.69641]	[-0.72450]
D(TMAX_2(-1))	2.669631	-0.026228	-0.270282	0.113938	3.801067	12.23752	23204.93
	(11.9130)	(0.04372)	(0.27216)	(0.05837)	(2.15701)	(19.4819)	(36343.1)
	[0.22409]	[-0.59998]	[-0.99309]	[1.95187]	[1.76219]	[0.62815]	[0.63850]
D(PREC(-1))	-0.062143	-0.005088	-0.032963	0.002644	0.103436	-0.973483	-1424.268
	(0.38191)	(0.00140)	(0.00872)	(0.00187)	(0.06915)	(0.62455)	(1165.09)
	[-0.16272]	[-3.63028]	[-3.77805]	[1.41276]	[1.49583]	[-1.55869]	[-1.22246]
D(PREC_2(-1))	1.36E-05	2.53E-06	1.65E-05	-1.33E-06	-5.36E-05	0.000421	0.553555
	(0.00020)	(7.4E-07)	(4.6E-06)	(9.8E-07)	(3.6E-05)	(0.00033)	(0.61260)
	[0.06764]	[3.43309]	[3.59054]	[-1.35212]	[-1.47499]	[1.28157]	[0.90361]
R-squared	0.258757	0.318446	0.388223	0.486692	0.502178	0.160007	0.159463
Adj. R-squared	0.129039	0.199174	0.281162	0.396863	0.415060	0.013008	0.012369
Sum sq. resids	889413.4	11.97643	464.2120	21.35488	29158.63	2378638.	8.28E+12
S.E. equation	149.1152	0.547184	3.406655	0.730665	26.99936	243.8564	454907.7
F-statistic	1.994769	2.669918	3.626186	5.417990	5.764295	1.088489	1.084091
Log likelihood	-303.9598	-34.79080	-122.5684	-48.67095	-221.9324	-327.5691	-689.0701
Akaike AIC	12.99833	1.782950	5.440351	2.361290	9.580516	13.98205	29.04459
Schwarz SC	13.31019	2.094817	5.752217	2.673156	9.892382	14.29391	29.35646
Mean dependent	11.04167	-0.041241	-0.296096	-0.050754	-1.828989	2.084375	3994.809
S.D. dependent	159.7800	0.611455	4.018025	0.940829	35.30187	245.4580	457747.5
Determinant resid covariance							
(dof adj.)		4.88E+18					
Determinant resid covariance		1.36E+18					
Log likelihood		-1478.906					
Akaike information criterion		64.28774					
Schwarz criterion		66.78268					

Estimación N°5

Vector Autoregression Estimates							
Date: 12/02/18 Time: 21:36							
Sample (adjusted): 1968 2015							
Included observations: 48 after adjustments							
Standard errors in () & t-statistics in []							
	R	TMAX	TMAX_2	TMIN	TMIN_2	PREC	PREC_2
R(-1)	0.319653 (0.17162) [1.86258]	0.000398 (0.00091) [0.43649]	0.016135 (0.03376) [0.47793]	0.000564 (0.00061) [0.93076]	0.003856 (0.00386) [0.99997]	-0.062278 (0.26550) [-0.23457]	-31.52036 (475.127) [-0.06634]
R(-2)	0.184397 (0.16898) [1.09122]	-0.000410 (0.00090) [-0.45765]	-0.016989 (0.03324) [-0.51109]	0.001068 (0.00060) [1.78912]	0.007702 (0.00380) [2.02878]	0.131149 (0.26142) [0.50168]	120.6235 (467.829) [0.25784]
TMAX(-1)	-451.7910 (523.126) [-0.86364]	3.098049 (2.77616) [1.11595]	116.0814 (102.905) [1.12805]	0.248919 (1.84805) [0.13469]	0.884498 (11.7532) [0.07526]	-1014.462 (809.292) [-1.25352]	-1708542. (1448277) [-1.17971]
TMAX(-2)	-242.4505 (541.220) [-0.44797]	3.598324 (2.87217) [1.25282]	125.9471 (106.464) [1.18300]	0.780014 (1.91197) [0.40796]	3.671385 (12.1597) [0.30193]	-168.8935 (837.283) [-0.20172]	-128237.0 (1498369) [-0.08558]
TMAX_2(-1)	11.56395 (14.0122) [0.82528]	-0.079644 (0.07436) [-1.07104]	-2.986414 (2.75636) [-1.08346]	-0.006061 (0.04950) [-0.12244]	-0.014981 (0.31482) [-0.04759]	26.83271 (21.6773) [1.23782]	44697.44 (38792.9) [1.15221]
TMAX_2(-2)	5.944172 (14.4912) [0.41019]	-0.092875 (0.07690) [-1.20769]	-3.252684 (2.85058) [-1.14106]	-0.012729 (0.05119) [-0.24865]	-0.050137 (0.32558) [-0.15399]	4.449189 (22.4183) [0.19846]	3445.879 (40118.9) [0.08589]
TMIN(-1)	34.75581 (153.882) [0.22586]	0.308192 (0.81663) [0.37739]	8.955853 (30.2703) [0.29586]	1.031384 (0.54362) [1.89725]	4.613134 (3.45730) [1.33432]	188.1494 (238.060) [0.79034]	377887.1 (426023.) [0.88701]
TMIN(-2)	130.8675 (160.564) [0.81505]	-0.240681 (0.85209) [-0.28246]	-11.33904 (31.5847) [-0.35900]	-0.980062 (0.56723) [-1.72782]	-5.194442 (3.60742) [-1.43993]	-368.2466 (248.397) [-1.48249]	-791447.4 (444521.) [-1.78045]
TMIN_2(-1)	1.014282 (23.6946) [0.04281]	-0.026514 (0.12574) [-0.21086]	-0.685690 (4.66099) [-0.14711]	-0.054105 (0.08371) [-0.64637]	-0.103028 (0.53235) [-0.19353]	-24.10056 (36.6563) [-0.65747]	-45266.29 (65598.6) [-0.69005]
TMIN_2(-2)	-30.14459 (24.0650) [-1.25263]	0.122857 (0.12771) [0.96201]	5.023488 (4.73386) [1.06118]	0.157430 (0.08501) [1.85179]	0.842430 (0.54067) [1.55811]	51.46903 (37.2293) [1.38249]	108202.4 (66624.1) [1.62407]
PREC(-1)	0.069455 (0.41231)	-0.000953 (0.00219)	-0.032018 (0.08111)	-0.004855 (0.00146)	-0.029443 (0.00926)	0.532060 (0.63786)	50.39476 (1141.49)

	[0.16845]	[-0.43566]	[-0.39477]	[-3.33322]	[-3.17838]	[0.83413]	[0.04415]
PREC(-2)	-0.071439 (0.42352) [-0.16868]	-0.002326 (0.00225) [-1.03483]	-0.091258 (0.08331) [-1.09539]	0.004088 (0.00150) [2.73264]	0.026704 (0.00952) [2.80645]	0.916356 (0.65520) [1.39860]	1780.391 (1172.51) [1.51844]
PREC_2(-1)	-9.22E-05 (0.00022) [-0.41278]	6.50E-07 (1.2E-06) [0.54866]	2.12E-05 (4.4E-05) [0.48272]	2.48E-06 (7.9E-07) [3.14182]	1.48E-05 (5.0E-06) [2.94808]	-5.80E-05 (0.00035) [-0.16784]	0.357963 (0.61818) [0.57906]
PREC_2(-2)	2.48E-05 (0.00023) [0.10959]	1.01E-06 (1.2E-06) [0.84315]	4.11E-05 (4.4E-05) [0.92293]	-1.89E-06 (8.0E-07) [-2.36002]	-1.28E-05 (5.1E-06) [-2.51784]	-0.000544 (0.00035) [-1.55530]	-1.052623 (0.62600) [-1.68150]
C	7278.755 (7133.44) [1.02037]	-45.93577 (37.8561) [-1.21343]	-1975.225 (1403.23) [-1.40763]	-12.57667 (25.2004) [-0.49907]	-70.93643 (160.269) [-0.44261]	11376.01 (11035.6) [1.03084]	17645455 (2.0E+07) [0.89349]
R-squared	0.580777	0.780777	0.775081	0.827968	0.806602	0.542902	0.531699
Adj. R-squared	0.402925	0.687773	0.679660	0.754985	0.724554	0.348981	0.333027
Sum sq. resids	664678.4	18.71914	25719.90	8.295220	335.5140	1590774.	5.09E+12
S.E. equation	141.9217	0.753158	27.91757	0.501368	3.188588	219.5570	392910.7
F-statistic	3.265507	8.395100	8.122798	11.34464	9.830881	2.799611	2.676255
Log likelihood	-296.9696	-45.50934	-218.9207	-25.97653	-114.7762	-317.9138	-677.4206
Akaike AIC	12.99873	2.521223	9.746696	1.707356	5.407340	13.87141	28.85086
Schwarz SC	13.58349	3.105973	10.33145	2.292106	5.992090	14.45616	29.43561
Mean dependent	1242.417	18.17463	332.0961	2.838923	9.064049	805.9948	722130.9
S.D. dependent	183.6684	1.347878	49.32558	1.012886	6.075473	272.1138	481104.7
Determinant resid covariance (dof adj.)		2.43E+18					
Determinant resid covariance		1.76E+17					
Log likelihood		-1429.840					
Akaike information criterion		63.95165					
Schwarz criterion		68.04490					

GRÁFICO N°03

HUANCAVELICA: ELEMENTOS AMBIENTALES

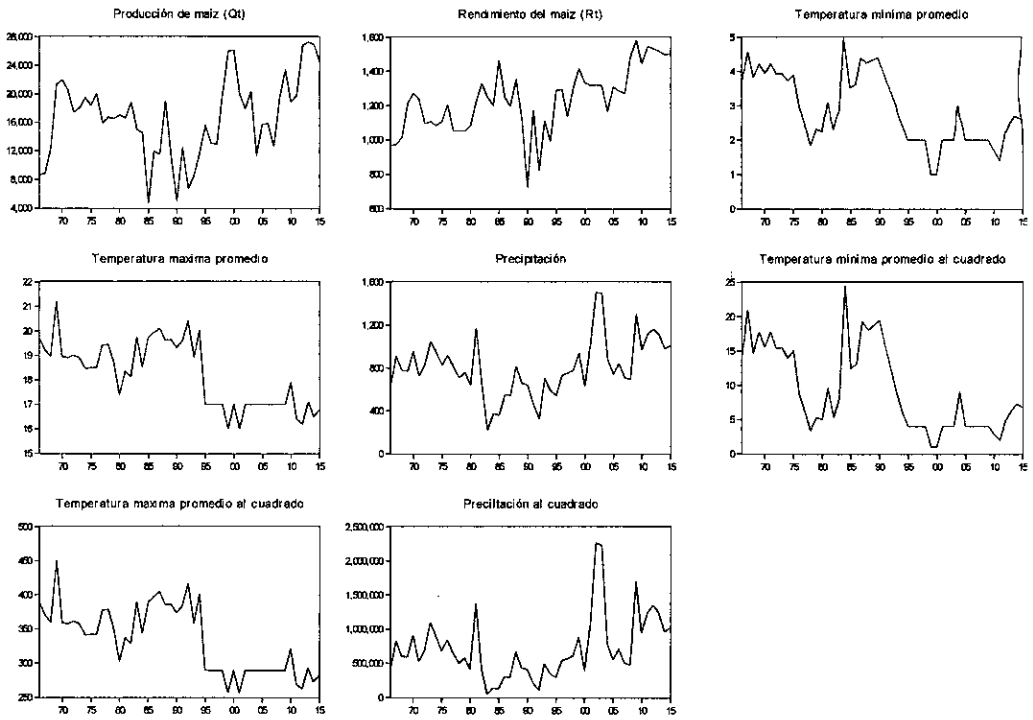
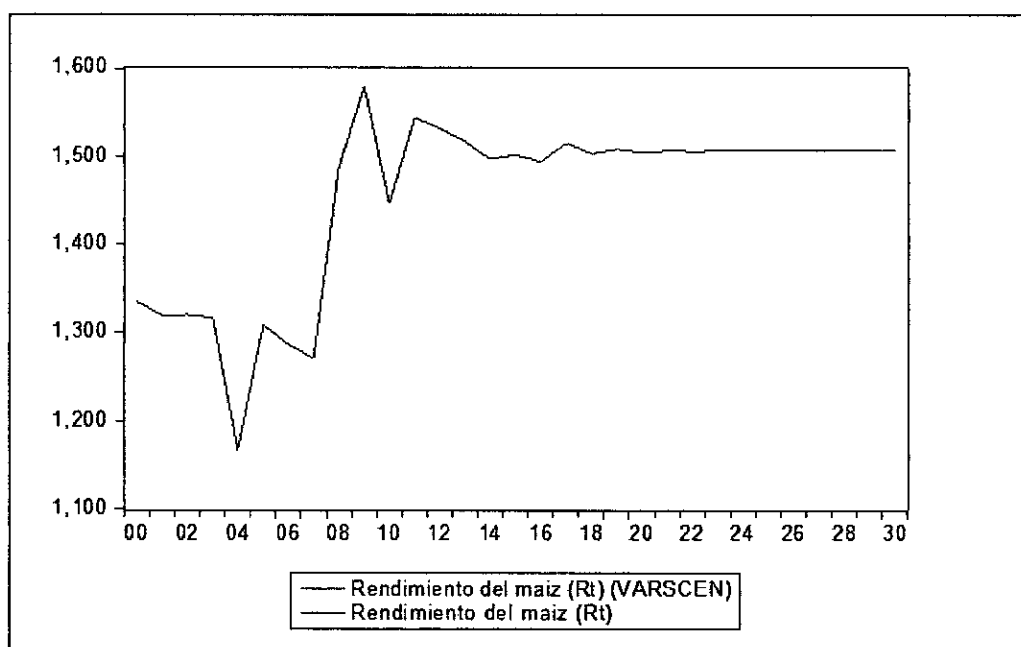


GRÁFICO N°04

HUANCAVELICA: RENDIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN DEL MAÍZ,
DATOS 2000-2015 PROYECTADA AL 2030



Elaboración propia

El grafico N°04 muestra los datos desde el año 2000 al 2015, como datos originales mientras que la línea roja representa la proyección de la variable dependiente (Rt).

PROYECCION AL 2030

De acuerdo a las proyecciones realizadas (proyección extramuestral en Eviews), a partir de la mejor estimación encontrada para el desarrollo de la presente tesis, se puede observar el estancamiento del crecimiento de la cantidad producida (productividad de la tierra establecida como el rendimiento del maíz por hectárea de tierra), esto se asume debido al empeoramiento de las condiciones climáticas (variables climáticas) obtenidas del resultado del ensayo de proyecciones al año 2030. Del ensayo se puede concluir que retomar los niveles obtenidos en el año 2009,

de 1580 Kg/ha, será casi imposible ya que las condiciones climáticas han venido deteriorándose.

Los resultados obtenidos para el periodo del 2016 al 2030 nos muestran una reducción en el rendimiento de la producción del maíz por hectárea para el departamento de Huancavelica, el cual implica directamente en la economía del departamento de Huancavelica, por la importancia que representa este producto en el Producto Bruto Interno (PBI) regional.

VIII. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Estimación N°4, se puede afirmar que las variables de temperatura y precipitación afectan directamente al rendimiento del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica. A medida que aumenta la temperatura mínima el rendimiento del maíz amiláceo aumenta, estos incrementos en el rendimiento del maíz, ante aumentos en la temperatura mínima son cada vez menores llegando hasta un punto máximo desde donde estos incrementos se convierten en reducciones en el rendimiento, esto sucede una vez que el incremento de la temperatura mínima llegue hasta el punto que maximiza el rendimiento del maíz amiláceo en la región. Lo mismo se puede señalar con respecto a los niveles de precipitación promedio anual que ocurran; del mismo modo se puede concluir que los insumos necesarios para la optimización en el rendimiento tienen un nivel óptimo el cual maximiza los resultados, los cuales han venido modificándose hasta el punto de hacer de que el rendimiento disminuya por diferentes factores (clima, suelo y la sobre fertilización) de manera extrema.

Con lo descrito en el párrafo anterior, se encuentra evidencia en que las variables independientes, temperatura y precipitación se asocian de manera no lineal en el rendimiento de la producción del maíz amiláceo, bajo los supuestos considerados en el desarrollo de la presente tesis. Validando la hipótesis planteada en el marco del modelo del enfoque de la función de producción.

A partir de los resultados obtenidos de la proyección extra-muestral se puede resaltar el estancamiento y leve disminución del crecimiento del rendimiento de la producción del maíz por hectárea, esto debido al deterioro de las condiciones climáticas, las cuales se muestran por los valores estimados de las variables climáticas consideradas para la presente tesis.

IX. Recomendaciones

Para términos de impacto de política económica la alteración que ocasiona la disminución en el rendimiento de la producción del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, tendrá un impacto considerable ya que este es un producto muy importante en la economía de Huancavelica, del cual depende una gran cantidad de personas, también debemos indicar que no solamente el maíz es el único cultivo estudios existentes indican que hay muchos más productos que serán afectados por el fenómeno del cambio climático, en la mayoría serán afectados de manera negativa, por lo cual se recomienda la creación de alternativas para contrarrestar los efectos del cambio climático, con la implementación y creación de infraestructura agrícola ya que a la fecha no se cuenta con estos recursos.

Las proyecciones realizadas nos indican que el deterioro del clima se irá incrementando, este deterioro se manifestará en eventos extremos de temperatura y precipitación. Por lo cual el trabajo de prevención que viene realizando el gobierno nacional, regional y local se debe intensificar; como por ejemplo el proyecto especial YAKU TARPUI (siembra y cosecha de agua de lluvia), implementado por el Gobierno Regional de Huancavelica, viene a ser uno de los proyectos a ser implementado al 100% a la brevedad posible.

Por otro lado, el Instituto Nacional de Estadística (INEI) junto a otras instituciones están tomando conocimiento desde el año 2015 sobre Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) elaborados por la Organización de la Naciones Unidas (ONU), las cuales, son un conjunto de 17 objetivos con 169 metas que se deben cumplir hacia el año 2030, las cuales aborda temas medio ambientales, agrícolas, cambio climático, entre otras. El Perú debe avanzar más en el marco de los ODS que apuntan a reducir la pobreza y a lograr mejoras sustantivas en el bienestar social, económico y ambiental. Los ODS requieren la colaboración de los gobiernos, el sector

privado, la sociedad civil y los ciudadanos por igual para asegurar que dejaremos un mejor planeta a las generaciones futuras.

X. Referencia

- (IPCC), I. P. (1990). *Cambio Climático 1990*. Ginebra: IPCC.
- 2007, I. P.–I. (2007). “ *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report: Climate Change 2007* ”. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Alan, W. (1992). *Condiciones del Suelo y desarrollo de las Plantas según Russell*. España: Mundi Prensa .
- BID, C. (2014). *La economía del Cambio Climático en el Perú*. Lima: BID & CEPAL, Carlos E. Ludeña, Leonardo Sánchez-Aragón, Carlos de Miguel, Karina Martínez y Mauricio Pereira.
- Cayo, C. E. (2013). *Las barreras al crecimiento económico en Huancavelica*. Lima: BID, CIES, USMP.
- CEPAL. (2015). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe*. CEPAL, Naciones Unidas.
- CEPAL, O. . (2016). *Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible - Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Santiago: Naciones Unidas.
- Cline, W. (2008). *Calentamiento Mundial y Agricultura*. Finanzas y Desarrollo.
- Diana, R., Juan Luis, O., & Jorge, M. (2010). *ISTMO CENTROAMERICANO: Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura*. Mexico.
- Huancavelica, D. R. (2017). *Síntesis Agrario*.
- IPCC, I. P. (1990). *Cambio Climático 1990: Primer Informe de Evaluación del IPCC*. Ginebra: IPCC.
- IPCC, I. P. (1995). *Cambio Climático 1995: Segundo Informe de Evaluación del IPCC*. Ginebra: IPCC.
- IPCC, I. P. (2001). *Cambio Climático 2001: Tercer Informe de Evaluación del IPCC*. Ginebra: IPCC.
- IPCC, I. P. (2007). *Cambio Climático 2007: Cuarto Informe de Evaluación del IPCC*. Ginebra: IPCC.
- IPCC, I. P. (2014). *Cambio Climático 2013-2014: Quinto Informe de Evaluación del IPCC*. Ginebra: IPCC.
- Lagos, P., & Zubieta, R. (2010). *Cambio climático en la cuenca del río Mantaro, Balance de 7 años de estudio*. Lima: Instituto Geofísico del Perú.
- Mendelsohn, R., & D. Nordhaus, W. (1994). *The Impact of Global Warming on Agriculture: A Ricardian Analysis*. U.S.: American Economic Association.
- Mora, J., Ramírez, D., Ordaz, J. L., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *Guatemala, Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura*. México D.F.: CEPAL.

- Ramírez, D., Ordaz, J. L., Mora, J., Acosta, A., & Serna, B. (2010). *Nicaragua, Efectos del Cambio Climático sobre la Agricultura*. México D.F.: CEPAL.
- Smith, A. (1776). *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*. Londres: W. Strahan & T. Cadell.
- Smith, J. B. (2005). *The Globalization of World Politics*. Inglaterra: Oxford University Press.
- Stern, N. (2006). *Stern Review on the Economics of Climate Change*.
- Torres Ruiz de Castillo, L. (2010). *Análisis económico del cambio climático en la agricultura de la región Piura-Perú. Caso: Principales productos agroexportables*. Piura: CIES.
- Vargas, P. (Julio de 2009). *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú. Working Paper series*. Lima, Perú: Banco Central de Reserva del Perú.

XI. Anexos

ANEXO N°1 Matriz de consistencia

Enunciado del Problema	Tipo de Investigación	Objetivo	Hipótesis
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es la relación entre las variables climáticas sobre el rendimiento de los cultivos del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, en el horizonte temporal 1966 – 2030?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>Problema Específico 1</p> <p>¿Cuál es la relación entre la variabilidad de la temperatura sobre el rendimiento de los cultivos del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, en el horizonte temporal 1966 – 2030?</p> <p>Problema Específico 2</p> <p>¿Cuál es la relación de los niveles de precipitación sobre el rendimiento de los cultivos del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, en el horizonte temporal 1966 – 2030?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo • Causal 	<p>Objetivo General</p> <p>Cuantificar el impacto del cambio climático en la agricultura del departamento de Huancavelica, sobre los rendimientos de los cultivos del maíz amiláceo, en el horizonte temporal 1966 – 2030.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Objetivo Especifico 1</p> <p>Cuantificar el impacto de la variabilidad de la temperatura en la agricultura del departamento de Huancavelica, sobre los rendimientos de los cultivos del maíz amiláceo, en el horizonte temporal 1966 – 2030.</p> <p>Objetivo Especifico 2</p> <p>Cuantificar el impacto de los niveles de precipitación en la agricultura del departamento de Huancavelica, sobre los rendimientos de los cultivos del maíz amiláceo, en el horizonte temporal 1966 – 2030.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Los efectos del cambio climático en la producción del maíz amiláceo en el departamento de Huancavelica, se evidenciarán como una reducción en el rendimiento del cultivo de maíz en el horizonte temporal 1966 – 2030.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Hipótesis específica 1</p> <p>Las variaciones extremas de temperatura a causa del cambio climático, se evidenciarán en la reducción del rendimiento de los cultivos de maíz en el departamento de Huancavelica en el horizonte temporal 1966 – 2030.</p> <p>Hipótesis específica 2</p> <p>Las variaciones extremas de precipitación a causa del cambio climático, se evidenciarán como una reducción de los rendimientos del cultivo de maíz en el departamento de Huancavelica en el horizonte temporal 1966 – 2030.</p>

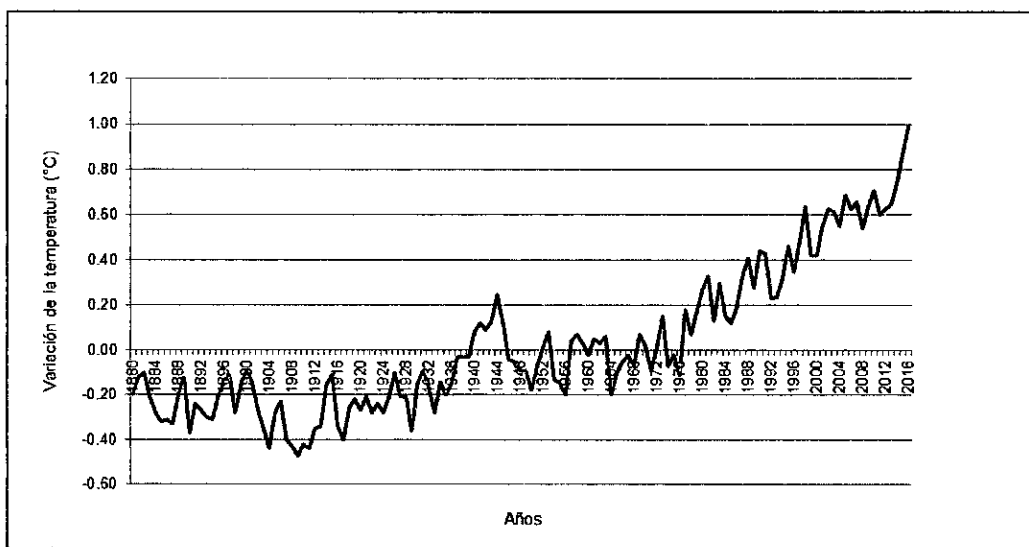
ANEXO N°2
BASE DE DATOS

año	q	r	tmax	tmin	prec	tmax_2	tmin_2	prec_2
1966	8700	967	20	4	634	389	14	401386
1967	8750	972	19	5	908	370	21	824918
1968	12410	1013	19	4	777	360	15	604429
1969	21344	1213	21	4	771	449	18	594056
1970	21983	1271	19	4	952	359	16	906304
1971	20530	1237	19	4	727	357	18	528311
1972	17464	1095	19	4	827	362	15	683846
1973	18003	1104	19	4	1047	358	16	1096104
1974	19500	1083	18	4	951	341	14	904116
1975	18365	1106	18	4	823	342	15	677494
1976	20025	1206	18	3	917	342	9	840247
1977	15937	1050	19	2	808	377	6	652460
1978	16730	1050	19	2	709	378	3	502752
1979	16520	1050	19	2	759	349	5	576005
1980	17014	1080	17	2	642	302	5	411586
1981	16597	1224	18	3	1171	337	10	1370773
1982	18868	1328	18	2	632	329	5	399614
1983	14940	1249	20	3	219	390	8	47764
1984	14558	1199	19	5	373	344	24	139316
1985	4723	1464	20	4	359	389	12	128594
1986	11974	1251	20	4	552	397	13	304870
1987	11533	1195	20	4	544	404	19	295990
1988	19023	1352	20	4	817	385	18	667816
1989	11086	1123	20	4	657	386	19	431912
1990	4981	724	19	4	640	374	19	408960
1991	12507	1169	20	4	465	384	16	216271
1992	6730	821	20	4	324	416	12	105041
1993	8600	1111	19	3	702	359	9	493015
1994	11675	992	20	2	587	401	6	344745
1995	15558	1290	17	2	544	289	4	295718
1996	13044	1295	17	2	734	289	4	538609
1997	12979	1134	17	2	754	289	4	567762
1998	20020	1310	17	2	782	289	4	611524
1999	26048	1416	16	1	940	256	1	883224
2000	26120	1335	17	1	630	289	1	396900
2001	20048	1319	16	2	1037	256	4	1075369
2002	17921	1320	17	2	1505	289	4	2265025

2003	20398	1317	17	2	1494	289	4	2232036
2004	11390	1167	17	3	882	289	9	777924
2005	15743	1309	17	2	744	289	4	553536
2006	15826	1287	17	2	841	289	4	707281
2007	12625	1271	17	2	711	289	4	505521
2008	19437	1487	17	2	691	289	4	477481
2009	23372	1580	17	2	1301	289	4	1692601
2010	18893	1447	18	2	970	320	3	940124
2011	19743	1544	16	1	1115	269	2	1242779
2012	26815	1532	16	2	1163	262	5	1353034
2013	27269	1517	17	3	1111	292	6	1233432
2014	26882	1497	17	3	982	272	7	963342
2015	24541	1502	17	3	1008	282	7	1016669

ANEXO N°3

VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA GLOBAL, 1880-2016



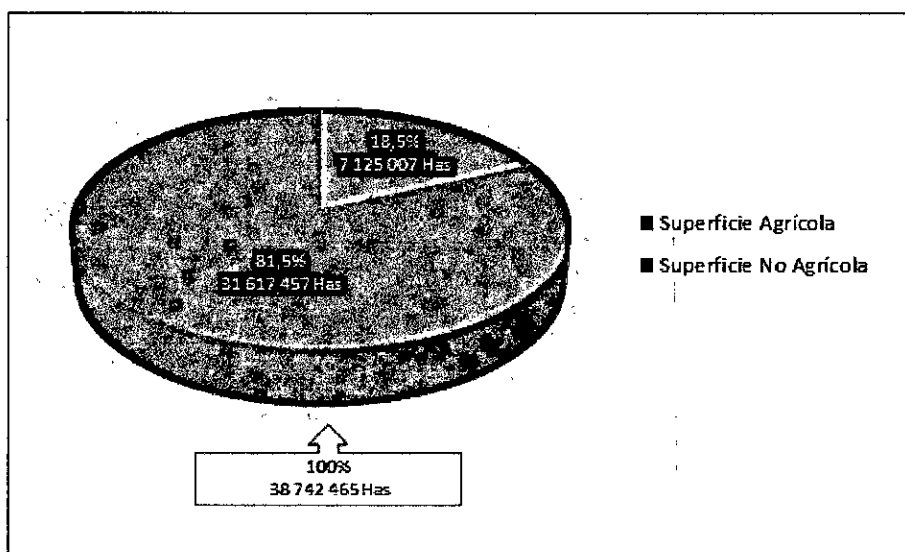
Nota: La serie de tiempo presenta el registro combinado de la temperatura global superficial terrestre y marina.

Fuente: NASA

Elaboración: Propia

ANEXO N°4

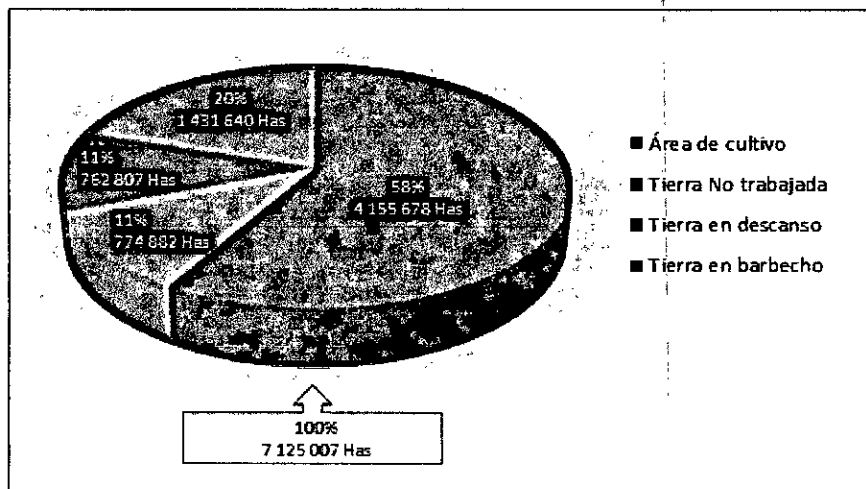
PERÚ: SUPERFICIE AGROPECUARIA, 2012



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Elaboración: Propia

ANEXO N°5

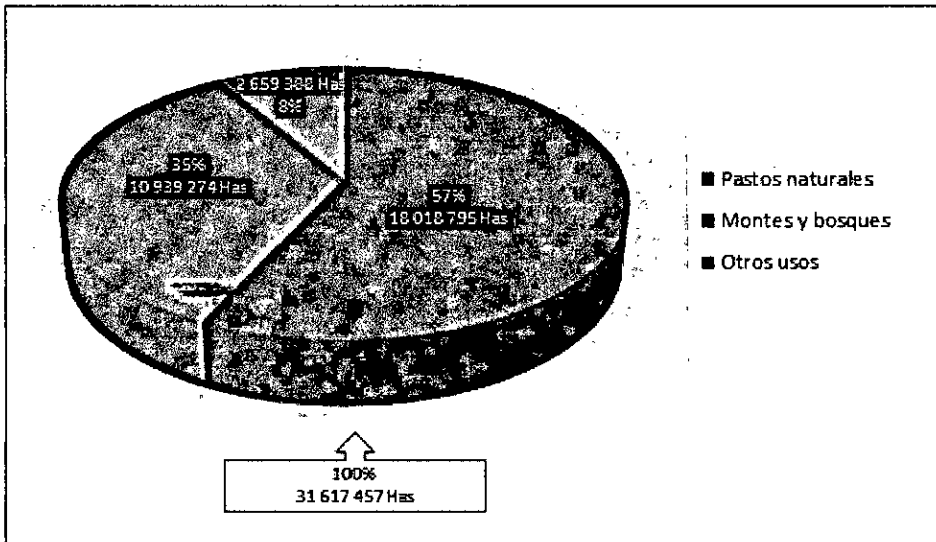
PERÚ: SUPERFICIE AGRÍCOLA, 2012



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Elaboración: Propia

ANEXO N°6

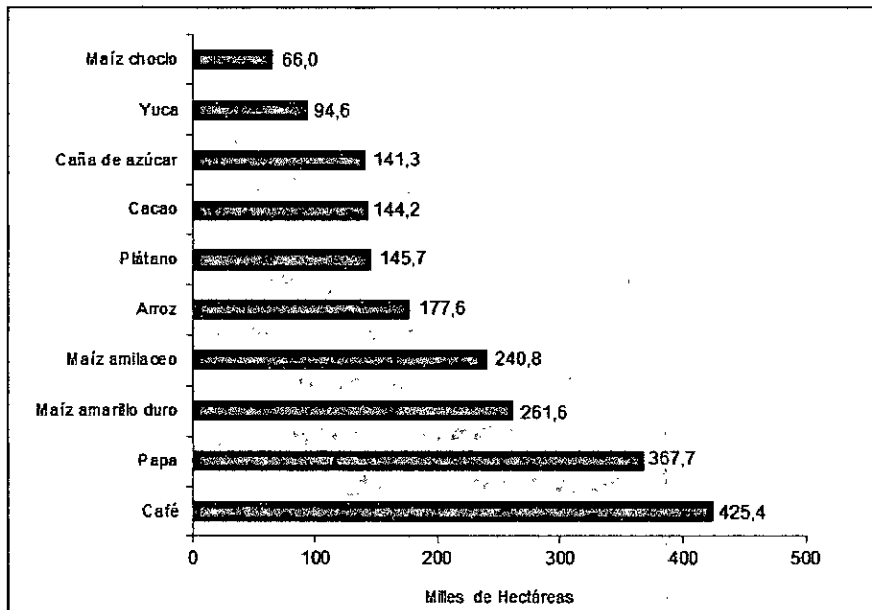
PERÚ: SUPERFICIE NO AGRÍCOLA, 2012



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Elaboración: Propia

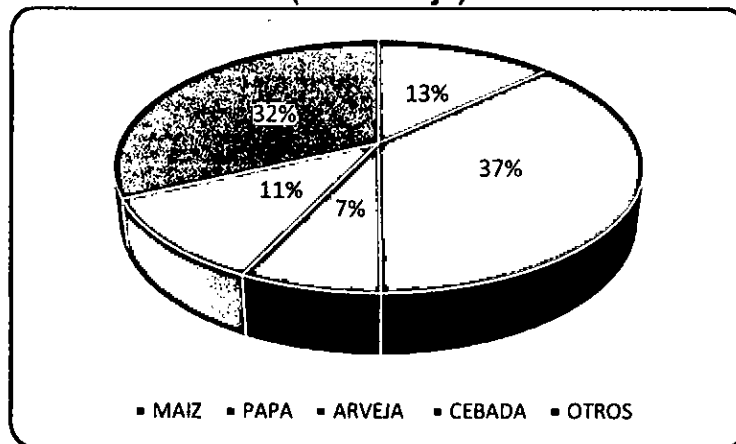
ANEXO N°7

PERÚ: CULTIVOS CON MAYOR SUPERFICIE DE CULTIVO



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Elaboración: Propia

ANEXO N°8
HUANCAVELICA: PARTICIPACION DEL MAIZ AMILACEO EN LA
AGRICULTURA
(Porcentaje)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
 Elaboración: Propia

ANEXO N°9
MARCO ESQUEMÁTICO DE LOS ORIGINANTES E IMPACTOS
ANTROPOGENOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y DE LAS RESPUESTAS
A ESE CAMBIO

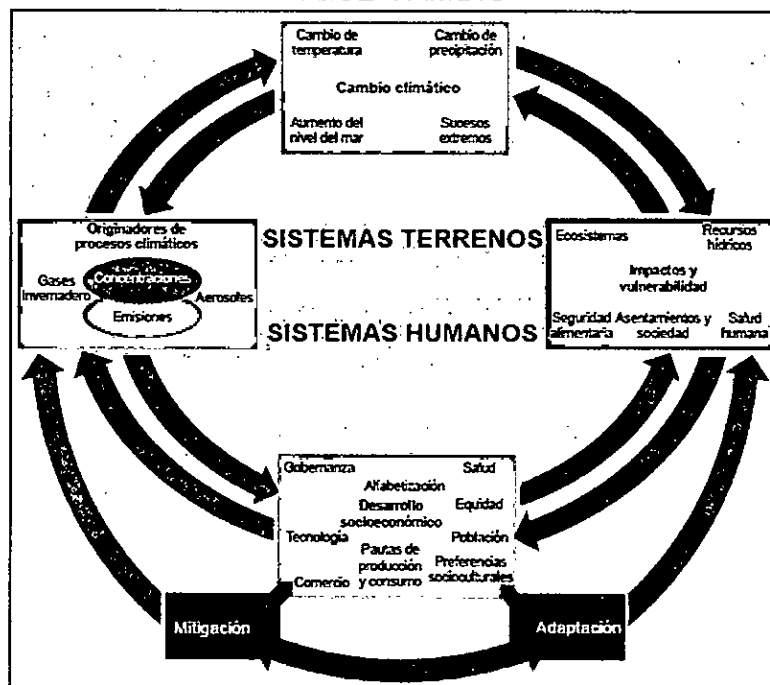


Gráfico N°09: Marco esquemático representativo de los originantes e impactos antropógenos del cambio climático y de las respuestas a él, así como se sus vínculos.
 Fuente: IV Informe del IPCC

ANEXO N°10

FUENTES GENERADORAS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO

Fuente	Actividad	Emisión de GEI		
		CO2	CH4	N2O
Quema de combustible	- Generación de energía			
	- Sector Industrial	X	X	X
	- Transporte			
	- Residencial			
Emisiones fugitiva	- Almacenamiento y transporte de combustible fósiles		X	
Procesos industriales	- Producción minera			
	- Industria química	X	X	
	- Producción de metales			
Agricultura	- Fermentación entérica			
	- Cultivos de arroz	X	X	X
	- Quema de sabanas			
	- Uso de suelos agrícolas			
Cambio de uso de suelo	- Cambio en bosques y otros stocks de biomasa leñosa			
	- Conversión de bosques y pastizales	X	X	X
	- Abandono de tierras manejadas			
Desechos	- Aguas residuales			
	- Rellenos sanitarios	X	X	X
	- Botaderos			

CO₂: Dióxido de carbono, CH₄: metano, N₂O: óxido de nitrógeno

Fuente: Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú. CONAM 2002

ANEXO N°11

PERÚ: MAGNITUD DEL FENÓMENO DEL NIÑO

Año	Magnitud	ATSM*
1578	Muy severo	>8°C
1891	Muy severo	>8°C
1926	Muy severo	>8°C
1932	Débil	2°C
1933	Severo	6°C
1939	Débil	2°C
1941	Severo	6°C
1943	Débil	2°C
1953	Débil	2°C
1957	Severo	6°C
1965	Débil	2°C
1972	Severo	6°C
1977	Débil	2°C
1978	Débil	2°C
1983	Muy severo	>8°C
1987	Débil	2°C
1992	Débil	2°C
1998	Muy severo	>8°C

Fuente: Plan de Contingencia del Fenómeno El Niño (INDECI 2002)

*Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar - ATSM.

ANEXO N°12

FACTORES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	CONSECUENCIAS
Desglaciación de nuestros recursos hídricos de montaña	<p>Menor contribución al caudal de vertientes que abastecen de agua para el consumo humano, procesos industriales y generación hidroeléctrica. Aumenta el riesgo de desastres naturales como huaycos, inundaciones, rebalses</p> <p>Cambios en la densidad de las aguas oceánicas superficiales Afectaría la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño De darse condiciones similares al Niño; Interrupción del afloramiento de aguas subsuperficiales ricas en nutrientes por la profundización de la termoclina</p>
Aumento de la temperatura de la superficie y del océano	
Elevación del nivel del mar	<p>Disminución de la productividad primaria en casi 50% Reducción de la fijación de CO2 por parte del fitoplancton de la costa peruana Disminución del agua en los suelos produciría sabanización de los bosques tropicales en el este de la Amazonía. Pérdidas importantes de biodiversidad debido a la extinción de especies Disminución de la productividad de importantes cultivos así como la productividad pecuaria</p> <p>Aumento del riesgo de inundaciones Pérdidas en actividad langostera Posible desaparición de humedales en la zona costera</p>

Fuente: Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú. CONAM 2002

ANEXO N°13

PERÚ: DAÑOS SECTORIALES DEL FENÓMENO DEL NIÑO (MILLONES DE DOLARES 1998)

	1982-1983	1997-1998
Sectores Sociales	218	485
Vivienda	115	222
Educación	9	228
Salud	94	34
Sectores Productivos	2533	1625
Agropecuaria	1064	612
Pesca	174	26
Minería	509	44
Industria	786	675
Comercio		268
Infraestructura	532	1389
Transporte	497	686
Electricidad	32	165
Otro*	3	538
Total	3283	3500
% del PBI	11,6%	6,2%

Fuente: Las Lecciones del Niño-Perú. CAF

*Incluye gastos de prevención y atención de la emergencia

ANEXO N°14

PERÚ: DAÑOS TOTALES EN LA AGRICULTURA: NIÑO 97-98

Subsector	Millones US\$
Sector agrícola	613,2
Producción agrícola	235,5
Sistemas de riego y drenaje	337,6
Tierras perdidas	37,7
Sector ganadero	0,1
TOTAL	613,3

Fuente: Primera Comunicación del CONAM (2001), CAF (2000)

ANEXO N°15

CRONOLOGÍA DEL PROCESO NEGOCIADOR SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO					
1972	1era Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Humano (Conferencia de Estocolmo) - "Declaración de Estocolmo"				
1973					
1974					
1975					
1976					
1977					
1978					
1979	1era Conferencia mundial sobre el clima en Ginebra - OMM - "Declaración de Ginebra"				
1980					
1981					
1982					
1983					
1984					
1985					
1986					
1987					
1988	Aparece el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) / OMM y PNUMA				
1989					
1990					
1991					
1992	Cumbre de la Tierra - Rio de Janeiro				
1993					
1994					
1995					
1996					
1997	COP1 Berlín Mandato de Berlín				
1998	COP2 Ginebra				
1999	Se adoptó el PdK COP3 Kioto PROTOCOLO DE KIOTO (PdK)				
2000	COP4 Buenos Aires Plan de Acción de Buenos Aires				
2001	COP5 Bonn Acuerdos de Bonn				
2002	COP6 La Haya				
2003	COP7 Marrakech Acuerdos de Marrakech				
2004	COP8 Johannesburgo Cumbre de la Tierra - Johannesburgo				
2005	COP9 Milan				
2006	COP10 Buenos Aires				
2007	Entrada en vigor PdK COP11 CMP1 Montreal Plan de Acción de Montreal				
2008	COP12 CMP2 Nairobi				
2009	COP13 CMP3 Bali Plan de Acción de Bali				
2010	COP14 CMP4 Poznan Bases de Tratado de Copenhague				
2011	COP15 CMP5 Copenhague Acuerdo de Copenhague				
2012	COP16 CMP6 Cancún				
2013	COP17 CMP7 Durbán				
2014	COP18 CMP8 Doha				
2015	COP19 CMP9 Varsovia				
2016	COP20 CMP10 Lima Plan de Acción de Lima a Paris				
2017	COP21 CMP11 Paris Acuerdo de Paris				
2018	COP22 CMP12 Marrakech				
2019	COP23 CMP13 Bonn				
2020	COP24 CMP14 Polonia				

Asamblea General de las Naciones Unidas
 PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
 OMM: Organización Meteorológica Mundial
 COP: Conferencia de las Partes (Órgano supremo de la CMNUCC)
 CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC en inglés)
 MOP: Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto
 CMP: Reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto
 CMCC: Convención Marco sobre el cambio climático

Elaboración: Propia