

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA  
AMBIENTAL Y DE RECURSOS NATURALES



**“EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE ICA Y LA  
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL PERIODO 2001-2015”**

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN  
GESTIÓN AMBIENTAL PARA EL DESARROLLO  
SOSTENIBLE

**BELLIDO HUIZA, CEFERINO ALEJANDRO**

**VIGO ROLDÁN, ABNER JOSUÉ**

Callao, 2021  
PERÚ



## **DEDICATORIA**

### **BELLIDO HUIZA, CEFERINO ALEJANDRO**

A mi esposa, mi hija y nietos, por haber  
soportado mis horas de ausencia.

### **VIGO ROLDÁN, ABNER JOSUÉ**

A mi esposa y mis hijos,  
marcándoles el derrotero.

## **AGRADECIMIENTO**

A la facultad de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales de la Universidad Nacional del Callao, por habernos dado la oportunidad de realizar los estudios de Maestría y el desarrollo de este trabajo de Investigación; a los profesores que tuvieron a su cargo el desarrollo del Programa para la Primera Promoción y en especial al Dr. Jorge Quintanilla Alarcón por sus valiosos consejos y orientaciones.

Agradecemos, de manera especial, al SENAMHI y a la Dirección Agraria Regional de Ica por habernos proporcionado la información estadística que hizo posible esta Tesis.

## ÍNDICE

ÍNDICE	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE MAPAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción de la realidad problemática.	13
1.1.1. Análisis de la problemática en el contexto global.	13
1.1.2. La problemática en el contexto nacional y regional.	17
1.1.3. La problemática en el contexto provincial y local.	21
1.2. Formulación del problema.	25
1.2.1. Procedimiento para la formulación del Problema.	25
1.2.2. Identificación del problema.	29
1.2.3. Problema general y problemas específicos.	30
1.3. Objetivos de la investigación.	31
1.4. Limitantes de la investigación.	31
1.4.1. Limitaciones teóricas.	31
1.4.2. Limitación temporal.	32
1.4.3. Limitación espacial.	32
1.4.4. Otras limitaciones.	32
II. MARCO TEÓRICO	34
2.1. Antecedentes: Internacional y nacional.	34
2.1.1. Antecedentes en estudios internacionales.	34
2.1.2. Antecedentes en estudios nacionales.	36
2.2. Bases teóricas:	40
2.2.1. Teoría de la producción agrícola.	41
2.2.2. El clima.	43
2.2.3. Teoría estadística aplicable.	50
2.3. Marco Conceptual.	55

2.3.1. Producción agrícola de la provincia de Ica.	55
2.3.2. El clima de la provincia de Ica.	57
2.4. Definición de términos básicos.	57
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.	67
3.1. Hipótesis de la investigación.	67
3.1.1. Hipótesis general.	67
3.1.2. Hipótesis específicas.	67
3.2. Definición conceptual de variables.	67
3.2.1. Definición de las variables.	68
3.2.2. Operacionalización de variables.	68
IV. DISEÑO METODOLÓGICO.	71
4.1. Tipo y diseño de investigación.	72
4.2. Método de investigación.	73
4.3. Población y muestra.	73
4.4. Lugar de estudio y período desarrollado.	73
4.4.1. Cobertura espacial de la muestra.	73
4.4.2. Cobertura temporal de la muestra.	74
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	74
4.6. Análisis y procesamiento de datos.	74
4.6.1. Data de la primera variable: Clima de la provincia de Ica.	75
4.6.2. Data de la segunda variable: Producción agrícola de la provincia de Ica.	75
V. RESULTADOS	91
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	93
6.1. Contrastación de hipótesis con los resultados.	93
6.2. Contrastación de resultados con estudios similares.	94
6.3. Responsabilidad ética.	96
VII. CONCLUSIONES.	97
VIII. RECOMENDACIONES.	98
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99
ANEXOS	112
Anexo 1. <i>Esquema para el sexto informe del IPCC (año 2021)</i>	113

Anexo 2. <i>Árbol de problemas</i>	114
Anexo 3. <i>Matriz de consistencia</i>	115
Anexo 4. <i>Mapas</i>	116
Anexo 5. <i>Principales Productos de la Provincia de Ica</i>	125
Anexo 6. <i>Procesamiento de Datos de la Variable Humedad Relativa</i>	137
Anexo 7. <i>Procesamiento de Datos de la Variable Horas de Sol.</i>	155
Anexo 8. <i>Procesamiento de Datos de la Variable Producción de la Provincia de Ica</i>	172
Anexo 9. <i>Relaciones de la Variable Producción de la Provincia de Ica y los Indicadores del Clima.</i>	178
Anexo 10. <i>Aportes de la Tesis a la Investigación Científica.</i>	187

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Baremo para Calificación de Prioridades	27
Tabla 2.	Matriz IPER para la Relación Clima-Producción Agrícola de la Provincia de Ica.	28
Tabla 3.	Clasificación Climática de KOPPEN.	45
Tabla 4.	Tipos Climáticos en Perú.	47
Tabla 5.	Operacionalización de las Variables.	69
Tabla 6.	Temperatura Media Mensual (°C).	77
Tabla 7.	Autocorrelaciones de Temperaturas.	81
Tabla 8.	Autocorrelaciones Parciales de Temperaturas.	83
Tabla 9.	Resúmenes de Medias y Varianzas Mensuales de Temperaturas.	85
Tabla 10.	Factores Estacionales de Temperaturas.	87
Tabla 11.	Desestacionalización de la Serie de Temperaturas.	88
Tabla 12.	Componente Tendencia y Ciclos de Serie Temperaturas.	89
Tabla 13.	Data Desestacionalizada de Temperaturas.	90
Tabla 14.	Humedad Relativa Media Mensual (%)	137
Tabla 15.	Valores de ACF de la Humedad Relativa.	142
Tabla 16.	Valores de la Función Autocorrelación Parcial de la Humedad Relativa Mensual.	144
Tabla 17.	Resúmenes de Medias y Varianzas de Humedad Relativa Mensual.	146
Tabla 18.	Medias y Varianzas.	149
Tabla 19.	Horas de Sol Promedio Mensual.	155
Tabla 20.	Valores de la Función ACF de Horas de Sol.	160



Tabla 21. Valores de la Función Autocorrelación Parcial de Horas de Sol Mensual	162
Tabla 22. Resúmenes de Medias y Varianzas Mensuales de Horas de Sol.	164
Tabla 23. Productos Principales de la Provincia de Ica.	173
Tabla 24. Productos Principales de la Provincia de Ica.	174
Tabla 25. Índice de Cantidad de PAASCHE.	175
Tabla 26. Variables Producción e Indicadores del Clima.	178
Tabla 27. Estadísticos Principales para el Análisis Multicriterio.	183
Tabla 28. Matriz de Correlación de las Variables.	184
Tabla 29. Valores Estimados y Residuo de la Variable "Y".	185
Tabla 30. Determinación del TEST "F"	186

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Caja TEMPERATURA.	78
Figura 2. Histograma de Temperaturas.	78
Figura 3. Temperaturas Promedio Mensual.	79
Figura 4. Periodograma de Temperaturas Promedio Mensual.	80
Figura 5. Valores de Autocorrelaciones de Temperaturas.	82
Figura 6. Valores de la Función Autocorrelación Parcial de Temperaturas.	84
Figura 7. Q - Q PLOT de Temperaturas.	86
Figura 8. Ajuste a la Curva Normal de la Serie de Temperaturas.	86
Figura 9. Fruto del Algodonero.	125
Figura 10. La Alcachofa.	126
Figura 11. La Cebolla.	127
Figura 12. Fruto del Naranja.	128
Figura 13. Fruto de la Palmera Datilera.	129
Figura 14. El Espárrago.	130
Figura 15. El Mango.	131
Figura 16. El Pallar.	132
Figura 17. Fruto del Palto.	133
Figura 18. La Páprika.	134
Figura 19. Fruto del Pecano.	135
Figura 20. La Vid.	136
Figura 21. Diagrama de Caja Humedad Relativa.	138
Figura 22. Histograma de la Humedad Relativa.	139
Figura 23. Humedad Relativa Promedio Mensual.	140

Figura 24. Periodograma de Humedad Relativa Promedio Mensual.	141
Figura 25. Valores de Autocorrelaciones de Humedad Relativa.	143
Figura 26. Valores de la Función Autocorrelación Parcial de Humedad Relativa.	145
Figura 27. Ajuste a la Curva Normal de la Serie Humedad Relativa.	148
Figura 28. Q-Q PLOT de Humedad Relativa.	148
Figura 29. Diagrama de Caja Horas de Sol.	156
Figura 30. Histograma de Horas de Sol.	157
Figura 31. Horas de Sol Promedio Mensual.	158
Figura 32. Periodograma de Horas de Sol Promedio Mensual.	158
Figura 33. Valores de Autocorrelaciones Horas de Sol.	161
Figura 34. Valores de la Función Autocorrelación Parcial de Horas de Sol.	163
Figura 35. Ajuste a la Curva Normal de la Serie Horas de Sol.	166
Figura 36. Q-Q PLOT de Horas de Sol.	166
Figura 37. Diagrama de Caja de la Variable Producción.	176
Figura 38. Serie Histórica de la Variable Producción.	177
Figura 39. Relación entre la Producción y la Temperatura.	179
Figura 40. Relación entre la Producción y la Humedad Relativa.	180
Figura 41. Relación entre la Producción y las Horas de Sol.	181

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 1. Mapa Hidrológico de la Cuenca del Río Ica.	116
Mapa 2. Mapa Base Agroindustrial de la Provincia de Ica.	117
Mapa 3. Mapa de Precipitación en la Cuenca del Río Ica.	118
Mapa 4. Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Ica.	119
Mapa 5. Mapa Climático del Perú.	120
Mapa 6. Mapa Climático de la Provincia de Ica del Período 2001-2015	121
Mapa 7. Principales Productos de Ica.	122
Mapa 8. Mapa de la Cuenca del Río Ica.	123
Mapa 9. Región Ica y sus Provincias.	124

## RESUMEN

Los autores, en este trabajo de investigación, han efectuado un análisis del grado de relación entre el clima de una localidad con su producción agrícola. El estudio crea un procedimiento metodológico tan útil en nuestros días sobre todo cuando se desea establecer los criterios para decidir sobre la geopolítica de las Zonas Económicas y Ecológicas ZEE, tan necesarios para adecuar las prácticas de los gobiernos para la adaptación al cambio climático y promover un desarrollo sostenible. El espacio elegido fue la provincia de Ica (Perú), en el cual, a través del análisis multicriterio llegaron a la conclusión de que, si bien el calentamiento global afecta los niveles de la temperatura y humedad relativa del aire, no hay evidencia de que éstos influyan en la producción agrícola; mientras que las variaciones de las horas de sol la afectan débilmente. En el procedimiento metodológico, los autores estandarizaron los análisis de consistencia y validez de la data consistente en series cronológicas atmosféricas, antes de proceder al estudio de los componentes de las series y la relación de los indicadores del clima con la producción agrícola.

**Palabras clave:** análisis multicriterio, series cronológicas atmosféricas, autocorrelación, consistencia y validez de series, clima, producción agrícola.

## **ABSTRACT**

The research carried out by the authors deals on the relationship between the climate of a locality and its agricultural production. It creates a methodological procedure so useful nowadays, in order to take a geopolitical criteria for determination of the EEZ Economic and Ecological Zones, so necessary to the government policies for zonal level adaptation to climate change and promote a sustainable development. The chosen area was Ica-Province (Peru), in which, by the multicriteria analysis method, the authors reached the conclusion that although global warming affects the levels of temperature and atmospheric relative humidity, there is no evidence that they influence on agricultural production, while the Sun-hours variations affect it weakly. As methodological procedure, the authors build-up the analyze for consistency and validity of the data (atmospheric time series), testing previously, before to research on the components of the series and the relationship among climate indicators with agricultural production.

**KEYWORDS:** Multicriteria analysis, atmospheric time series, autocorrelation, serial consistency and validity, climate, agricultural production.

## INTRODUCCIÓN

La gestión ambiental es una preocupación de todos los gobiernos del mundo. El Ministerio del Ambiente del Perú ha instituido el Premio Nacional Ambiental desde el año 2014 con la finalidad de sensibilizar a la sociedad sobre la trascendencia de los efectos del cambio climático y reconocer “... *las iniciativas que contribuyen a la protección ambiental, el manejo sostenible de los recursos naturales y la conservación del ambiente, a través de experiencias y prácticas que pueden ser replicadas*” (MINAM, 2017).

La gestión ambiental incluye la administración de los efectos del cambio climático, en especial la capacidad de previsión de los operadores agrícolas. “*La seguridad alimentaria y la agricultura se enfrentan a grandes desafíos con el cambio climático, en términos de impactos negativos en la productividad e implementación de acciones sectoriales para limitar el calentamiento global*”, manifestaba la FAO en Julio de 2014, mostrando su preocupación por los efectos del cambio climático. (FAO, 2014).

Si bien hay consenso sobre los impactos negativos, no tenemos aún la cuantificación de los efectos del cambio climático y el clima en la producción agrícola en valles específicos de nuestro país, ni se ha elaborado un procedimiento formal para determinarlos.

Algunos gobiernos regionales del Perú, como es el caso del Gobierno Regional de Ica, han promovido reuniones de sensibilización y actividades de gestión orientadas a seguir estrategias de adaptación o mitigación de los efectos del cambio climático, mediante un Plan de movilización “... *para orientar la ejecución de acciones y mecanismos a ser utilizados en la movilización de los recursos que existen en el ámbito, que coadyuven a afrontar los casos de desastres y/o conflictos, teniendo como soporte las fortalezas y potencial regional...*” (GOREIca, 2014).

La presente Tesis determina cuál es la incidencia real del clima de la Provincia de Ica en la producción agrícola, estableciendo además una metódica de análisis que puede ser replicada en estudios posteriores a otros ámbitos

territoriales para adoptar políticas de gestión de los efectos del cambio climático, en la determinación de las ZEE y prevención de eventos extremos.

¿Realmente el cambio climático ha influido y está influyendo en la gestión de la agricultura en la provincia de Ica? ¿Cómo ha cambiado el clima de la provincia de Ica en los últimos años? ¿Ha disminuido la producción agrícola de la provincia de Ica en los últimos años? ¿Cuáles son los estudios vinculados al clima de la provincia de Ica que se relacionan con la producción? Estas y otras preguntas similares son las que han motivado a los autores a iniciar la presente investigación.

En la revisión preliminar de la bibliografía sobre si hay o no vinculación entre el clima de la Provincia de Ica con la producción agrícola, aparentemente no existe un estudio serio de nivel académico que satisfaga estas interrogantes, lo cual hace ver que existe un vacío en el conocimiento de los comportamientos de estas variables (clima y producción agrícola). De este modo nuestro trabajo de investigación ha tenido el propósito de agregar nuevos elementos de juicio, científicamente sustentados en base a evidencias empíricas, al conocimiento de la naturaleza de estas variables. Conocer la significancia de los elementos del clima sobre la producción agrícola permitirá a futuras investigaciones establecer las políticas y estrategias de gestión territorial de los efectos del cambio climático en beneficio de la agricultura de diferentes regiones del país.



## **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática.**

Con el fin de describir la realidad problemática, la que nos permita entablar una relación entre el clima de la zona de estudio y su producción agrícola, y a su vez nos permita el trazado de las políticas a aplicar en este espacio probablemente afectado, se acudió a la revisión de algún trabajo que nos permitiera conocer la Zonificación Territorial de la Provincia de Ica, utilizando la Zonificación Ecológica Económica. El “Estudio de Diagnóstico y Zonificación para el Tratamiento de la Demarcación Territorial de la Provincia de Ica”, (GOREIca 2005), nos permite conocer el espacio geográfico como un conjunto integrado de elementos (físicos, económicos, sociales) estructurados de acuerdo a una distribución y organización sobre el territorio como base de las interrelaciones funcionales, constituidas mediante diversos tipos de flujos que lo jerarquizan, y cuyo constante dinamismo es resultado de una combinación de fuerzas internas y externas, superpuestas y cambiantes en el tiempo, que garanticen su integración y el Desarrollo Sostenible.

#### **1.1.1. Análisis de la problemática en el contexto global.**

Las preocupaciones de la humanidad sobre los cambios en el clima se inician en las décadas 1950-1960 cuando se sospecha en la acumulación del CO<sub>2</sub> y los residuos de los aerosoles. En la década 1970, con los adelantos tecnológicos relacionados con el uso de instrumentos de observación atmosférica, las investigaciones sobre el fenómeno denominado “Efecto invernadero” se hicieron más frecuentes y los informes del Club de Roma de 1972 y 1974 mencionan los riesgos de la emisión mundial de CO<sub>2</sub>. Nos referimos a los documentos denominados “Los límites del crecimiento” y “La humanidad en la encrucijada”, respectivamente. En la Conferencia Mundial sobre el clima de 1979 celebrada en Génova, la Organización Meteorológica Mundial menciona que el aumento de los niveles de CO<sub>2</sub> podría contribuir al calentamiento global. En la década 1980, algunos investigadores desarrollaron modelos matemáticos para simular los cambios en el calentamiento global utilizando los datos meteorológicos de la última década y concluyeron que aumentos superiores de

la temperatura media global superiores a 2°C tendrían efectos graves en el clima del planeta y consecuentemente en la vida y los ecosistemas. En 1988 se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) a iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), recibiendo la ayuda del PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), con el objetivo inicial de proporcionar una fuente objetiva y de información científica sobre el cambio climático. Actualmente el IPCC cuenta con representantes de 195 gobiernos de igual número de países y la misión del IPCC está centrada en evaluar la información técnica, científica y socioeconómica relevante para la comprensión del cambio climático, sus impactos potenciales y las opciones de mitigación y adaptación (ONU, 2013).

En la década de 1990, la humanidad ya había llegado a un consenso sobre el cambio climático como conjunto de alteraciones en el clima del planeta y sus efectos observables que son: aumento de la temperatura media, alteraciones en las precipitaciones, modificaciones en los volúmenes de recursos hídricos aprovechables, presencia de eventos meteorológicos extremos, aumento en el nivel del mar; que dan como consecuencia alteraciones en los ecosistemas y afectación a la biodiversidad, la alimentación y la salud humana. Como causas se atribuyen a la generación de CO<sub>2</sub> originado por las industrias que utilizan fuentes de energía basada en combustibles fósiles, el metano generado por la agricultura y la ganadería, el óxido nitroso de fertilizantes, los gases utilizados en la industria de refrigeración y la pérdida de vegetación en los bosques.

Uno de los puntos importantes de este consenso es aquel que establece como meta evitar que la temperatura media global sea mayor en 2°C a la registrada en 1988. Este objetivo debería lograrse en las siguientes décadas.

En su Quinto informe de evaluación, el IPCC concluye categóricamente que el cambio climático es real y las actividades humanas son los principales causantes (IPCC, 2014).

Para elaborar el Sexto informe, en la 46ª reunión del IPCC, celebrada en Canadá del 6 al 10 de Setiembre de 2017, se acordó el esquema que se presentará en 2021 que contiene 12 capítulos (IPCC, 2017). El detalle de los capítulos se adjunta en el Anexo 1.

A juzgar por los contenidos propuestos, este informe será mucho más completo que los anteriores y permitirá a los gobiernos facilitar la aplicación de políticas para mitigar los efectos del cambio climático.

El IPCC tiene tres grupos de trabajo especializados: Grupo I, que evalúa las bases físicas del cambio climático; Grupo II, encargado del estudio del impacto, adaptación y vulnerabilidad; Grupo III, que evalúa la mitigación del cambio climático. Adicionalmente, un grupo especializado elaborará un informe metodológico sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero. Mientras tanto, el IPCC exhortó a los países miembros a que continúen con sus esfuerzos a fin de que el incremento del promedio de temperatura global no supere a 1.5°C (IPCC, 2017b).

En octubre de 2018 se otorgó premio Nobel de Economía a los estadounidenses William Nordhaus y Paul Romer por aportes individuales a las interrelaciones del cambio climático y la innovación tecnológica con el crecimiento económico. Nordhaus desarrolló el Modelo Económico Dinámico de Integración Climática (DICE, por su sigla en inglés). El modelo analiza la interacción entre una serie de variables como las emisiones de carbono, los cambios de temperatura a nivel global, los niveles de los océanos, la atmósfera, los combustibles fósiles, los niveles de población, el consumo, la producción industrial, la formación de capital, la productividad y los costos de reducción de emisiones de carbono, entre otras. Para Romer, la generación de ideas reflejadas en la innovación es uno de los determinantes más importantes para estimular el crecimiento económico. Romer argumenta que las economías crecen más cuando el capital humano puede reorganizar recursos de manera que se vuelven más valiosos. Para lograr esta reorganización de recursos, es necesario generar los incentivos adecuados a la innovación (LÓPEZ-DÓRIGA, 2018).

A nivel regional, CEPAL en 2017 analizó en una publicación la economía del cambio climático en América Latina y el Caribe, señalando que pese a los avances observados a nivel internacional para hacer frente a los desafíos del cambio climático y el desarrollo sostenible, como la aprobación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y acuerdos sobre la mitigación, adaptación y otros, *“...hay una importante brecha de esfuerzo colectivo y aún es necesario avanzar en la aplicación de estos acuerdos mediante la formulación y puesta en práctica de políticas públicas específicas que permitan cambiar la trayectoria de desarrollo hacia una vía más sostenible con un cambio en las estructuras de producción y los patrones de consumo, como una solución al desafío del cambio climático”* (BÁRCENA, 2018).

En el Informe de avance cuatrienal (mayo 2019), sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, este mismo organismo de Naciones Unidas sostuvo lo siguiente:

*“La región es vulnerable a los efectos del cambio climático debido a su situación geográfica y climática, su condición socioeconómica y demográfica, y la alta sensibilidad al clima de activos naturales, como los bosques y la biodiversidad ... Los impactos del cambio climático son significativos y, con una alta probabilidad, serán más intensos en el futuro ... Por ejemplo, existe evidencia de impactos en las actividades agropecuarias, el agua, la biodiversidad, el alza del nivel del mar, los bosques, el turismo, la salud y las ciudades. En muchos casos, esa evidencia es aún fragmentaria y tiene un alto grado de incertidumbre, lo que dificulta la agregación y los análisis comparativos. No obstante, los estudios estiman que los costos económicos del cambio climático en la región, relacionados con un aumento de 2,5°C de la temperatura (muy probablemente alrededor de 2050), oscilan entre el 1,5% y el 5% del PIB actual ... Esas estimaciones son conservadoras, se limitan a ciertos sectores y regiones, y tienen limitaciones metodológicas, como las dificultades para incorporar los procesos de adaptación, las consecuencias de la pérdida de biodiversidad y los posibles efectos de los fenómenos climáticos extremos...”* (BÁRCENA, COMOLI, PÉREZ, 2019).

En 2017, Billur Engin Balin y otros presentaron un estudio sobre la relación entre la liberalización del comercio y la degradación ambiental en Turquía ante la 19ª Reunión anual del Grupo de Estudio del Comercio Europeo, realizada en Florencia del 14 al 17 de setiembre de 2017, en el que mediante el análisis de series de tiempo de 1974 a 2013, tratan de hallar la relación causal entre las emisiones de CO<sub>2</sub>, la libertad del comercio, el crecimiento económico, el consumo de energía y la inversión extranjera directa en Turquía. Para este propósito, aplican la técnica del ARDL, Autoregressive Distributed Lag, para examinar la cointegración entre las variables juntamente con el ECM, Error Correlation Method. (BALIN y otros, 2018).

### **1.1.2. La problemática en el contexto nacional y regional.**

A nivel nacional, el gobierno peruano en 2009 dio a conocer la Política Nacional del Ambiente como uno de los principales instrumentos de gestión para el logro del desarrollo sostenible en el país, elaborada “...*tomando en cuenta la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo, los Objetivos del Milenio formulados por la Organización de las Naciones Unidas y los demás tratados y declaraciones internacionales suscritos por el Estado Peruano en materia ambiental*” (MINAM, 2009).

Superada esta etapa, actualmente nos encontramos bajo el esquema de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) como lo señala la CEPAL.

La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales N° 27867, señala entre sus competencias el formular, aprobar, ejecutar, evaluar, dirigir, controlar y administrar los planes y políticas en materia ambiental y de ordenamiento territorial. Dentro de sus 14 principios está la Sostenibilidad (8): La gestión regional se caracteriza por la búsqueda del equilibrio intergeneracional en el uso racional de los recursos naturales para lograr los objetivos de desarrollo, la defensa del medio ambiente y la protección de la biodiversidad.

Por otro lado, se impulsa en el Perú acciones de Ordenamiento Territorial basadas en la Ley General del Ambiente, Ley N° 28611; la Ley Marco del

Sistema Nacional de Gestión Ambiental, Ley N° 28245, y la Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los Recursos Naturales, Ley N° 26821, con el objetivo de realizar una gestión adecuada del territorio aprovechando sus recursos cumpliendo los ODS. Con este motivo el MINAM puso en conocimiento público las Orientaciones Básicas sobre el Ordenamiento Territorial en el año 2015 (NEYRA, 2015).

El análisis del contexto global lleva al convencimiento que algunos conceptos sustanciales como el cambio climático y el desarrollo sostenible se utilizan en los trabajos de investigación como hipótesis matemáticas aceptadas por consenso, sobre los cuales no cabe duda ni demostración. Los enfoques a nivel global son orientadores para la coordinación de las políticas nacionales de los países; y dentro de este marco se están dando las medidas de política administrativa en el nuestro. Sin embargo, carecemos de estudios a nivel local que sean igualmente orientadores para las acciones de los operadores agrícolas, tomando en cuenta los ODS y los efectos del clima.

Al respecto, el grupo investigador llama a reflexionar sobre las cuestiones planteadas con esta interrogante: ¿de qué manera afecta el clima de una región específica del Perú a su producción agrícola?

Algunas respuestas se hallan en la tesis titulada “Efectos del cambio climático sobre la tasa de crecimiento de la producción de papa en el valle del Mantaro: 2000 – 2014” de Clemente Ricse, Jimmy Francisco y otro, de la Universidad Nacional del Centro del Perú (CLEMENTE R., 2016); así como en estudios similares sobre la papa en Puno y diversos productos. En el Repositorio de la Universidad Nacional del Callao se encuentra una tesis de Garzón F. Irineo y otros, sobre los efectos del cambio climático en el rendimiento del maíz amiláceo en Huancavelica, Perú (GARZON, 2018).

El común denominador de estos trabajos de investigación es que dan por cierto que el cambio climático es real para tales productos y realizan apreciaciones sobre la producción asumiendo que la variación estadística se debe a ese cambio climático, sin verificar la cuantía del efecto del cambio en las variables climáticas. Otros estudios, consideran al cambio climático como

variaciones sólo en la temperatura atmosférica dejando de lado otros elementos del clima como son la humedad relativa del aire, las horas de sol, etc.

Otro concepto que se utiliza como dogma indiscutido en los trabajos de investigación revisados es el referente al cambio en 2°C en la temperatura; a este respecto, como lo manifestamos en la página 15 de esta Tesis, es producto de un estudio utilizando una simulación matemática, con datos de 1988 y referido al promedio de temperatura de ese año; sin embargo, los investigadores posteriores no muestran que en su región y en su caso cuál es o cuál ha sido la variación de las temperaturas a partir de 1988 para ser comparable con la cifra de 2°C. En los trabajos del profesor Nordhaus, premio Nobel 2018, se aprecia desarrollos de modelos matemáticos que suponen el uso de datos consistenciados de series estadísticas confiables; de no ser así, los resultados de los modelos no tendrían validez.

De este modo, responder a la pregunta formulada ¿de qué manera afecta el clima de una región específica del Perú a la producción agrícola?, requiere un estudio estadístico previo de la data que demuestre que hay cambio en el clima y posteriormente, responder de qué manera afecta en la producción. Un ejemplo de este tipo de trabajo es el de Balin comentado en la página 18, donde el estudio de la relación entre la liberalización del comercio y la degradación ambiental en Turquía se realizó consistenciando previamente la data.

En este orden de ideas, el grupo investigador no ha encontrado estudios con seriedad estadística que ofrezca una confianza razonable sobre la vinculación del clima de una región específica y la producción agrícola. La carencia de este tipo de trabajos que se refieran a la Provincia de Ica y sus efectos sobre la producción agrícola es también evidente. Lo que se ha hallado es una tesis titulada "Impacto del cambio climático en la hidrología de la cuenca del río Ica" de Martínez Loayza Carlos R, de la Universidad Agraria - La Molina, el cual además de no servir al tema que deseamos desarrollar (no estudia el clima de Ica), adolece del mismo defecto de estudios similares: utiliza la estadística sin verificar la consistencia y confiabilidad de los datos e ingresa información a un modelo matemático prediseñado. No discutimos la validez del

modelo matemático, o los modelos matemáticos; lo que discutimos es la calidad del input a los modelos que son data estadística, sin verificar la consistencia y confiabilidad; siendo así, los resultados del modelamiento no serían confiables (MARTÍNEZ, 2014).

Otro trabajo presentado en la Universidad ESAN, es el que corresponde a Alvarez Arbulú, Ofelia y otros denominado “Evaluación económica de los efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca del río Ica, en el periodo 2017 – 2030”, donde la información socio económica procede del IV CENAGRO 2012 del INEI; y luego manifiestan que “...para el caso de los grandes productores, los resultados muestran que el incremento de 0.4°C de la temperatura al 2030, favorecería el incremento de 817.61 USD/ha con respecto a la utilidad promedio de la última campaña 2016-2017. La precipitación tiene un efecto menos significativo que la temperatura, ante la disminución de 2.6 mm, la utilidad bruta del gran productor se incrementaría en un 14.43% con respecto a la utilidad bruta del año base”. (ALVAREZ, et al, 2017). El año base para este trabajo fue la campaña 2016-2017, conforme manifiestan los autores. Nuevamente, lo discutible en este trabajo quizás no sea el modelo matemático, sino la calidad del input ingresado al modelo: no se puede generalizar al año 2030 con dos puntos en la línea del tiempo: año 2012 y campaña 2016-2017, a menos que se demuestre previamente la consistencia y validez de los datos estadísticos que ingresaron al modelo.

Los trabajos precedentes se han tomado en cuenta para no cometer el mismo error y realizar el trabajo de investigación buscando los criterios técnicos para afirmar si existe o no vinculación del clima y la producción agrícola.

A nivel local, el Gobierno Regional de Ica, GORE ICA, está poniendo énfasis en la identificación de sus ZEE de conformidad con el Art. 11º del Reglamento de Zonificación Económica y Ecológica, ya que tendría un instrumento técnico orientador para la gestión sostenible del territorio y sus recursos naturales (GOREIca, 2018).



### 1.1.3. La problemática en el contexto provincial y local.

Con la dación de la Ley N° 27795 “ Ley de Demarcación y Organización Territorial” y amparándose en la Resolución Ministerial N° 076-2005-PCM, donde aprueban el Plan Nacional de Demarcación Territorial para el año 2005, en la que se incluían 16 provincias, entre ellas la Provincia de Ica, el Gobierno Regional de Ica buscaba a través del estudio de las interacciones físicas, culturales y económicas elaborar el documento técnico “Estudio de Diagnóstico y Zonificación para el Tratamiento de la Demarcación Territorial de la Provincia de Ica”. Dicho documento técnico fue presentado en diciembre de 2005, en el que busca a través del estudio de las interacciones físicas, culturales y económicas ser el instrumento orientador que permita evaluar acciones con fines de una mejora en la organización y administración en la provincia de Ica, a fin de garantizar el ejercicio eficiente y eficaz del gobierno y la autoridad, basándose en el análisis y evaluación territorial, y teniendo en cuenta las variables: centros poblados, relieve y riegos naturales, económico – ambientales, socio – culturales en diversos niveles de estudio. En el **CAPITULO 3: CARACTERÍSTICAS FÍSICAS. Unidades Geomorfológicas**, menciona que: La provincia de Ica presenta una geomorfología dominada por procesos internos y externos que dan origen a morfologías variadas. Las geoformas presentes en la provincia de Ica van desde angostos espacios costeros, acumulaciones eólicas, colinas, terrazas erosionadas, etc. Los rasgos geomorfológicos que presenta han sido originados por la concurrencia de singulares patrones fisiográficos y estructurales, así como diferentes procesos geodinámicos: tectónicos, erosivos y acumulativos, que han modelado su relieve y cuya acción se manifiesta también en la actualidad; debido a la acción de distintos agentes y factores geomorfológicos, cuyo producto se puede apreciar en las diferentes unidades morfológicas. En cuanto a Red Hídrica; La Provincia de Ica, es la única provincia del Perú que cuenta con un río que corre en forma paralela al litoral. El río Ica pertenece a la vertiente del Pacífico y se encuentra ubicado en la zona central de la provincia, conformando juntamente con sus tributarios y la gran cantidad de quebradas en la parte media y alta de la provincia, la Cuenca del Río Ica, comprendiendo dentro de su área parte de las regiones denominadas Costa y Sierra. La cuenca del río Ica,

presenta condiciones hidrológicas propias, con ríos que se caracterizan por ser de régimen irregular y torrencioso, que crean problemas de inundaciones en áreas de menor pendiente como en sus Conos Deyectivos (cuenca baja), así como erosiones laterales y de fondo, con la consecuente desestabilización de taludes y su secuela de problemas que atentan contra la seguridad física de los centros poblados y obras de infraestructura. Existen riesgos naturales en la provincia de Ica que pueden influir en el desarrollo de las actividades humanas; desde luego, estos riesgos ocurren en unidades distintas según las características peculiares determinadas por los rasgos geomorfológicos, biota existente y acción antrópica. Los Fenómenos de Geodinámica Externa se deben principalmente a causas de orden topográfico, hidrológico, estructural y climatológico; estos son esencialmente modificadores del relieve terrestre; en el caso de la provincia de Ica se aprecian los siguientes fenómenos: inundaciones, huaycos, derrumbes y arenamiento. En el CAPÍTULO 4. CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS AMBIENTALES, recoge las características del territorio, en su papel de ser proveedor de los recursos fundamentales para la subsistencia y sostenibilidad de la gestión administrativa de una circunscripción territorial. Asimismo, toma en cuenta las características de las actividades económicas que determinan de alguna forma el aprovechamiento de los recursos naturales y la participación de los recursos humanos en el desenvolvimiento de estos, atendiendo los indicadores económicos que expresan el comportamiento de las variables que influyen para determinar las características de la economía provincial. Considerando que las actividades desarrolladas por el hombre sobre el espacio geográfico le pueden generar productos económicos rentables, el estudio de este espacio se enmarca en términos económicos y ambientales propiciando su desarrollo sostenible. En cuanto a Recursos Potenciales, la oferta ambiental lo constituyen aquellos recursos naturales potenciales y disponibles, que pueden ser aprovechados y utilizados por la población del ámbito para su propio beneficio, producto de su habilidad e ingenio para extraerlos y/o transformarlos a fin de satisfacer sus necesidades; estos recursos naturales están condicionados por factores climáticos, que a su vez son producto de la localización latitudinal, longitudinal y altitudinal del espacio geográfico,

complementándose a ello los factores geomorfológicos y geodinámicos que han perfilado el paisaje natural actual. En general, la provincia de Ica se basa sobre el espacio que abarca la cuenca del río Ica y por las siguientes intercuenas y cuencas endorreicas: intercuenca Paracas – río Seco, cuenca endorreica Paracas Norte, cuenca endorreica Paracas Sur, intercuenca Caimán, intercuenca Antana, intercuenca Banderas, intercuenca Perdida, intercuenca Media Luna, intercuenca La Yerba, intercuenca Lomitas e intercuenca Olleros. En este espacio, el 13.83% (1,082.04 Km<sup>2</sup>) son tierras de aptitud productiva para cultivos en limpio y cultivos permanentes con fines agrícolas, son tierras ubicadas en casi todos los distritos de la Provincia de Ica; el 1.61% de las tierras son con fines mayormente pecuarios pero asociados con algunas tierras de protección las que encuentran en los distritos de Santiago, Ocucaje y Yauca del Rosario; el 31.45% de las tierras asociadas tienen aptitudes secundarias para las prácticas de cultivo de pastos naturales o manejados y cultivos en limpio, pero tienen antepuesto la aptitud de protección, éstas tierras por sus características no pueden aprovecharse plenamente para la actividad agrícola o pecuaria, por ser mayormente de protección deben aprovecharse para el desarrollo de actividades con fines turístico - ecológicos, en la medida que sus características fisiográficas y de riesgo lo permitan, estas tierras se encuentran mayormente en el Sector Oeste de la provincia, específicamente en los distritos de Ica y Ocucaje, y en el sector Este de la referida provincia de Ica, específicamente al interior de los distritos de Yauca del Rosario y Santiago. En cuanto a las tierras de protección, que representa el 53.11% del territorio provincial (más de la mitad de su territorio), se encuentran ubicadas en grandes extensiones de los distritos de San José de Los Molinos, Yauca del Rosario, Santiago, Ocucaje, Ica y Subtanjalla; éstas se deben de respetar como tal y sólo se deben de tratar para resguardar su protección ante cualquier amenaza.

En el mismo estudio se manifiesta que la provincia de Ica presenta una especialización productiva acorde con sus potencialidades, propias de su territorio costero, caracterizándose por su actividad agrícola, lo que le ha permitido alcanzar un importante desarrollo en el subsector agroexportación, el cual está orientado al mercado nacional e internacional, exportándose gran

cantidad de productos agrícolas, entre los que destacan el algodón, los espárragos y los cítricos. En la tercera conclusión se indica que *“La Provincia de Ica está sujeta a una dinámica geomorfológica constante, influenciada por las condiciones locales de relieve, CLIMA y material allí imperantes...”*. En tanto que la cuarta conclusión manifiesta que *“La aptitud productiva de la tierra, en la provincia de Ica, nos permitió analizar la oferta de recursos y sus potencialidades...”*

En el año 2010, el Gobierno Regional de Ica elaboró el Plan de desarrollo regional 2010-2021, en base a un diagnóstico caracterizado de su situación a esa fecha, mediante proceso participativo y *“...el [al] momento de sistematizar aportes se optó por organizarlos por dimensiones: social y cultural, económica, ambiental territorial y político e institucional...”* (GOREIca, 2010).

En agosto de 2015 el MINAM dio a conocer la 2da edición de las Orientaciones básicas sobre el Ordenamiento Territorial, [NEYRA, 2015], documento que debió servir de guía para el trabajo regional de planificación, pero no fue así. Tal es así que, en el año 2018 mediante Ordenanza regional, se conforma una comisión de trabajo en reemplazo de otra similar con la finalidad de desarrollar las acciones relativas a identificar las ZEE y proponer el OT (YAMASHIRO, 2018).

La Universidad Federico Villarreal dio a conocer en 2017 un documento académico sobre el Ordenamiento Territorial de Ica, pero que no cumplió las expectativas técnicas deseadas (ALARCÓN Y SALINAS, 2017).

El grupo investigador, en base a esta documentación comentada, encuentra que los intentos de la administración regional como de la academia no dan los resultados esperados y persiste la necesidad de dar las herramientas operativas más efectivas a fin de que tanto las municipalidades provinciales como el gobierno regional puedan empoderarse con las mejores capacidades técnicas para elaborar estos instrumentos de gestión de gobierno mediante su OT y sus ZEE. Urge proporcionar información profesional sobre los efectos del clima de Ica en la agricultura de productos representativos.

## **1.2. Formulación del problema.**

### **1.2.1. Procedimiento para la formulación del Problema. Diagrama del Árbol**

Con el objeto de afinar y elaborar formalmente la idea de investigación, el grupo investigador ha utilizado la técnica denominada Diagrama del Árbol. Esto ha permitido organizar mejor las necesidades de recolectar datos empíricos, sean observaciones, mediciones o evaluaciones, así como formular objetivos y preguntas en mayor detalle, sin perder de vista el tema elegido, la evolución climática como la producción agrícola en la Provincia de Ica, en un horizonte de 15 años, en términos de causas y efectos de la problemática. El período de tiempo seleccionado fue 2001 - 2015. El resumen de los resultados, de la aplicación de la técnica, se expone a continuación.

#### **Problema principal:**

- Se desconoce cómo afectó el clima a la producción agrícola de la Provincia de Ica en el período 2001-2015.

#### **Problemas secundarios:**

- Se desconoce cómo incidió la temperatura en la producción agrícola de la Provincia de Ica.
- Se ignora cómo repercutió la humedad relativa en la producción agrícola de la Provincia de Ica.
- No se sabe cómo influyeron las horas de sol en la producción agrícola de la Provincia de Ica.

#### **Causas:**

##### **A. Causas relacionadas con la temperatura.**

1. Desconocimiento de procedimientos estadísticos para determinar la influencia de la temperatura en la producción agrícola de la Provincia de Ica.
2. Ausencia de personal profesional especializado en el procesamiento estadístico de la información sobre temperaturas.

3. Ignorancia de la significación de la temperatura en la producción por parte del operador agrícola.

#### **B. Causas relacionadas con la humedad relativa del aire.**

1. Desconocimiento de procedimientos estadísticos para determinar la influencia de la humedad relativa del aire en la producción agrícola de la Provincia de Ica.
2. Ausencia de personal profesional especializado en el procesamiento estadístico de la información sobre la humedad relativa del aire.
3. Ignorancia de la significación de la humedad relativa del aire en la producción por parte del operador agrícola.

#### **C. Causas relacionadas con las horas de sol.**

1. Desconocimiento de procedimientos estadísticos para determinar la influencia de las horas de sol en la producción agrícola de la Provincia de Ica.
2. Ausencia de personal profesional especializado en el procesamiento estadístico de la información sobre las horas de sol.
3. Ignorancia de la significación de las horas de sol en la producción por parte del operador agrícola.

#### **Efectos:**

- Incidencia desconocida de la temperatura en la Provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015.
- Repercusión no estudiada de la humedad relativa del aire en la Provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015.
- Influencia no determinada de las horas de sol en la Provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015.

#### **A. Efectos relacionados con la temperatura.**

1. Se utiliza la información estadística relacionada con la temperatura sin efectuar el análisis de consistencia de la información.

2. Se utiliza la información estadística relacionada con la temperatura sin efectuar el análisis de validez de la información.

**B. Efectos relacionados con la humedad relativa del aire.**

1. Se utiliza la información estadística relacionada con la humedad relativa del aire sin efectuar el análisis de consistencia de la información.
2. Se utiliza la información estadística relacionada con la humedad relativa del aire sin efectuar el análisis de validez de la información.

**C. Efectos relacionados con las horas de sol.**

1. Se utiliza la información estadística relacionada con las horas de sol sin efectuar el análisis de consistencia de la información.
2. Se utiliza la información estadística relacionada con las horas de sol sin efectuar el análisis de validez de la información.

**Efecto final:**

Afectación no determinada del clima de la Provincia de Ica sobre la producción agrícola en el período 2001-2015.

En el Anexo 2 aparece el Árbol de Problemas que resume las causas y efectos del problema principal presentado en esta sección.

**Criterio de Pareto.**

A fin de identificar las tareas del trabajo de investigación, el grupo investigador ha utilizado el criterio de Pareto mediante una matriz IPER (Identificación de Prioridades y Evaluación de Resultados) en el binomio clima-producción agrícola de la provincia de Ica, para lo cual ha consensuado previamente el siguiente Baremo:

**Tabla 1**

*Baremo para Calificación de Prioridades*

Prioridad	Alta	Media	Baja	Sin Prioridad
Puntaje	3	2	1	0

Aplicando el criterio de Pareto para seleccionar las causas más relevantes y utilizando el Baremo presentado se construyó la matriz IPER para la relación Clima-producción agrícola de la provincia de Ica en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Matriz IPER para la Relación Clima-Producción Agrícola de la Provincia de Ica*

CAUSAS IDENTIFICADAS	BAREMO		
	PUNTOS	%	% Acumulado
1. Desconocimiento de procedimientos estadísticos para determinar la influencia de la temperatura en la producción agrícola de la provincia de Ica.	3	17 %	17 %
2.Desconocimiento de procedimientos estadísticos para determinar la influencia de la humedad relativa del aire en la producción agrícola de la provincia de Ica.	3	17 %	34 %
3.Desconocimiento de procedimientos estadísticos para determinar la influencia de las horas de sol en la producción agrícola de la provincia de Ica.	3	17 %	51 %
4. Ignorancia de la significación de la temperatura en la producción por parte del operador agrícola.	2	11 %	62 %
5. Ignorancia de la significación de la humedad relativa del aire en la producción por parte del operador agrícola.	2	11 %	73 %
6. Ignorancia de la significación de las horas de sol en la producción por parte del operador agrícola.	2	11 %	84 %
7. Ausencia de personal profesional especializado en el procesamiento estadístico de la información sobre la temperatura.	1	6 %	90 %
8. Ausencia de personal profesional especializado en el procesamiento estadístico de la información sobre la humedad relativa del aire.	1	5 %	95 %
9. Ausencia de personal profesional especializado en el procesamiento estadístico de la información sobre las horas de sol.	1	5 %	100 %



La Tabla 2 se ha construido con los puntajes de la Tabla 1 y la ponderación porcentual se obtiene considerando como 100% la suma de los puntajes asignados a las causas y asignando la proporcionalidad que corresponde a cada causa.

El criterio de Pareto es que se debe identificar al menos el 80% de las causas y darles solución para que el problema principal esté resuelto.

De este modo, la Matriz IPER muestra según el criterio de Pareto que, resolviendo el problema para el 84 % de las causas identificadas (primeras seis), hay solución satisfactoria.

La matriz IPER nos ayuda también a comprender que el reconocimiento de procedimientos estadísticos para determinar la influencia de los elementos del clima, así como la ignorancia de la significación de la presencia de tales elementos, son causas relevantes desde el punto de vista tecnológico profesional. Al mismo tiempo, tenemos los efectos del calentamiento global en el ambiente.

### **1.2.2. Identificación del problema.**

La Provincia de Ica ha soportado las inclemencias de la naturaleza, como es el caso de sismos e inundaciones; sin embargo, a pesar de ello, continúa su ritmo de producción y liderazgo en el Sur Medio.

¿Cómo soporta el microclima de Ica al calentamiento global? ¿cuál es la estructura de su producción agraria? ¿Habrá alguna relación entre el microclima de Ica con la producción agrícola? Estas y otras preguntas surgen cuando analizamos a este pequeño gigante agrícola de nuestro país.

Concordante con las causas identificadas en la matriz IPER de la Tabla 2, es necesario conocer la influencia de los referentes climatológicos tales como la temperatura ambiental, la humedad relativa, la radiación solar y otros en la producción de diversos cultivos, a fin de mejorar la gestión en el sector agrario y disminuir los riesgos de producción en las actividades agrícolas; al mismo tiempo que planificar las adaptaciones al cambio climático, efectuar estudios y experimentos sobre la sustitución de cultivos, prever el rendimiento de las

cosechas y cada una de las etapas de las labores culturales. La influencia de los factores y elementos del clima sobre la agricultura no es suficientemente conocida en nuestro medio; esto se debe a la inexistencia de una metodología de estudio de estas relaciones que permita a los profesionales en las Ciencias del Ambiente aplicar criterios uniformes para explicar las relaciones entre el clima y la obtención de los cultivos. Se desconoce cómo afectó el clima de la Provincia de Ica a la producción agrícola de la provincia en el período 2001-2015. La problemática a este respecto tiene dos frentes: no conocemos la manera de cómo influyen los elementos del clima en los cultivos y tampoco conocemos la metodología para determinar la fuerza de esta influencia. Dado que nuestro país tiene diversos microclimas, el disponer de una metodología de estudio sobre las relaciones del clima en la producción agrícola de una región podría replicarse en estudios similares para otras áreas geográficas diferentes a la Provincia de Ica. Esto facilitaría la gestión de los cultivos del operador agrícola; al mismo tiempo permitiría, a los planificadores de la Zonificación Económica y Ecológica, recomendar la gestión del territorio con criterios científicos y técnicos. Para ello se requiere una data estadística de largo plazo, de al menos diez a quince años, la misma que debe ser analizada para saber si cumple las condiciones de Serie Atmosférica y a partir de esta data averiguar cómo afecta el clima a la producción agrícola.

### **1.2.3. Problema general y problemas específicos.**

Por lo expuesto en el numeral anterior, seleccionando un período de tiempo razonable de quince años (2001-2015), se procedió a formular los problemas de investigación.

#### **Problema general.**

¿Cómo afectó el clima de la Provincia de Ica a la producción agrícola en el período 2001-2015?

#### **Problemas específicos.**

- ¿Cómo incidió la temperatura de la Provincia de Ica en la producción agrícola del período 2001-2015?

- ¿Cómo repercutió la humedad relativa del aire de la Provincia de Ica en la producción agrícola del período 2001-2015?
- ¿De qué manera influyeron las horas de sol de la Provincia de Ica en la producción agrícola del período 2001-2015?

### **1.3. Objetivos de la investigación.**

#### **Objetivo general.**

Determinar la afectación del clima de la Provincia de Ica sobre la producción agrícola en el período 2001-2015.

#### **Objetivos específicos.**

- Explorar la incidencia de la temperatura en la Provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015.
- Conocer la repercusión de la humedad relativa del aire en la Provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015.
- Estudiar la influencia de las horas de sol en la Provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015.

### **1.4. Limitantes de la investigación.**

#### **1.4.1. Limitaciones teóricas.**

La naturaleza del problema a investigar requiere el desarrollo de la teoría de la formación de los climas, la teoría de la producción agrícola y la teoría estadística.

Con respecto a la primera, en el presente estudio se tomó en cuenta fundamentalmente los consensos sobre la clasificación de los climas, los elementos del clima y los factores que inciden en el clima de cualquier región del planeta. No se trata del desarrollo de una teoría nueva, sino se recurre a las ideas preexistentes sobre el clima. Se realizó también el deslinde conceptual entre calentamiento global, cambio climático y clima; con la finalidad de limitar el concepto de clima y evitar las confusiones.

Con respecto a la teoría de la producción, se recogió la doctrina existente sobre la teoría de la producción agrícola; no se tomó en cuenta a la producción

agraria. La diferencia entre ambos conceptos está en que la producción agrícola está referida a la producción de la actividad de la Agricultura; mientras que la producción agraria incluye a la ganadería y la producción forestal. De este modo, la limitación teórica del presente trabajo de investigación es sólo a la producción agrícola.

La teoría estadística que se utilizó es la que los autores consideran pertinente a las variables expresadas en series de tiempo atmosféricas. Se tomó especial interés en la autocorrelación de las series. En el marco teórico se desarrolló el instrumental estadístico requerido bajo este concepto limitante.

#### **1.4.2. Limitación temporal.**

El estudio abarcó un período de 15 años comprendiendo los años 2001 al 2015. De este modo, las conclusiones obtenidas están limitadas a lo observado en este período temporal.

#### **1.4.3. Limitación espacial.**

La investigación se efectuó con datos que corresponden a la provincia de Ica. La limitación espacial se refiere al espacio geográfico de una de las provincias de la región Ica. Igualmente, las conclusiones obtenidas son válidas para esta zona geográfica del país. El Mapa 9 ilustra la ubicación geográfica de la provincia de Ica.

#### **1.4.4. Otras limitaciones.**

Existe limitación tecnológica en el uso de las técnicas estadísticas para el tratamiento de las series temporales atmosféricas. Hay ausencia de una metodología estandarizada para el trabajo estadístico que oriente cómo efectuar el análisis de consistencia y el análisis de validez de la data. Muchos investigadores que se han interesado por los efectos del cambio climático, otros por el calentamiento global y otros por el clima, han tomado a la variable temperatura como denominador común en los trabajos que han publicado; en los cuales, además de no realizar el deslinde conceptual de las categorías de los términos calentamiento global, cambio climático y clima, tiene la limitación del riesgo de imprecisión y falta de rigurosidad de los cálculos de estimación sin

previamente verificar la consistencia y validez de la data estadística. Esto está ocurriendo, no tanto porque el investigador no desee realizar tales análisis previos, sino porque no existe un procedimiento estandarizado para el tratamiento de la información estadística relacionada con las series temporales atmosféricas. Esta es actualmente una limitante tecnológica para la investigación ambiental.

Otra limitante para los estudios sobre el comportamiento de la atmósfera en nuestro país es el equipamiento insuficiente a las estaciones meteorológicas e hidrológicas. Esto hace que la producción de información ambiental no sea oportuna y sea incompleta. A esto se añade la insuficiente dotación de personal especializado a estas estaciones y la excesiva rotación del personal, por lo cual las informaciones publicadas no sean del todo óptimas y oportunas.

## **II. MARCO TEÓRICO**

El trabajo de investigación que han realizado los autores está referido a la probable influencia de los elementos del clima en la producción agrícola de la Provincia de Ica. El calentamiento global afecta a todo el planeta y este fenómeno tiene diversas causas y produce efectos; entre los efectos que genera, está su influencia en el clima, o precisamente, en los microclimas del planeta. No es posible afirmar que las intensidades de estos efectos sean iguales o similares en todas partes del mundo, por lo que se requiere un estudio por regiones. Delimitando conceptualmente este aspecto, se debe precisar que la investigación se ha enfocado a determinar la incidencia de los elementos del clima en la producción agrícola de la Provincia de Ica.

### **2.1. Antecedentes: Internacional y nacional.**

#### **2.1.1. Antecedentes en estudios internacionales.**

Esta sección contiene un resumen de las fuentes que fueron consultadas por el grupo investigador tanto por su vinculación con el tema tratado como por su utilidad para la elaboración de Marco Teórico (HERNÁNDEZ, FERNÁNDEZ, BAPTISTA, 2014).

En una publicación de CEPAL, Galindo, Luis Miguel y otros, plantean ocho tesis sobre el cambio climático (CC) y el Desarrollo Sostenible en América Latina (GALINDO et al, 2015). Estas son:

Tesis 1: El CC se expresa ya en transformaciones evidentes en el clima actual que se intensificarán en el futuro.

Tesis 2: CC, consecuencia de una externalidad negativa, es consustancial al actual estilo de desarrollo global.

Tesis 3: El CC contiene una paradoja temporal. Sus efectos serán más intensos en la segunda mitad del siglo XXI; pero, resolver el problema requiere actuar en lo inmediato.

Tesis 4: El CC es un fenómeno global; pero, doblemente asimétrico para América Latina. Esta contribuye sólo con el 9% de las emisiones globales; pero,

es particularmente vulnerable a los efectos climáticos, y su población pobre es la más vulnerable.

Tesis 5: La adaptación al CC, de lo inevitable a lo sostenible.

Tesis 6: El actual desarrollo de América Latina no representa un desarrollo sostenible como lo ejemplifican los patrones de consumo y tiene una incidencia directa en el CC.

Tesis 7: El CC requiere una apropiada administración de riesgos que sólo será posible en el contexto del desarrollo sostenible.

Tesis 8: El desafío del CC es el desafío del desarrollo sostenible.

Comentario: Esta es una buena síntesis sobre el cambio climático, sus características y sus consecuencias a nivel global. Queda como tarea de los investigadores el cómo lograr la adaptación, dentro de los ODS al CC, tanto a nivel regional como local.

Ramírez Poggi, Olga Elena, desarrolló el tema “Cumplimiento del protocolo de Kioto ante el cambio climático y calentamiento global para prevenir y minimizar desastres naturales en el Perú 2014-2016”. El informe se dio a conocer en año 2018 y hace la observación de que hasta 2018 poco se ha avanzado en el cumplimiento de los compromisos del Protocolo, tanto por los países grandemente productores de gases de efecto invernadero (EE. UU., Gran Bretaña, China, India, etc.), como por pequeños países como Perú donde apenas se han creado instituciones que implementen la misión. Los países en desarrollo, en contraste, tienen por el contrario la obligación de conducir a sus pueblos al crecimiento y para ello utilizan fuentes de energía, como el gas y el petróleo, por carecer de tecnología que utiliza energías alternativas y recursos económicos para implementarlas. Perú hasta 2018, no ha cumplido con los MDL (Mecanismos del Desarrollo Limpio). Refiriendo a los desastres naturales como consecuencias del cambio climático, Ramírez Poggi hace ver que Perú es uno de los países más vulnerables y no ha encontrado resultados positivos observando falta de interacción entre los ministerios para cumplir los objetivos planteados (RAMÍREZ, 2018).

Comentario: Este trabajo enfoca los aspectos de política sobre el cambio climático.

### **2.1.2. Antecedentes en estudios nacionales.**

Rivera Carpio, Esmélida Roxana, desarrolló el tema “Evaluación de la potencialidad turística del distrito de Chucuito-Puno”; basado en el Manual para la Formulación del Inventario de Recursos Turísticos de MINCETUR y llegó a la conclusión de que los recursos catalogados por ella deben ser puestos en valor y que de este modo se fortalecería el desarrollo diversificado y sostenible del turismo local (RIVERA, 2017).

Comentario: Este trabajo cataloga espacios geográficos de interés turístico y propone ponerlos en valor por cuenta de las autoridades pertinentes.

Prieto Medina, José Luis, desarrolló el tema “Análisis de las repercusiones del cambio climático en el ámbito gastronómico sobre la producción de uva en la región Ica y como responder ante estos cambios”; manifestando que los datos climáticos utilizados en su investigación provienen de proyecciones de estudios previos y obtiene dos conclusiones: Existe una influencia mínima o parcial sobre la gastronomía, y no existe una influencia crucial sobre la gastronomía de la uva y sus derivados. Asimismo, manifiesta que de las principales consecuencias del CC son las variaciones de temperatura las que afectan al ciclo fenológico de la vid (PRIETTO, 2016).

Comentario: Las conclusiones de este investigador hacen sospechar que los efectos del CC no tendrían igual significación para diferentes microclimas del Perú.

Gayoso Pérez Rocío del Milagro e Inga Galoc Gisela, desarrollaron el tema “Valoración económica de los agricultores por la implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en Lambayeque 2016”, donde estiman la disponibilidad a pagar DAP de los agricultores por estrategias de adaptación ante el impacto del cambio climático. Lo efectúan con el Método de Valoración Contingente. Encontraron que la DAP promedio por agricultor es de S/ 24.93 mensual por dos estrategias de adaptación: aprovechamiento de agua subterránea y crear infraestructura para el almacenamiento de agua. Esto,



debido al aumento de la temperatura y aparición de nuevas plagas (GAYOSO, 2017).

Comentario: Las autoras llegaron a conclusiones muy útiles; sin embargo, deben ser reforzados mediante estudios adicionales sobre el efecto del clima en la producción agrícola.

Acuña Azarte Delia, desarrolló el tema “Análisis multivariado para la generación de escenarios climáticos 2040-2050 en el Perú” y proyecta los posibles cambios en el comportamiento de la temperatura y precipitación en Perú utilizando la técnica análisis multivariado de Correlación Canónica y data local de 1971-2010 de 216 estaciones distribuidas en el Perú. Encontró que la temperatura máxima aumentaría en 0.15°C/década y la temperatura mínima en 0.22°C/década, principalmente en los Andes. La precipitación promedio aumentaría en 12% respecto al patrón actual (ACUÑA, 2015).

Comentario: Se observan dos conceptos relevantes. Por una parte, para la autora el clima se explica sólo por la temperatura y la precipitación (en los Andes), ignora otros componentes del clima que son la humedad relativa y las horas de sol; por otra parte, no menciona que haya efectuado el análisis de consistencia ó validación de la data de 216 estaciones del período 1971-2010, antes de analizar la Correlación Canónica.

Espinoza Pinedo Víctor Manuel, dio a conocer en el año 2010 su tesis de maestría ante la Universidad Nacional del Altiplano con el tema “Evaluación de elementos climáticos de la microcuenca Puno con fines de producción agrícola”, en el que el autor manifestaba que *“...las variables climáticas en estudio corresponden a 15 años de observación, a partir de 1994 hasta 2008, que son los siguientes: Precipitación mensual (mm), Temperatura media mensual (°C), Heliofanía mensual (horas de sol) y Humedad relativa mensual (%). El Objetivo General del trabajo fue conocer la variación de las variables independientes (precipitación, temperatura, humedad relativa y heliofonía) y su relación con la variable dependiente, producción agrícola en la microcuenca Puno...”* (ESPINOZA,2010).

Comentario: El autor utiliza información obtenida de la estación meteorológica de Puno y efectúa un análisis razonable de los elementos climáticos, llegando a establecer los meses de mayor incidencia significativa de los que llama variables climatológicas: precipitación, temperatura, horas de sol y humedad relativa.

Orcollo Llanque Jaime Bersabé, en una tesis de pregrado ante la Universidad Nacional del Altiplano desarrolló el tema “Microzonificación climática para el mejoramiento de la producción agrícola en la cuenca de Zapatilla del departamento de Puno” donde el autor establece como “... objetivos específicos: a) Identificar los microclimas según los elementos meteorológicos determinantes en la cuenca de Zapatilla del departamento de Puno, b) Realizar estudios sobre el relieve fisiográfico, pendientes y cobertura vegetal a través de imágenes satelitales, el uso de Arc Gis, c) Determinar los cultivos adaptables a los microclimas de la cuenca Zapatilla...” (ORCOLLO, 2017).

Comentario: Los datos corresponden a información obtenida en el Ministerio de Agricultura sobre la producción de cultivos de pan llevar, y llega a identificar tres tipos de microclimas: lluvioso frío, semi lluvioso frío y semi lluvioso frígido.

### **2.1.3. Antecedentes referidos a estudios sobre el clima de la provincia y la producción agrícola de Ica en el período 2001-2015.**

Las preocupaciones sobre el clima y el desarrollo de la producción agrícola en la provincia de Ica se inician desde los primeros años del siglo XXI, aunque las preocupaciones tradicionales desde la década los 60s del siglo XX, correspondieron a la disponibilidad hídrica de la provincia.

En el año 2001 Chavarri Velarde por cuenta de INRENA hizo un estudio tomando datos de las precipitaciones en base a la información de las estaciones Tambo y Santiago de Chocorvos en la parte alta, así como la de la estación Huamaní en la cabecera del valle y realizó el siguiente comentario sobre la climatología de la cuenca del río Ica: *“La temperatura media anual es 19.65°C, varía entre 15.52°C (julio) y 22.83°C (marzo). ... La humedad relativa promedio anual es de 70 % (zona poco húmeda), variando de 74% (junio-julio) y 66% en octubre”* (CHAVARRI, 2001).

El Mapa 1 presenta la imagen hidrológica de la cuenca del río Ica, donde se puede apreciar las zonas altas donde están las estaciones Tambo y Santiago de Chocorvos.

En el año 2004, MINCETUR puso en circulación un documento denominado “Plan estratégico regional exportador de Ica” con motivo de la realización de un Taller de Planeamiento Estratégico que tenía la finalidad de confluir esfuerzos del sector privado y las entidades públicas para incrementar las exportaciones. Entre los productos agroindustriales sugeridos se encuentran: “... *uvas frescas, alcachofa, páprika, cebolla, higos, mandarinas, paltas, tomates, aceitunas, pisco...*” (MINCETUR, 2004).

En Setiembre de 2009, el Gobierno Regional de Ica publicó el documento denominado Plan Anticrisis de la Región Ica, con el objeto de evidenciar las tareas pendientes en la Reconstrucción después del terremoto del 15 de Agosto de 2007; donde efectúa una articulación entre el Plan Anticrisis con el Plan de desarrollo Concertado 2007 – 2011, incidiendo en tres objetivos fundamentales: “- *Promover, capacitar e impulsar a la población para su participación en la gestión del desarrollo y el control social.*”- *Fomentar el desarrollo sostenible y la competitividad en base a las vocaciones y potencialidades productivas de la región, el adecuado ordenamiento territorial y una gestión pública eficiente y eficaz que haga uso de la modernización científico tecnológica.*”- *Promover el desarrollo humano y la mejora progresiva y sostenida de las condiciones de vida de la población para la superación de la pobreza.*” (GOREIca, 2009).

En abril de 2010, el Banco Central de Reserva del Perú hizo público un documento bajo el título de “Informe Económico y Social Región Ica”, siendo un enfoque regional de aspectos sociales de la población y las potencialidades productivas, con escasa información a nivel de provincias. (BCRP, 2010).

El Mapa 2 grafica el potencial agroindustrial de la cuenca del río Ica.

En marzo de 2012, el Centro Nacional de Planeamiento Estrategico hizo de conocimiento público el documento titulado Región Ica, Perspectivas para el Desarrollo Nacional al 2021; donde menciona que: “... *La vocación natural de la Región Ica está orientada predominantemente a las actividades agropecuaria,*

*extractivas y de servicios...La vocación potencial de Ica es, constituirse en un gran Centro Manufacturero, Comercial y de Servicios, articulador e integrador del desarrollo endógeno regional con economías extra regionales (CEPLAN, 2012).*

El Mapa 3 muestra la precipitación en la cuenca del río Ica, mostrando el área cuando las lluvias ocurren en la época de verano.

En abril de 2017, el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI, publicó el documento denominado “Perú: Línea de Base de los principales indicadores disponibles de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2016” elaborado por Gutiérrez Espino, Cirila y otros en el cual desarrollando el objetivo ODS N.º 13 sobre medidas urgentes para mitigar los efectos el cambio climático, dice: “... se requiere reducir de manera drástica las emisiones para mantener, en el largo plazo, el incremento de la temperatura promedio por debajo de 1.5°C o sin exceder, en todo caso, los 2°C... Perú... se ha propuesto una reducción del 30% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero, proyectada para el año 2030 en un escenario Business as Usual que considera las tendencias actuales de desarrollo nacional y que será implementada a través de recursos públicos(20.0 %) y privados (10.0 %). A nivel sectorial se estima que el 67.0 % de las reducciones de emisiones propuestas, provendrán del sector de Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura, (GUTIÉRREZ, 2017).

## **2.2. Bases teóricas:**

En esta sección se desarrolla la teoría pertinente a las variables que involucra el trabajo investigación. La primera parte contiene la teoría económica que corresponde a la producción agrícola y la segunda parte lo concerniente al clima. Adicionalmente, las partes de la teoría Estadística que se requieren como instrumentos de trabajo en la sección metodológica.

### 2.2.1 Teoría de la producción agrícola.

La Producción es una actividad humana en la cual se utiliza un conjunto de bienes y servicios, denominados factores de la producción, para obtener otros bienes tangibles (productos) o intangibles (servicios).

En el caso de la Agricultura los factores de la producción son la Naturaleza, el trabajo y el capital. Desde los inicios de la teoría de la producción agraria, se considera como Naturaleza a la tierra y el agua de regadío. El factor Trabajo consiste en la mano de obra directa e indirecta, los servicios profesionales y gerenciales. Como Capital se han considerado las inversiones en maquinaria agrícola, insumos (semillas, abonos, etc.) y la tecnología (Know How).

Por tecnología se entiende la forma cómo se combinan los factores productivos para generar procesos físicos, químicos y biológicos a fin de obtener productos en cantidad y calidad que satisfagan las necesidades de consumidores y usuarios.

La actividad gerencial consiste en la organización administrativa y técnica para llevar a cabo las labores culturales y de ventas que maximicen los beneficios.

**La función de producción.** Es una relación cuantitativa entre el producto obtenido y el factor o los factores empleados. En la función de producción se precisan las cantidades del factor utilizado y las cantidades del producto obtenido. Por ejemplo: las cantidades de semilla de trigo utilizadas por Há y las cantidades obtenidas del producto por Há. Se considera que los demás factores de la producción permanecen constantes (*ceteris paribus*). La expresión simbólica de la función de producción, en este caso, es:

$$P = f(X)$$

donde P es la cantidad de producto obtenido y X es la cantidad de semilla utilizada. Pero si, además se considera que el producto obtenido depende del tipo de suelo (S), y las variedades de fertilizante (F), la nueva expresión de la función de producción sería:

$$P = f(X, S, F)$$

Para efectuar el estudio se requeriría un diseño experimental en bloques aleatorizados (S, F) y al menos dos matrices de información: una por la siembra y otra por las cosechas, en caso el experimento se efectúe sin replicación.

En resumen, lo que se destaca es que la Función de producción es una relación técnica, cuantitativa. La importancia del análisis de la Función de producción es que da origen a nuevos conceptos tales como la Ley de los Rendimientos decrecientes, la Ley del mínimo insumo limitante y la determinación del óptimo técnico de utilización del insumo que maximiza la función de producción.

Un trabajo interesante es el desarrollado por Galarza y Díaz en el que proponen una estimación de la productividad agrícola en Perú y encuentran que la productividad está positivamente correlacionada con la edad, el sexo y la educación y negativamente relacionada con el tamaño de la unidad agropecuaria y el poder de mercado (GALARZA, 2015a).

Diego Tobar en un artículo publicado en Blog enfoca la Producción agraria como un sistema de Entradas, Salidas y la intermediación de un Proceso. En las Entradas, considera la disponibilidad agrícola (terrenos, semillas, agua, maquinaria, abonos, animales productivos, personas, etc.); en las Salidas menciona los productos obtenidos (frutas, hortalizas, leche, carnes, etc.). En los Procesos, ubica la preparación de terrenos para cultivar, preparación de semillas, etc. Adicionalmente, menciona una Retroalimentación que consiste en que de los productos recogidos se puede realizar una selección de semilleros de plantas como de animales y volverlos a procesar. Considera la producción agraria como un sistema que cambia, maneja y administra el hombre con el fin de producir bienes que le son útiles (TOBAR, 2009).

El enfoque de la teoría en este nivel está orientado a dar soluciones de combinaciones de factores que sean tecnológicamente viables y económicamente rentables. Para ello, la teoría desarrolla conceptos como la productividad, economía de escala, elasticidades de la producción respecto a los

factores, la tasa marginal de sustitución técnica, la elasticidad de sustitución y criterios de optimización de beneficios.

Malassis, Louis en un informe a la UNESCO manifestaba en 1973 que la Agricultura es una actividad que forma parte del desarrollo integrado de la economía de un país y *“no existe una explicación agrícola de la agricultura”* (MALASSIS, 1973).

Bringas Gutiérrez, Miguel Angel en su tesis doctoral afirmaba en 1998 que el aporte de la agricultura en el tránsito de las economías desarrolladas a las llamadas hoy potencias industriales, fue fundamental (BRINGAS, 2000).

### **2.2.2. El clima.**

Esta segunda parte de las Bases teóricas hace un resumen de la teoría existente sobre el clima con énfasis en la definición y clasificaciones del clima. No trata de la teoría meteorológica del clima, sino de la teoría utilizable a los propósitos del trabajo de investigación propuesto, con la intención de realizar un deslinde conceptual entre clima, calentamiento global y cambio climático. No está demás reiterar que el estudio realizado por los autores se refiere a la relación entre el clima y la producción agrícola, no es con el cambio climático ni el calentamiento global. Esta precisión es importante, debido a la confusión que existe en los medios académicos sobre estos términos, sus dimensiones y sus indicadores.

#### **i. Definición de clima.**

Se registra a continuación algunas definiciones de clima (GALLEGO, 2019):

*“El clima terrestre es producto de la interacción entre la atmósfera, los océanos, las capas de hielo y nieve, los continentes y la vida en el planeta”*

*“El clima es el conjunto de los valores promedio de las condiciones atmosféricas que caracterizan una región. Estos valores promedio se obtienen con la recopilación de la información meteorológica tomada durante una secuencia de tiempo suficientemente larga. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal,*

*regional, clima local o microclima respectivamente. El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es muy difícil de predecir.”*

*“El CLIMA es el TIEMPO PROMEDIO para un determinado lugar. Se define por lo general para un mes o una estación del año, y considera el promedio de los datos del tiempo de 30 años (en algunas circunstancias el plazo puede ser de 10 años) El pronóstico del tiempo indica los cambios en tiempo, no cambios del clima. Por eso es pronóstico del tiempo. Definimos tiempo atmosférico como las condiciones meteorológicas que definen el estado de la atmósfera en un momento dado para un determinado lugar. Indicamos temperatura, humedad, viento, nubosidad, fenómenos meteorológicos, entre otros.”*

En términos generales se entiende por clima, la confluencia de elementos como la temperatura del aire, la presencia/ausencia de vientos, la humedad del aire, las precipitaciones y la presión atmosférica en un determinado lugar.

No tienen el mismo significado el clima con el tiempo meteorológico. El tiempo es el estado de la atmósfera en un lugar cualquiera y en determinada hora del día. El tiempo puede variar constantemente a medida que avanza el día. El clima es un resultado de sucesivas observaciones del tiempo y es algo permanente y característico.

## **ii. Clasificaciones del clima.**

El clima varía durante las estaciones del año y es diverso en regiones geográficas distintas. La clasificación más simple del clima es aquella que agrupa en climas cálidos, templados y polares. Al primer grupo pertenecen las regiones del planeta ubicadas cerca o alrededor de la línea ecuatorial, que reciben la radiación solar con mayor fuerza por lo que las temperaturas son más altas. Al segundo grupo pertenecen las regiones ubicadas en latitudes medias, que reciben la radiación solar inclinada por lo que las temperaturas son suaves y moderadas. Los climas polares corresponden regiones cercanas a los círculos polares, donde las temperaturas son frías y muy frías.

Existen varias clasificaciones de clima; una de las conocidas es la realizada por Vladimir Köppen, climatólogo alemán de origen ruso, quien



menciona cinco grupos: Grupo A, Tropical (húmedo y húmedo-seco); Grupo B, Seco (árido, semi árido); Grupo C, Moderado (mediterráneo, subtropical húmedo y marino de la costa oeste); Grupo D, Continental (húmedo, subártico); Grupo E, Polar (tundra, tierras altas y capa de hielo) (INZULZA, 2005).

**Tabla 3**

*Clasificación Climática de KOPPEN*

CLASIFICACIÓN TIPO	NOMBRE.	CARACTERÍSTICAS GENERALES	SUBCLASIFICACIÓN
A	Clima tropical húmedo	Temperatura media mensual del mes más frío mayor a 18° C.	minúsculas: f, w, m.
B	Clima seco	Toma en consideración la Temperatura media anual y Acumulado medio anual de RR.	mayúsculas: S, W; minúsculas: h, k.
C	Clima templado	Temperatura media del mes más frío esta entre -3°C y 18°C.	minúsculas: f, w, s, a, b, c, d.
D	Clima sub ártico	Temperatura media del mes más frío menor a -3°C y Temperatura media del mes más cálido mayor a 10°C.	minúsculas: w, f, s, a, b, c, d.
E	Clima de nieve o polar	La temperatura media del mes más cálido es menor a 10°C.	mayúsculas: T y F.

Fuente: METEO FÍSICA, 2012

Sin desmerecer esta realidad, podemos mencionar otras clasificaciones. Una de las clasificaciones bastante completas es aquella que utilizan los organismos colombianos. Para ello, una publicación del gobierno colombiano señala lo siguiente (ATLAS IDEAM, 2015):

Clasificación climática de Thornthwaite. Se basa en el estado de humedad del suelo, para ello utiliza cuatro variables: el índice de humedad, la variación estacional, la eficacia térmica y la concentración estival. El mapa 6 es un Mapa climático de la Provincia de Ica del período 2001-2015, bajo el criterio de Thornthwaite.

Clasificación por regímenes pluviométricos. Tiene dos tipos: monomodal, donde se registran una temporada seca y otra lluviosa en el año, y bimodal, donde hay dos temporadas secas que alternan con dos temporadas lluviosas.

Clasificación de Caldas (Francisco José de Caldas, 1802). Considera únicamente el factor de temperaturas, asociado a las altitudes respecto al nivel mar, denominándolos pisos térmicos.

Clasificación climática de Lang. Determina un cociente entre la precipitación en mm y la temperatura media anual en °C, obteniendo seis categorías de clima.

Resumiendo, podemos afirmar que el clima es la confluencia de elementos meteorológicos de la atmósfera y la presión atmosférica en un determinado lugar.

En el Perú, los climas son resultado de la topografía de la cordillera de los andes y factores meteorológicos como las precipitaciones, la nubosidad, la radiación solar, los vientos, la proximidad al mar, etc.

### **iii. Tipos de climas en el Perú.**

El Ministerio de Agricultura, citando al INEI, señala los tipos climáticos de nuestro país como: Clima Semi-Cálido Muy Seco (Desértico-Arido-Sub Tropical); Clima Cálido Muy Seco (Desértico o Arido Tropical); Clima templado Subhúmedo; Clima frío o Boreal; Clima frígido o de Puna; Clima de nieve o gélido; Clima semiárido muy húmedo y Clima cálido húmedo o tropical húmedo, lo que se muestra en la Tabla 4.

El Mapa 5 ilustra la ubicación geográfica de los climas del Perú.

Según la clasificación establecida en esta tabla, el clima de la Provincia de Ica es Semi cálido Muy Seco o Desértico.

Moreno Navarrete Polivio, de la Universidad de Cotopaxi, Ecuador, diferencia los elementos climáticos de los factores climáticos (MORENO, 2009).

Coincidiendo con Moreno, Fausto Contreras Gómez también menciona elementos y factores del clima (CONTRERAS, 2019).

García Villanueva, Jerónimo, de la Universidad Agraria - La Molina, desarrolla el concepto de clima en función de lo que él también denomina elementos y factores, por lo que se reproduce a continuación (GARCÍA, 1994).

Este enfoque se ha utilizado en el presente trabajo de investigación para caracterizar la variable clima y facilitar su operacionalización.

**Tabla 4**

*Tipos Climáticos en PERÚ*

TIPOS	ZONAS	TEMPERATURAS	PRECIPITACION	CARACTERÍSTICAS
<b>1. Clima Semicálido Muy Seco o Desértico</b>	desde la Costa hasta los 2 000 m.s.n.m.	Media anual 18°C a 19°C.	muy pocas precipitaciones: 150 mm/año.	árido.
<b>2. Clima Cálido muy Seco</b>	Costa Norte (Piura y Tumbes) hasta 1 000 m.s.n.m.	promedio de 24° centígrados.	bajas precipitaciones: 200 mm/año.	Seco.
<b>3. Clima Templado Sub-Húmedo</b>	andina, entre 1 000 a 3 000 m.s.n.m.	alrededor de los 20° centígrados.	entre los 500 y 1 200 mm/año.	
<b>4. Clima Frío o Boreal</b>	valles interandinos, entre 3 000 y 4 000 m.s.n.m.	promedio alrededor de los 12° centígrados.	promedio de 700 mm/año.	heladas durante el invierno.
<b>5. Clima Frígido o de Puna</b>	entre 4 000 y los 5 000 m.s.n.m. Mesetas o altiplanicies	promedio de 6° centígrados.	promedio de 700 mm/año.	veranos son lluviosos y los inviernos secos.
<b>6. Clima de Nieve o Gélido</b>	encima de los 5 000 m.s.n.m.	debajo de los 0° centígrados.		altas cumbres con nieves perpetuas.
<b>7. Clima Semicálido muy Húmedo</b>	vertientes orientales andinas y selva alta.	debajo de los 22° centígrados.	sobre los 2 000 mm/año	Muy húmedo.
<b>8. Clima Cálido Húmedo o Tropical Húmedo</b>	Selva Baja.	promedio de 25° centígrados, valores extremos por encima de los 30° centígrados.	alrededor de los 2 000 mm/año.	Temperaturas con valores extremos. Sin cambio térmico invernal bien definido.

Fuente: MINAGRE/ INEI.

**iv. Elementos del clima.**

Son aquellas variables originadas por los procesos de intercambio energético entre la Tierra y su Atmósfera, en un período apreciable de tiempo. Estos elementos son: Temperatura, Humedad, Viento, Nubosidad, Precipitación, Horas de sol. También son elementos del clima la radiación solar y la presión

atmosférica, pero estos no son consecuencia de procesos de intercambio de energía entre la Tierra y su atmósfera.

#### **v. Factores del clima.**

Son todos aquellos que modifican o controlan las magnitudes o intensidades de los elementos climáticos, determinando o modificando los diferentes tipos de clima. Son dos:

**a) Factores fijos o permanentes:** Latitud, Altitud, Distribución de océanos y continentes, Barreras de montañas, Relieve topográfico local, Movimientos de la Tierra

**b) Factores variables (sujetos a cambios de diferentes intensidades):** Corrientes oceánicas, Centros de altas presiones cuasi permanentes, Masas de aire, Contaminantes atmosféricos y otros factores desconocidos

#### **vi. Calentamiento global y cambio climático.**

El presente trabajo de investigación se refiere a la producción agrícola de la provincia de Ica y el clima. Conviene precisar las bases teóricas que son pertinentes al desarrollo de la investigación y evitar confusiones con trabajos similares que se refieren a la producción agrícola con el cambio climático, el calentamiento global y el clima.

##### **a. Calentamiento global.**

- Es el fenómeno ocasionado por los cambios promedio del aumento en la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas. (GONZÁLEZ, 2007)
- La explicación más simple del calentamiento es que cada año la temperatura sube un poco. En un año no puede afectar la Tierra en una manera drástica, pero al cabo de muchos años, se ha visto que los glaciares se derriten, algunos animales se están muriendo y los bosques se están quemando...” (WORDPRESS, sf).

- El calentamiento global es producido debido a la actividad humana, principalmente por las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), la deforestación y el uso de combustibles fósiles (petróleo, gasolina, carbón) (SANTIAGO, 2019).

#### **b. Cambio climático.**

- El cambio climático es un fenómeno causado por el calentamiento global que a su vez es provocado por el exceso de gases de efecto invernadero (dióxido de carbono, metano, clorofluorocarbono) (MINAM, 2019).
- Es la alteración del intercambio de materia y energía entre los cinco compartimentos que definen el clima terrestre: atmósfera, hidrósfera, litósfera, criósfera y biósfera. Es el equilibrio entre estos cinco compartimentos lo que regula tanto el clima atmosférico (temperatura, precipitación, régimen de vientos, etc.) como el clima marítimo (temperatura, salinidad, nivel del mar, oleaje, corrientes, etc.) (SALGADO, 2019).
- Es la variación del estado del clima identificable (por ejemplo, mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos períodos de tiempo, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede deberse a procesos internos naturales o a forzamientos externos tales como modulaciones de los ciclos solares, erupciones volcánicas o cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso del suelo. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), en su artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”. La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales (IPCC, 2013).

### **2.2.3. Teoría estadística aplicable.**

#### **i. Estadística de las series de tiempo atmosféricas.**

En una data de series temporales atmosféricas no podemos esperar que la información obtenida hoy deba tener las mismas propiedades estables que la obtenida en el pasado, ni que la información futura sea similar a la actual. Al mencionar propiedades, nos referimos a que la media, las varianzas y las covarianzas no tiene por qué ser las mismas a través del tiempo.

El análisis de la data de serie temporal debe tomar en cuenta, el orden (en el tiempo) en que la información es recolectada. En la Estadística paramétrica, no se toma en cuenta el orden, la información forma un solo conjunto al cual se le observan sus parámetros principales, por ejemplo, las medias, varianzas, correlaciones, etc. En este sentido, en el presente trabajo de investigación se ha preferido el enfoque tiempo–dominante en vez del enfoque estacionariedad-dominante.

En el análisis de series de tiempo relativas a la atmósfera sí podemos suponer que los factores que influyeron en el pasado, continúan haciéndolo hoy y es de esperar que permanezcan en el futuro, dando así origen a las tendencias, la asimilación de las estaciones o ciclos y patrones de comportamiento. Esta característica se denomina no estacionariedad de la serie temporal; esto hace que la primera discusión del caso sea la verificación de la no estacionariedad de la data antes de efectuar los análisis y construir conclusiones a partir de la data.

Otra característica importante de las series de tiempo atmosféricas es que no cumplen la hipótesis de independencia que exige la estadística paramétrica; es decir, en ésta última se requiere que los datos sean observaciones independientes. En las series de tiempo atmosféricas, ocurre la autocorrelación entre las observaciones; tal es así que la temperatura de hoy depende mucho del nivel de temperatura del día anterior e influye en la del día siguiente.

#### **ii. Propiedades de las series de tiempo atmosféricas.**

Las series de tiempo tienen un conjunto de propiedades que las diferencian de otras variables estadísticas.

Tomando como referencia el texto del profesor Carlos Hurtado, de la Universidad de Chile, sobre las Series de Tiempo, seleccionamos las siguientes propiedades para las series de tiempo atmosféricas (HURTADO, 2008):

**a) No estacionariedad.**

Para precisar esta propiedad, acudimos a la literatura clásica, definiendo qué es la estacionariedad.

Una serie de tiempo es estacionaria cuando es estable a lo largo del tiempo, es decir, cuando la media, la varianza y la autocovarianza son constantes en el tiempo. Es decir:

$$E[X_t] = E[X_{t+k}] = \mu$$

$$V[X_t] = V[X_{t+k}] = \delta^2$$

$$C[X_t; X_{t+k}] = E[X_t - \mu] [X_{t+k} - \mu] = \delta_{t, t+k}$$

Donde los valores  $X_t$  y  $X_{t+k}$  están separados  $k$  períodos (VILLAVICENCIO, 2012).

**b. Estacionalidad.**

Las series de tiempo atmosféricas presentan cierta periodicidad, debido al movimiento de traslación de la Tierra.

**c. No normalidad.**

Las series de tiempo atmosféricas son variables aleatorias que no siguen necesariamente una distribución de probabilidad normal.

**d. Autocorrelación.**

En una serie de tiempo atmosférica los valores que toma una variable dependen del valor anterior o de valores anteriores. La autocorrelación mide la correlación entre dos series de valores separadas  $k$  periodos. La fórmula de definición de la Autocorrelación es la siguiente:

$$\rho_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k} [(X_i - \bar{X}_-) (X_{i+k} - \bar{X}_+)]}{\sqrt{\left[ \sum_{i=1}^{n-k} (X_i - \bar{X}_-)^2 \sum_{i=k+1}^n (X_i - \bar{X}_+)^2 \right]}}$$

los subíndices (i, i+k) indican la separación de k-períodos para cada i-ésimo que ingresa a la sumatoria.

Nótese que hay dos medias aritméticas; la que lleva el subíndice (-) está calculada para los primeros (n-k) términos, iniciando con el primero (i=1). La media aritmética que lleva el subíndice (+) se calcula con los últimos términos, a partir del (k+1)-ésimo. De este modo, el numerador es la covarianza entre los dos tramos de la serie y el denominador es el producto de las desviaciones estándar de dichos tramos, lo cual satisface la definición de coeficiente de correlación de Pearson.

El correlograma, es la representación gráfica de  $\rho_k$ .

La mayoría de las series de tiempo atmosféricas son NO ESTACIONARIAS y presentan tendencia, varianza no constante y variaciones estacionales.

Se sabe que hay VARIACIONES ESTACIONALES, cuando los datos presentan variabilidad en la media del proceso; esto es a su vez indicación de NO ESTACIONARIEDAD.

#### **e. Autocorrelación parcial ACFP.**

Para definir el concepto, vamos a designar por  $\beta_{11}$  al coeficiente de autocorrelación parcial de primer orden (de retardo = 1) de la función ACFP.

Se define la nueva variable  $Y_t$  como las desviaciones de la variable original  $X_t$  respecto a la media:

$$Y_t = X_t - \bar{X}$$

Luego, se estima la regresión de  $Y_t$  sobre  $Y_{t-1}$  del modo siguiente:

$$Y_t = \beta_{11} Y_{t-1} + \varepsilon_t \text{ en este caso } \beta_{11} \text{ es el primer valor de la función de ACFP.}$$

Para el segundo valor de la función de autocorrelación parcial, tendremos:

$$Y_t = \beta_{21} Y_{t-1} + \beta_{22} Y_{t-2} + \varepsilon_t, \text{ donde } \beta_{22} \text{ es el segundo valor de la función ACFP.}$$

$$Y_t = \beta_{31} Y_{t-1} + \beta_{32} Y_{t-2} + \beta_{33} Y_{t-3} + \varepsilon_t \text{ donde } \beta_{33} \text{ es el tercer valor; etc.; } \varepsilon_t \text{ es el error aleatorio del modelo.}$$



De este modo, los estimadores de los valores de la función de autocorrelación parcial son los coeficientes de los términos de las regresiones con los retardos más altos.

Para determinar la estacionalidad y la estacionariedad bastará hallar las funciones de Autocorrelación ACF y de Autocorrelación parcial ACFP.

### iii. Números índices.

Los Números índices son una medida estadística que permite comparar una magnitud en dos situaciones distintas sea en el tiempo o en el espacio (DE LA FUENTE, 2013). Un ejemplo de ellos son los índices de Costo de Vida mensuales que calcula el Instituto Nacional de Estadística INEI para Lima Metropolitana y a Nivel nacional.

Los índices de precios ponderados conocidos son los de Laspeyres, Paasche, Edgeworth y Fisher. Siendo los dos primeros los más usados. Estos índices permiten analizar la evolución de los valores de una variable a lo largo del tiempo; para lo cual se debe elegir un período base y los demás períodos son calculados a fin de efectuar las comparaciones y obtener inferencia de su evolución.

Los números índices de producción que se usan reciben en nombre de índices cuánticos o de cantidad. Sirven para analizar la evolución de la producción física a lo largo del tiempo.

El índice cuántico de Laspeyres tiene la siguiente expresión:

$$L(q) = \frac{\sum_{i=1}^n q(it) * p(io)}{\sum_{i=1}^{i=n} q(io) * p(io)}$$

Mientras que el índice cuántico de Paasche es como sigue:

$$P(q) = \frac{\sum_{i=1}^n q(it) * p(it)}{\sum_{i=1}^{i=n} q(io) * p(it)}$$

En ambas expresiones el subíndice “i” se refiere a n-productos que se utilizan para el cálculo del índice, es decir, refiere a una canasta de productos cuyos precios son (p, q); el subíndice “t” refiere a períodos de tiempo equiespaciados, generalmente meses o años, siendo t=0 el precio o la cantidad del período base.

#### **iv. Regresión lineal.**

Una manera de examinar si dos variables están asociadas o no es trazando el diagrama de dispersión. Si además se desea saber si la asociación o relación es fuerte o débil la Estadística nos proporciona los medios para determinarla mediante una ecuación estadística de la forma:  $Y = f(x)$

Esta relación funcional señala, que los valores de la variable X anteceden o explican los valores que obtiene Y. Puede interpretarse que la variable X condicionan a los valores de Y, en tal caso, se afirma que Y depende de X; es decir, que hay relación de dependencia. Según el marco teórico que sustenta a las características o propiedades de las variables X, Y, el investigador puede realizar inferencias respecto a la relación entre estas variables. En el caso más sencillo, se habla de una simple asociación o vinculación; y en los casos más evidentes, de una relación de dependencia.

La regresión es lineal, si la forma algebraica de explicitar la vinculación entre X e Y es una ecuación de primer grado; en otro caso, será una regresión no lineal.

Este concepto estadístico se ha utilizado, juntamente con los conceptos de la teoría de la Función de producción expuesta en la página 42 (supra) y siguientes. En este caso, “Y” será considerada como la función de producción y “X” como un vector de variables relacionadas con la producción.

#### **Modelo lineal generalizado.**

La Producción se puede expresar como una función de una matriz de factores o insumos X asociados a un vector de productos obtenidos Y en la forma siguiente:

$$Y = f(x)$$

Donde  $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_n)$  es el vector de productos agrícolas obtenidos;

$X = (X_{11}, X_{12}, \dots, X_{1p}; X_{21}, X_{22}, \dots, X_{2p}; \dots; X_{n1}, X_{n2}, \dots, X_{np})$  es la matriz de insumos (servicios y otros productos) que resume los p-insumos para los n-productos (GUTIERREZ, 2013)

El clima, explicitado a través de sus indicadores (temperatura, humedad relativa y horas de sol) es considerado en el presente estudio como insumo o factor de la producción.

La variable explicada Y es la producción, utilizando un modelo lineal generalizado podemos expresar así:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots$$

Donde las  $X_i$ , serán los indicadores del clima.

### **2.3. Marco Conceptual.**

En esta sección los investigadores han expuesto los enfoques conceptuales extraídos de las Bases teóricas a fin de estructurar los procedimientos metodológicos para la solución de la problemática y cumplir los objetivos. Contiene los conceptos que han servido de base para la elaboración de las hipótesis, la definición y operacionalización de las variables. Se inicia con la precisión de la teoría de producción aplicable a la provincia de Ica y continúa con la identificación de los indicadores del clima de la provincia de Ica.

#### **2.3.1. Producción agrícola de la provincia de Ica.**

##### **i. Conceptos tradicionales.**

En términos generales, Producción, es un proceso en el cual determinados bienes (insumos, recursos, factores) se transforman en otros bienes (productos) o servicios. El objetivo principal de la teoría y práctica sobre la producción agrícola es mostrar cómo se utilizan y cómo deben utilizarse los recursos que se requieren para la obtención de productos agrícolas, con un criterio de sostenibilidad económica y ambiental, tomando en cuenta las relaciones con la economía global de mercado, los conflictos entre los sectores,

urbano, minero y rural y los costos de las actividades agrícolas buscando la rentabilidad y sobrevivencia del sector (CALDENTEY, 2017).

## **ii Lo que omite la teoría tradicional de la Economía agrícola.**

Lo que olvida la teoría tradicional de la Economía agrícola es que la Agricultura depende de manera muy directa de las condiciones climatológicas que influyen fuertemente la viabilidad y el desarrollo de los productos agrícolas, así como de las condiciones edáficas (suelo).

Conocer los efectos de los elementos del clima puede permitir al operador agrícola no aceptar pasivamente las inclemencias del tiempo, sino, considerarlo como un factor natural de producción, aprovechar sus condiciones favorables y evitar las consecuencias de las condiciones adversas.

El binomio suelo-atmósfera es el hábitat de los organismos vivos animales y plantas de la superficie del planeta, al que solamente cabría agregar el recurso hídrico, aunque esto último podemos considerarlo como un producto del comportamiento meteorológico de la atmósfera.

## **iii. Cobertura vegetal de la cuenca del río Ica.**

Consecuente con la precipitación, la cobertura vegetal se inicia en la provincia de Castrovirreyna que pertenece a Huancavelica, como puede apreciarse en el Mapa 4.

El Mapa 4 muestra que la provincia de Ica, a pesar de estar rodeada con desierto, es un valle con apreciable cobertura vegetal en gran parte de su extensión geográfica. Esto se debe a la calidad del suelo y la reposición anual del agua subterránea por las precipitaciones en los meses de verano y el auxilio que presta la presa de Choclococha en los meses de sequía. Como se puede apreciar, la parte baja del valle es la que retiene mayor humedad en el suelo y presenta la mayor cobertura vegetal.

## **iv. Principales productos de la provincia de Ica.**

Según el Gobierno Regional de Ica, los principales productos agrícolas de la Región Ica son: el algodón, la alcachofa, la cebolla, el espárrago, el mango, los cítricos, la páprika, la palta, los dátiles, las pecanas y la vid.

El Mapa 6 muestra los principales productos que la región Ica ofrece al mundo. Para el tema de esta tesis, el espacio geográfico elegido es la Provincia de Ica que tiene como productos agrícolas emblemáticos el algodón, la alcachofa, la cebolla, los cítricos, los dátiles, el espárrago, el mango, el pallar, la palta, la pprica, etc. para los cuales en el Anexo 5 se procede a describir las características particulares que entrañan su atractivo y las condiciones de clima que requieren su producción.

### **2.3.2. El clima de la provincia de Ica.**

Según la clasificación expuesta en la Tabla 4, el clima de la Provincia de Ica es Semi cldido Muy Seco o Desértico. El Mapa 6 muestra la clasificación de los climas de la provincia bajo el concepto de Werren Thornthwaite. Estos criterios cualitativos no se consideraron, de conformidad con lo expuesto. Siguiendo a García Villanueva, son los elementos del clima los conceptos que sirven para caracterizar el clima. Estos son: la Temperatura, la Humedad relativa, los Vientos, la Nubosidad, la Precipitación y las Horas de sol.

Para el caso de la provincia de Ica, se toma como descriptores de la variable clima de la provincia de Ica a la Temperatura, la Humedad Relativa del Aire y las Horas de Sol. La información disponible, según registros del SENAMHI, comprende la Temperatura, la Humedad relativa y las Horas de Sol, proveniente de sus estaciones meteorológicas.

### **2.4. Definición de términos básicos.**

En esta sección se presenta un listado de los términos funcionales a la investigación del problema, a fin de clarificar los conceptos que involucran los términos que en el texto se han dado con significados en forma implícita. Algunos casos se dan con la correspondiente definición, y en otros casos, la explicación conceptual es de acuerdo con el contexto.

#### **ANDERSON-DARLING (prueba de):**

Se aplica a cualquier distribución, no sólo la normal. El estadístico se construye en base a diferencias de datos ordenados de menor a mayor y sobre

el logaritmo de los valores de probabilidades acumuladas de la distribución teórica los datos observados. Sirve para determinar si los datos cumplen una supuesta normalidad para la prueba “t”.

**AKAIKE (criterio de):**

Valor alternativo al criterio con R cuadrado para juzgar la bondad de ajuste de un modelo de regresión múltiple. Considera el logaritmo de la función de verosimilitud (si las perturbaciones tienen distribución normal) y el número de regresores. El valor Akaike no tiene límite; en cambio R cuadrado tiene límite 1.

**Altitud:**

Es la distancia vertical que existe entre un punto de la tierra y el nivel del mar.

**Anova:**

Es una tabla que resume la información para realizar el contraste o test mediante el cociente de varianzas o cuadrados medios de desviaciones.

**Asimetría:**

Es la falta de simetría en la distribución de masas de probabilidad o de frecuencias, respecto a la media de la distribución.

**Autocorrelación:**

Es la existencia de correlación de una data en serie consigo misma. Se cuantifica usando uno, dos, ..., retardos.

**Contaminantes atmosféricos:**

Son agentes químicos y biológicos que permanecen en la atmósfera. Por su origen pueden ser naturales o antropogénicos.

**Continentes:**

Un continente es cada una de las grandes extensiones en que se divide la superficie terrestre, separadas entre sí por los océanos.

**Correlacional:**

Un estudio correlacional determina si dos variables están vinculadas o no. Esto significa analizar si un aumento o disminución en una variable coincide con un aumento o disminución en la otra variable.

**Corrientes oceánicas:**

Llamadas también corrientes marinas, son movimientos de masas de agua marina en un sentido determinado, producido por factores diversos, como la acción del viento, de las mareas y de las diferencias de densidad (temperatura, salinidad, etc.) de 2 masas de agua.

**Curtosis:**

Es un índice de apuntamiento o concentración de los datos respecto a la media de la distribución.

**Descriptivo:**

Tipo de investigación que describe de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés.

**Desviación estándar:**

Es la raíz cuadrada de la varianza. Se interpreta como una medida de dispersión promedio de todos los datos respecto a la media del conjunto.

**Diseño de investigación:**

Es una planificación compendiada de lo que se debe hacer para lograr los objetivos del estudio.

**DURBIN WATSON (criterio de):**

El criterio Durbin-Watson permite detectar si existe o no autocorrelación en los residuos de primer orden de modelos de regresión MCO. La  $H_0$  es “no existe autocorrelación”.

**Error estándar de estimación:**

Es una medida de bondad de ajuste de un modelo de regresión estadística. Indica en porcentaje el grado en que los puntos de la línea de regresión difieren de los valores reales.

**Estadística paramétrica:**

Conjunto de procedimientos estadísticos que utiliza distribuciones de probabilidad conocidas.

**Estadística no paramétrica:**

Conjunto de procedimientos estadísticos para obtener inferencias sin necesidad de conocer la forma de la distribución o la ley de probabilidad que sigue un universo del cual se han extraído los datos (o la muestra).

**Estadístico - t:**

Es el valor muestral de la fórmula de Student para la prueba de hipótesis

**Ex Post Facto:**

La expresión “ex-post-facto” significa “después de hecho”, haciendo alusión a que primero se produce el hecho y después se analizan las posibles causas y consecuencias, por lo que se trata de un tipo de investigación en donde no se modifica el fenómeno o situación objeto de análisis.

**Exploratoria:**

Se refiere a la investigación exploratoria. Los estudios exploratorios nos sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real.

**HANNAN-QUINN (criterio de):**

Al igual que en el criterio de Akaike, el de Hannan-Quinn introduce un término de penalización para el número de parámetros en el modelo. Dados dos modelos estimados, el modelo con el menor valor de Hannan-Quinn es preferido; un menor HQC implica un número menor de variables explicativas, mejor ajuste, o ambas cosas.

**Hipótesis:**

Se refiere a la hipótesis de investigación. Una hipótesis de investigación es una declaración que realizan los investigadores cuando especulan sobre el resultado de una investigación o experimento.



**Horas de sol:**

Es la irradiación solar a través de las horas de duración del brillo solar.

**Humedad:**

Se toma en el texto como Humedad relativa. La cantidad de vapor de agua contenida en el aire, en cualquier momento determinado, normalmente es menor que el necesario para saturar el aire.

**Investigación documental:**

Es una investigación que se realiza en documentos, en forma ordenada y con objetivos precisos, con la finalidad de ser base a la construcción de conocimientos.

**Kolmogórov-Smirnov (criterio de):**

Es una prueba de bondad de ajuste de un conjunto de datos a una distribución normal, o poisson o exponencial. Cuando es una gráfica, presenta la comparación de las distribuciones acumuladas de dos conjuntos de datos para ver si una de ellas coincide con la otra que es una distribución de probabilidad conocida. Se usa cuando la cantidad de datos es 50 ó más. Test de normalidad.

**Latitud:**

Es la distancia que hay desde un punto de la superficie terrestre al ecuador, contada por los grados de su meridiano.

**Longitudinal:**

Un estudio longitudinal es un tipo de diseño de investigación que consiste en estudiar y evaluar a las mismas personas o cosas por un período prolongado de tiempo.

**Matriz:**

Conjunto de vectores organizados en filas y columnas.

**Media:**

Se refiere a la media aritmética, es el resultado de dividir la suma de los valores de los datos entre el número de ellos.

**Mediana:**

Se determina ordenando previamente los datos (en forma creciente o decreciente) y eligiendo valor central.

**Montañas:**

Son elevaciones naturales del terreno que han sido formadas por el arqueo y el plegamiento de la corteza terrestre.

**Movimientos de la tierra:**

La Tierra gira en torno al sol, realizando el movimiento conocido como de translación, y mientras gira en torno al sol también gira en torno a sí misma, realizando el movimiento de rotación; además tiene otros tres movimientos principales adicionales: precesión de los equinoccios, nutación y el bamboleo de Chandler.

**Multicriterio:**

La metodología multicriterio permite: a) Identificar las partes del sistema; b) reconocer el peso de las partes del sistema; c) identificar los vínculos entre las partes; d) Proponer una solución o explicación racional conociendo las partes del sistema.

**Nivel de investigación:**

Se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno o un evento de estudio. Son niveles: exploratorio, documental, descriptivo, explicativo, correlacional.

**Nivel de significación:**

El nivel de significación es el corte para juzgar un resultado como estadísticamente significativo. Si el valor de significación es menor que el nivel de significación, el resultado se juzga estadísticamente significativo.

**Nubosidad:**

La nubosidad es la fracción de cielo cubierto con nubes, en un lugar en particular.

**Objetivo:**

Un objetivo es el planteo de una meta o un propósito a alcanzar. De acuerdo con el ámbito donde sea utilizado o formulado, tiene cierto nivel de complejidad. El objetivo es una de las instancias fundamentales en un proceso de planificación.

**Océanos:**

Se denomina océano a la parte de la superficie terrestre ocupada por el agua marina.

**Precipitación:**

Se refiere a las precipitaciones pluviales. En meteorología, la precipitación es cualquier forma de hidro meteoro que cae de la atmósfera y llega a la superficie terrestre.

**Presión atmosférica:**

Se conoce como presión atmosférica a aquella presión que ejerce el aire en cualquier punto de la atmósfera.

**Producción:**

La producción puede definirse como el resultado de la acción de producir, o sea, por un lado, de generar un producto, un objeto material o inmaterial como la fabricación o elaboración de un producto mediante el trabajo; y por el otro, designa el proceso llevado a cabo para que exista la obra ya sea como conjunto de los productos que da la tierra naturalmente o de los que se elaboran en la industria.

**Producción agraria:**

Es la producción de la actividad de agricultura, la ganadería y la actividad forestal.

**p-Valor:**

Es la probabilidad de rechazar una hipótesis correcta con el valor conocido del estadístico calculado con los datos muestrales u observacionales. El

estadístico es altamente significativo si su p-valor es inferior al 1%, significativo si su p-valor es inferior al 5%, y con significación aceptable si es menor del 10%.

**R:**

Es el coeficiente de correlación de Pearson. Es el cociente entre la covarianza y el producto de las desviaciones estándar de dos conjuntos de datos.

**R cuadrado:**

Es el coeficiente de determinación para un modelo de regresión estadística. Se expresa en forma de porcentaje e indica el grado de ajuste de las variables explicativas con la variable explicada en el modelo de regresión.

**Radiación solar:**

Es la energía electromagnética (del sol) emitida, transferida o recibida. El término radiación se aplica al cuerpo que radia, mientras que el término irradiación al objeto expuesto a la radiación.

**Rango:**

Llamado también Recorrido, es la diferencia entre los valores máximo y mínimo de un conjunto de datos.

**Rho (en MCO):**

Es el coeficiente de correlación de Spearman para variables cualitativas, ordinales o rangos. La Ho indica independencia o no correlación.

**Relacional:**

El análisis relacional se propone establecer las vinculaciones del objeto con su entorno. Esto implica evaluar las conexiones entre el producto y su contexto, es decir, el ámbito donde tiene algún significado.

**Relieve topográfico:**

Superficie actual de la corteza terrestre que se nos presenta ante nuestros ojos.

**Ryan-Joinier (prueba de):**

Compara los coeficientes de correlación de los datos y la distribución conocida. Test de normalidad.

**Shapiro-Wilks (criterio de):**

Es un procedimiento para probar la normalidad de un conjunto de datos, para lo cual, se procede a ordenar los datos de menor a mayor y aplicar un estadístico sobre las diferencias de la mitad de ellos. Se usa cuando la cantidad de datos es menor de 50. Test de normalidad.

**Software estadístico:**

Es un programa informático especialmente diseñado para resolver problemas en el área de la Estadística.

**Temperatura:**

Es una magnitud que mide el nivel térmico o el calor que un cuerpo posee. Es el nivel de las vibraciones de las moléculas de un cuerpo por efecto del calor.

**Términos básicos:**

La definición de términos básicos es una sección opcional del trabajo de grado o tesis, va al final de marco teórico, sirve para clarificar mejor el problema, para evitar ambigüedades en los términos usados. Con ello se gana mayor claridad en la investigación.

**Tipo de investigación:**

Permite darle la dimensión al nivel de acuerdo a los objetivos establecidos, el tipo de investigación determina la manera de cómo el investigador aborda el estudio, de acuerdo a las técnicas, métodos, instrumentos y procedimientos propios de cada uno.

**Transeccional:**

En este tipo de diseño se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su influencia e interrelación en un momento dado.

**Variable:**

Se refiere a las variables de investigación. Cualquier factor que pueda tomar valores diferentes constituye una variable científica e influye en el resultado de una investigación experimental o no experimental.

**Varianza:**

La varianza de un conjunto de datos es el promedio de las desviaciones cuadráticas de cada valor del conjunto respecto a su media aritmética.

**Vector:**

Conjunto de datos presentado en formación de fila o de columna. Cada dato sigue un criterio de ordenación sea por orden de aparición o por poseer alguna característica de interés.

**Viento:**

Es el movimiento del aire que está presente en la atmósfera, especialmente, en la tropósfera, producido por las diferencias de presión. Debido a los movimientos de rotación y de traslación terrestres que dan origen a diferencias considerables en la radiación solar y desigual calentamiento del aire.

### **III. HIPÓTESIS Y VARIABLES.**

En esta sección se presentan las variables y las hipótesis sobre las cuales el grupo investigador ha efectuado los análisis.

#### **3.1. Hipótesis de la investigación.**

Como se explica más adelante en la sección Metodología, el alcance del trabajo de investigación es un estudio exploratorio. Cuando es así no requieren la formulación de hipótesis (HERNÁNDEZ, 2014a). Sin embargo, para cumplir con el esquema exigido por la Escuela de Posgrado de la Universidad, el grupo investigador se ha planteado las siguientes hipótesis de trabajo:

##### **3.1.1. Hipótesis general.**

El clima de la provincia de Ica afectó en forma significativa sobre la producción agrícola del período 2001-2015.

##### **3.1.2. Hipótesis específicas.**

- i. La temperatura de la provincia de Ica ha incidido de manera significativa en la producción agrícola del período 2001-2015.
- ii. La humedad relativa del aire de la provincia de Ica repercutió en forma significativa en la producción agrícola del período 2001-2015.
- iii. Las horas de sol de la provincia de Ica influyeron significativamente en la producción agrícola del período 2001-2015.

#### **3.2. Definición conceptual de variables.**

El clima es un recurso que brinda la naturaleza. La persona humana además de adaptarse al clima ha descubierto en la mayoría de los casos y ha adaptado al clima en otros casos, diversos productos que le sirven de sustento; lo cual permite atribuir valor económico al clima. Por otro lado, un concepto generalmente aceptado en Economía es que la Producción es un conjunto de actividades realizadas por las sociedades humanas en las que utilizando recursos (escasos) proveen bienes con valor y luego distribuyen entre los individuos para satisfacer necesidades. Uno de estos recursos es precisamente el clima, lo cual permite afirmar nuevamente que el clima es un recurso

económico y de lo que se trata es determinar cómo se relaciona con la producción agrícola, en el caso particular la provincia de Ica.

La producción agrícola es una variable de investigación porque al ser una actividad humana implícitamente responde a las preguntas: ¿qué producir?, ¿cuándo producir?, ¿cuánto producir?, ¿para quién producir? Estas observaciones sirvieron de guía a la investigación para indagar sobre la relación con el clima.

El desarrollo del Marco Teórico ha tratado sobre las variables que utiliza el presente trabajo de investigación: el Clima de la provincia de Ica y la Producción agrícola de la provincia de Ica.

Por clima, se entiende como la confluencia de elementos meteorológicos de la atmósfera y la presión atmosférica en la provincia de Ica. Por Producción agrícola se entiende, como los productos obtenidos en la actividad de Agricultura en la provincia de Ica.

### **3.2.1. Definición de las variables.**

#### **Variable 1: El clima de la provincia de Ica.**

Esta variable considera los elementos del clima, bajo los fundamentos expuestos por García Villanueva, Jerónimo (pp 48, 49; supra) en base a registros de fuentes confiables. Dado el horizonte temporal de la muestra que abarca 15 años, se recurrió a fuentes de segundo nivel para realizar la investigación documental.

#### **Variable 2: La producción agrícola de la provincia de Ica.**

Esta variable considera los productos más representativos de la provincia de Ica, algunos de los cuales se han mencionado en el marco conceptual del Marco Teórico.

### **3.2.2. Operacionalización de variables.**

En esta sección se desagregaron las variables en sus componentes principales con la finalidad de obtener la información de campo y efectuar el procesamiento estadístico. Se identificó con claridad el tipo de variable, la



definición conceptual, la definición operacional, las dimensiones, las categorías, los indicadores, las unidades de medida, el nivel de medición; y el método de recolección de la data (CARRASCO, 2009).

Como las variables a utilizar no son complejas, el desagregado de las variables se efectuó en indicadores y unidades de medida sin perder la precisión y simplicidad de su comprensión, tomando en cuenta las definiciones conceptual y operacional. Esto significa que no hubo necesidad de buscar las dimensiones de cada variable, ni las categorías ni los niveles de medición, ya que las variables son de acceso directo a través de sus indicadores y sus unidades de medida.

Los rasgos principales de las variables y su operacionalización se resumen en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Operacionalización de las Variables-indicadores*

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidades de medida</b>
CLIMA DE LA PROVINCIA DE ICA	Confluencia de elementos meteorológicos de la atmósfera y la presión atmosférica en la provincia de Ica.	Data histórica en estaciones meteorológicas sobre los elementos del clima de la provincia de Ica, promedios mensuales cobertura 15 años. Sensación de calor / frío.	TEMPERATURA	°C
		Humedad del aire.	HUMEDAD RELATIVA	Porcentaje, %
		Radiación solar	HORAS DE SOL	Horas
PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE ICA	Productos obtenidos en la actividad de Agricultura en la provincia de Ica.	Producción agrícola anual para consumo directo local o exportación.	Algodón Alcachofa Cítricos Espárrago Vid	Kilogramos, Kg Toneladas métricas, Tn.

La variable “Clima de la provincia Ica” se ha tratado como variable de tipo cuantitativa, aun cuando intuitivamente el clima es una variable cualitativa, ya que el común de las personas piensa de la calidad del clima; sus indicadores están explicadas mediante data numérica tipo intervalo. Los registros provienen de estaciones meteorológicas, como promedios mensuales. Esta variable está explicada mediante tres indicadores: Temperatura, Humedad Relativa y Horas de Sol. La data fue obtenida del SENAMHI por lo que se considera data confiable de fuente secundaria ya que la idea fue trabajar con promedios mensuales con cobertura de 15 años.

Para obtener la información sobre estos indicadores el grupo investigador ha tomado en cuenta la necesidad de la información de campo y la posibilidad práctica del costo para disponer de instrumentos de medición y registro, así como el tiempo requerido para recopilar la información de largo plazo.

La variable “Producción agrícola de la Provincia Ica” es también una variable de tipo cuantitativa, obtenida por el grupo investigador desde fuentes secundarias como las publicaciones del Ministerio de Agricultura, la Región Agraria de Ica, el Gobierno Regional de Ica, la Sociedad Nacional Agraria, etc., conforme a necesidades, ya que la idea fue trabajar con promedios mensuales con cobertura de 15 años. Los indicadores de la producción agraria han sido elegidos por el grupo investigador sobre la base de la producción anual de principales productos.

En cuanto a las dimensiones de los indicadores de estas variables, cabe mencionar que las unidades de medida de los indicadores son unidimensionales.

#### **IV. DISEÑO METODOLÓGICO.**

El diseño se ha establecido de acuerdo con la naturaleza del problema a investigar. La naturaleza del problema ha determinado los métodos, las técnicas, estrategias y los instrumentos para la ejecución de la investigación.

Los efectos del calentamiento global sobre el clima deberían ser previsibles a nivel zonal o local, porque repercuten en las actividades agrícolas, los ecosistemas y la generación de desastres naturales. Por otra parte, nuestro país está empeñado en efectuar el Ordenamiento Territorial, para lo cual se realizan trabajos concernientes a la determinación de las ZEE, zonas económicas y ecológicas. Existen estudios de nivel internacional y regional a nivel de América Latina sobre la metodología de determinación de los efectos del cambio climático e intentos a nivel de tesis de grado en nuestro país pero que no reflejan un procedimiento serio para identificar la vinculación existente entre los elementos que constituyen el clima con la producción al nivel local. El grupo investigador manifiesta que la relación que posiblemente exista entre el clima y la producción agrícola al nivel local, que sea útil para el operador agrícola, debe identificarse mediante una metódica estadística que satisfaga las condiciones de consistencia y validez de la data. Los estudios actuales dan por sentado que el cambio climático existe y que los efectos también, que son conceptos que se repiten porque otros lo manifiestan sin verificar la cuantía de estos efectos. Parte de estos errores, reside en que no hay procedimientos estadísticos estandarizados convenientemente. El grupo investigador ha encontrado como limitación la ausencia de una metodología para estudiar la vinculación entre el clima de una localidad específica con su producción agrícola mediante un conjunto de criterios que sean válidos y pertinentes a las ciencias ambientales. Por este motivo, una sección importante de la metodología está dedicada a la estandarización de una metódica apropiada para determinar la consistencia y validez de una data de series de tiempo atmosféricas, cubriendo este modo el gran vacío que existe actualmente en la esfera académica.

### **Beneficiarios.**

Los resultados a los que ha llegado el presente estudio serán de beneficio para los siguientes grupos de la organización social:

- Los operadores agrícolas, sean productores, comercializadores mayoristas, minoristas, exportadores, etc.
- Los planificadores de las ZEE y el Ordenamiento Territorial.
- Los planificadores de la mitigación de los efectos de desastres naturales.
- El ambiente académico de estudiantes, profesionales e investigadores.

### **Unidad de análisis.**

La unidad de análisis del trabajo de investigación es el año. Los elementos del clima que ingresaron en el estudio son por períodos anuales. La producción obtenida en la Provincia de Ica es también por períodos anuales; lo cual hace ver la conveniencia de utilizar al año como una unidad común de análisis.

#### **4.1. Tipo y diseño de investigación.**

La investigación es documental y aplicada; nivel exploratorio y descriptivo. Es documental porque se ha realizado mediante un proceso formal de recuperación de información y datos publicados por el SENAMHI y la Región Agraria de Ica. Es aplicada porque utiliza resultados empíricos de la realidad de los elementos del clima y la producción agrícola de la provincia de Ica. Es de nivel exploratorio porque no hay antecedentes de investigación empírica sobre las relaciones entre el clima de una zona específica con su producción agrícola; tampoco existe una metodología estadística para el análisis de datos atmosféricos, por lo que en el presente trabajo de investigación se ha tenido que diseñar el método a seguir para investigaciones futuras cuando se usan estadísticas ambientales; y es descriptivo, porque se emplea técnicas de la Estadística Descriptiva para los análisis de consistencia y validez de la data.

## **4.2. Método de investigación.**

El método de investigación es no experimental, longitudinal, ex post facto (HERNÁNDEZ, 2014b). Es no experimental, porque la primera variable es el clima, la cual no es manipulable por los investigadores. Es longitudinal, porque el estudio de cada variable se realizó en la línea del tiempo que abarcó un período de 15 años de 2001 a 2015. Finalmente, es ex post facto, porque analizó hechos y resultados ya ocurridos utilizando data estadística documental de fuentes confiables.

## **4.3. Población y muestra.**

La unidad de análisis elegida pertenece a una población infinita. La población son años de vida de la provincia de Ica o los años de existencia de la variable clima, por ello estamos frente a una población infinita.

El tipo de muestreo es no aleatorio. Se eligió una muestra no aleatoria de 15 años, bajo el diseño longitudinal.

## **4.4. Lugar de estudio y período desarrollado.**

### **4.4.1. Cobertura espacial de la muestra.**

El presente estudio comprende solamente a la provincia de Ica que tiene una extensión de 7 894 Km<sup>2</sup> y densidad demográfica de 36,12 hab/Km<sup>2</sup>. Esta, es una de las 5 provincias que forman parte del departamento del mismo nombre; las otras provincias son: Nazca, Palpa, Pisco y Chincha. El departamento tiene cuatro eco regiones: mar frío, desierto del Pacífico, serranía esteparia y puna. El Mapa 9 presenta la Región Ica y sus provincias. La provincia de Ica está en la eco región desierto del Pacífico y abarca gran parte de la cuenca del río Ica. El Mapa 8 ilustra la cuenca del río Ica.

*“La cuenca del río Ica tiene una extensión de 8319 km<sup>2</sup>, se encuentra ubicada en la vertiente del Pacífico entre los paralelos 13° 04` y 13° 57` de latitud Sur, y los meridianos 74° 58` y 75° 41` de longitud Oeste de Greenwich... Políticamente, se encuentra ubicada en las provincias de Ica y Castrovirreyna, por el Norte colinda con la cuenca del río Pisco, por el Sur con la cuenca del río*

*Grande, por el Este con la cuenca del río Pampas y por el Oeste con el Océano Pacífico” (USMP, 2017).*

Con respecto al clima, el Gobierno Regional de Ica en su informe sobre Estrategias para el Cambio Climático, ya mencionado, manifiesta lo siguiente:

*“Ica posee un clima cálido y seco, con una temperatura media en verano de 27°C y en invierno de 18°C. Normalmente, la temperatura máxima no excede de 30 °C y la mínima no desciende de 8 °C. Una característica de su clima se relaciona con los fuertes vientos denominados “paracas”, que suelen levantar grandes nubes de arena.” (MAICELO, 2014b).*

El Mapa 5 presenta los climas del Perú, donde se muestra el tipo de clima que posee la provincia de Ica.

#### **4.4.2. Cobertura temporal de la muestra.**

El estudio abarcó 15 años desde 2001 hasta 2015, utilizando estadísticas de fuentes confiables.

#### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.**

La técnica que se ha utilizado es la técnica estadística con data documental de fuentes secundarias confiables como son el SENAMHI y la Región Agraria de Ica. Los instrumentos de recolección de datos fueron matrices en lenguaje Excel y páginas pdf.

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos.**

El análisis estadístico de los datos se inició con las pruebas de consistencia y de validez de la información para las variables atmosféricas. Las pruebas de consistencia se realizaron mediante el análisis exploratorio de datos AED, con el diagrama de cajas, el histograma y el análisis espectral, que permite visualizar la presencia de ciclos u oscilaciones y el periodograma. Las pruebas de validez consistieron en el análisis confirmatorio de la No estacionariedad a través de las funciones de autocorrelación ACF y la de autocorrelación parcial ACFP y finalmente la No normalidad se efectuó mediante el test de normalidad.

Si la data estadística satisface las pruebas de consistencia y validez, se procede al análisis de componentes de la variable, identificando los factores estacionales, la componente estacional y la componente tendencia. Este análisis permite determinar cuál es el efecto del cambio climático CC en el clima de la provincia de Ica.

Para estudiar el efecto conjunto de los factores del clima en la producción agrícola se recurrió al análisis multicriterio a través de una función de producción multivariada que vincula el índice: producción agrícola, con los indicadores del clima. El análisis de la matriz de correlación entre las variables y los betas del modelo de función de producción, permitió determinar la certeza de las hipótesis de trabajo y obtener resultados.

#### **4.6.1. Data de la primera variable: Clima de la provincia de Ica.**

El clima de la provincia de Ica está expresado en tres indicadores: la temperatura, la humedad relativa y las horas de sol. Las Tablas 6, 14 y 19, respectivamente, contienen la data del clima con una cobertura de 15 años.

Las estaciones meteorológicas productoras de información para el presente trabajo fueron San Camilo y Ocucaje, pertenecientes al SENAMHI. De la primera se tomaron las estadísticas de temperaturas y horas de sol; de la segunda las de humedad relativa. Ambas estaciones están ubicadas en la región Ica, por lo cual, sus registros son altamente confiables para el caso de la provincia de Ica.

#### **4.6.2. Data de la segunda variable: Producción agrícola de la provincia de Ica.**

Se obtuvo de la Región Agraria de Ica. Las Tablas 23 y 24 contienen la data de producción agrícola de los principales productos de Ica, con una cobertura de 15 años.

Se realiza el procesamiento estadístico de la data de cada una de las variables utilizando el software estadístico SPSS del Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional del Callao. Se efectúan las

pruebas de consistencia y validez de la información y luego, el análisis de componentes.

El desarrollo está identificado en las secciones siguientes:

- i. Indicador Temperatura.
- ii. Indicador Humedad relativa.
- iii. Indicador Horas de Sol.
- iv. Variable Producción agrícola de la Provincia de Ica.
- v. Relación entre el índice de producción con los indicadores del clima.

El análisis, relacionando las variables, se desarrollará en dos partes:

Primera parte: Comparaciones considerando cada indicador del clima por separado.

Segunda parte: Análisis multicriterio.

- A continuación, procedemos al análisis de los indicadores del clima, iniciando con la Temperatura. El desarrollo para las demás variables está detallado en los Anexos 6, 7, 8 y 9.

## **i. TEMPERATURA.**

### **a. Información disponible.**

Se tomó la data proveniente de la estación San Camilo y se procedió al análisis de la información. La Tabla 6 contiene la información mensual de promedios de temperatura de 15 años. Los espacios S/D sin data se han completado con los promedios del mes para fines del tratamiento estadístico.

### **b. Análisis exploratorio de la data sobre temperatura.**

Toda serie de tiempo relacionada con variables atmosféricas cumple con ciertas características que deben ser verificadas a fin de tener información clara sobre su estructura y relaciones con otras variables como la producción. El análisis previo de la data permite evitar supuestos equivocados como la independencia, la normalidad, la homocedasticidad, y otros que conducen a conclusiones que no son válidas (WILLKS, 2011)



Mediante el análisis exploratorio se verifica la consistencia de la información. Para ello se emplean las siguientes técnicas: el diagrama de cajas, el histograma y el análisis espectral.

El procesamiento de los datos se efectuó con la ayuda del SPSS del Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad.

**Tabla 6**

*Temperatura Media Mensual (°C)*

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2001	24,5	25,0	25,7	24,8	21,2	18,5	17,5	18,4	20,4	21,3	22,6	23,6
2002	25,1	25,8	26,6	23,9	21,5	18,4	16,6	17,3	19,4	21,2	21,7	22,7
2003	24,0	25,2	25,1	22,6	20,3	18,1	17,1	17,3	17,8	19,5	21,2	23,6
2004	24,6	25,3	25,2	23,1	20,3	16,9	16,4	17,4	18,9	20,4	21,1	23,3
2005	24,9	25,0	25,0	23,2	19,1	16,8	16,3	17,3	17,8	18,8	20,7	23,1
2006	24,8	25,7	25,1	23,1	20,3	17,5	16,6	18,0	18,7	19,3	21,6	22,9
2007	25,0	26,0	25,0	23,5	20,0	17,3	16,2	15,9	17,1	18,3	20,5	22,2
2008	24,0	25,3	25,4	23,8	19,4	17,0	16,5	17,4	18,5	19,3	21,1	24,0
2009	26,4	26,6	26,6	25,6	22,3	17,1	17,0	17,3	18,2	20,3	21,7	22,6
2010	24,2	25,3	25,2	24,1	22,0	18,4	16,8	17,5	19,3	20,4	21,9	23,7
2011	25,5	26,4	26,0	24,8	21,1	19,2	18,2	17,9	19,5	20,7	23,2	24,7
2012	24,7	25,6	26,1	25,1	21,4	18,9	17,5	17,2	18,7	19,4	20,9	23,4
2013	24,4	25,6	26,1	24,5	20,2	18,5	17	17,6	18,8	20,2	21,5	23,3
2014	25,2	25,6	25,1	22,6	19,5	17,6	17,3	18,8	19,2	20,6	21,6	23,1
2015	23,9	25,2	25,1	23,8	21,3	19,1	17,6	18,2	19,8	21,1	21,3	23,4

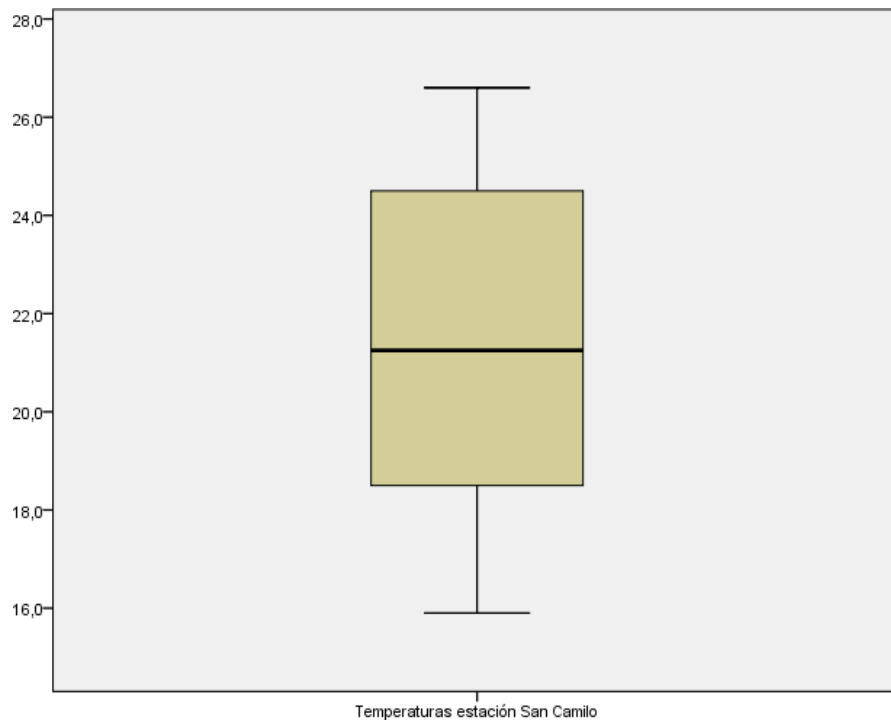
Fuente: SENAMHI y elaboración propia.

### **Diagrama de caja**

El Diagrama de caja de los datos de la variable temperaturas se muestra en la Figura 1. El diagrama presenta ausencia de valores atípicos y permite afirmar que la data está totalmente incluida entre la primera y tercera cuartiles. Asimismo, indica que hay mayor cantidad de valores por encima de la media.

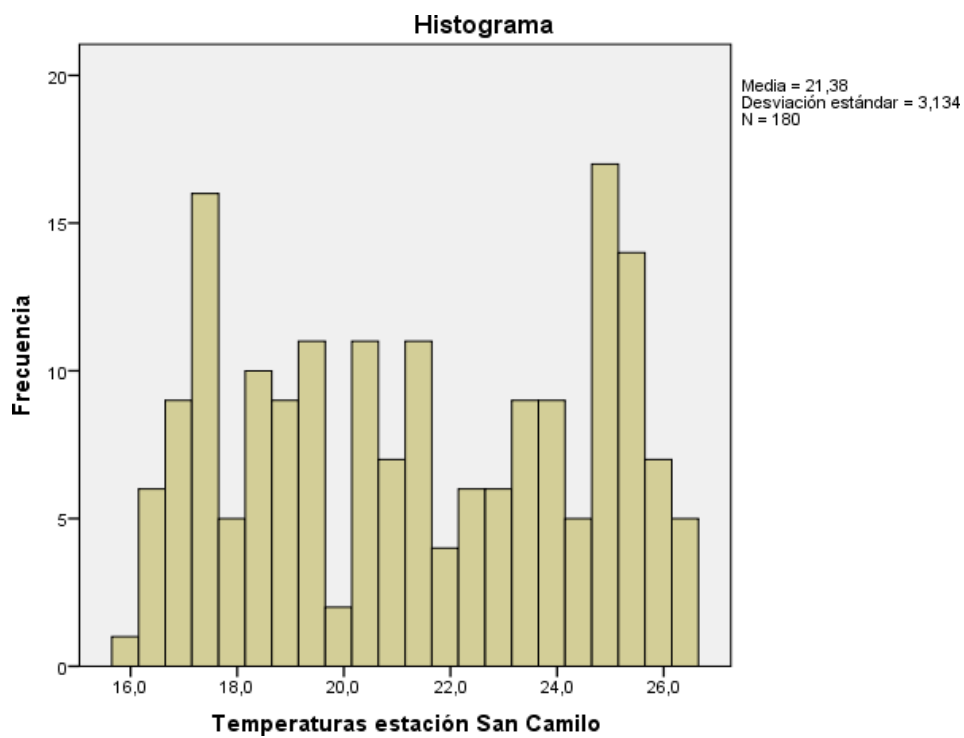
**Figura 1**

*Diagrama de Caja. TEMPERATURA*



**Figura 2**

*Histograma de Temperaturas*



Se puede apreciar en la Figura 2 que la distribución es bimodal, que sugiere la presencia de dos estaciones astronómicas bien marcadas, que se podrían llamar verano e invierno, y que la data no sigue una distribución de probabilidad normal. Descartamos el supuesto de normalidad.

Las altas frecuencias que muestra el histograma corresponden a temperaturas de invierno y verano.

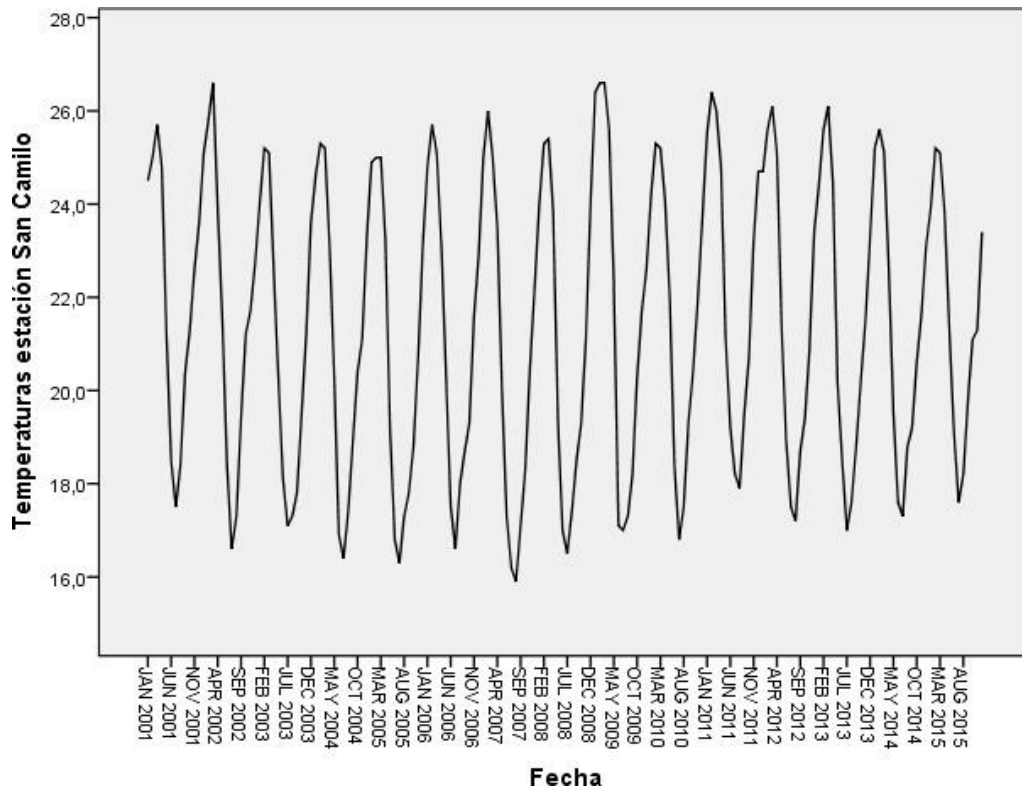
### **Análisis espectral:**

#### **Presencia de ciclos u oscilaciones.**

La representación gráfica de la data permite observar la periodicidad. El trazo de secuencia se aprecia en la Figura 3, donde se muestra picos que parecen estar espaciados uniformemente sugiriendo la presencia de componente periódico en la serie.

**Figura 3**

*Temperaturas Promedio Mensual*

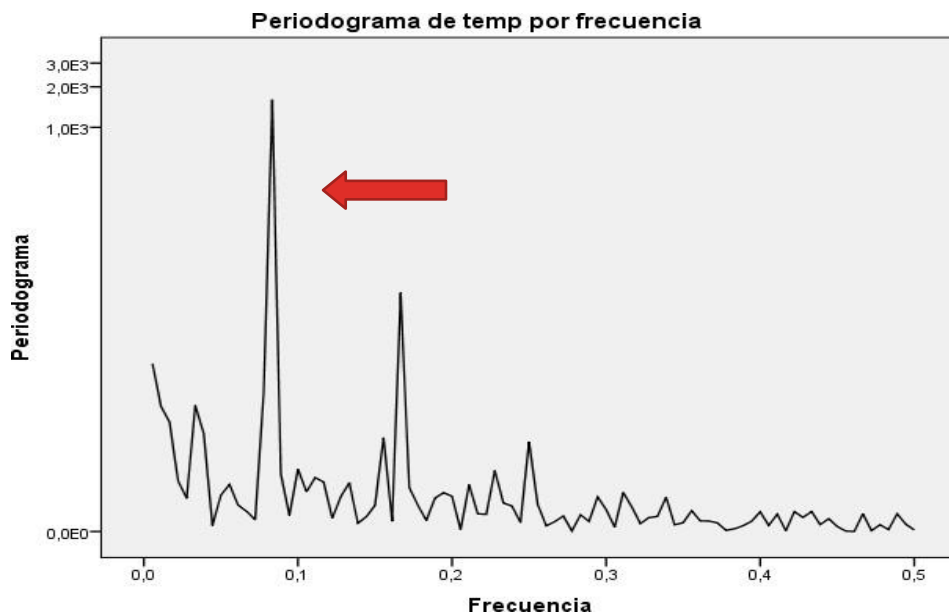


## El periodograma.

Para ver la estacionalidad, graficamos el periodograma, utilizando nuevamente el SPSS. El resultado se puede apreciar en la Figura 4, donde el pico señalado mediante una saeta corresponde a la frecuencia 0.08 aproximadamente, es decir  $1/0.08 = 12$  meses.

### Figura 4

*Periodograma de Temperaturas Promedio Mensual*



En el periodograma verificamos la presencia de ciclos u oscilaciones que se completan cada 12 meses; por lo tanto, el análisis exploratorio de datos nos indica que estamos frente a una data de serie temporal que reúne las condiciones de **consistencia**.

### c) Análisis confirmatorio de la data sobre temperaturas.

Mediante el análisis confirmatorio, examinaremos la validez de la información. Para ello, realizamos la distinción entre estacionariedad y estacionalidad, examinando las funciones de autocorrelación ACF y autocorrelación parcial ACFP. La fuente de datos es de elaboración propia.

La Tabla 7 resume los valores de la función de autocorrelación de la variable Temperatura, obtenidos con la ayuda del SPSS para los retardos  $k = 1, 2, 3, \dots$  El proceso subyacente asumido es independencia.

**Tabla 7**

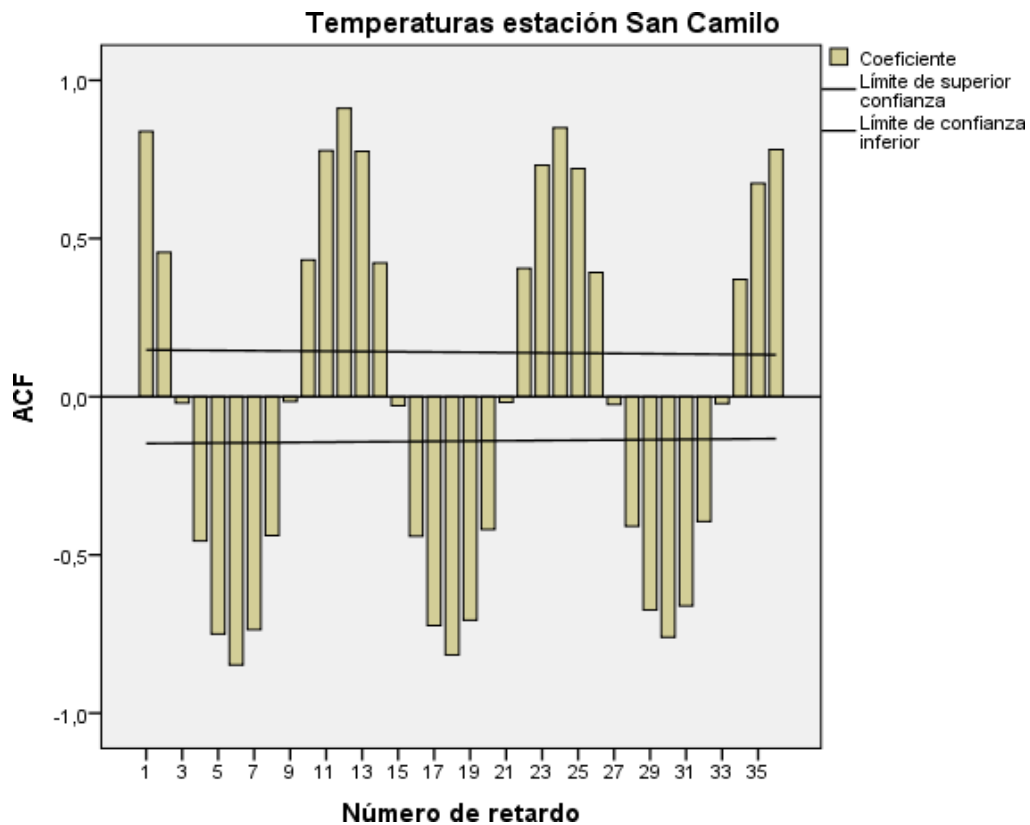
*Autocorrelaciones de Temperaturas*

Re tar do	Serie: Temperaturas estación San Camilo				
	Autocorre lación	Error estándar	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig.b
1	,838	,074	128,576	1	,000
2	,456	,074	166,861	2	,000
3	-,019	,074	166,931	3	,000
4	-,456	,073	205,657	4	,000
5	-,750	,073	310,962	5	,000
6	-,848	,073	446,315	6	,000
7	-,736	,073	548,907	7	,000
8	-,439	,072	585,560	8	,000
9	-,015	,072	585,604	9	,000
10	,432	,072	621,583	10	,000
11	,778	,072	738,816	11	,000
12	,912	,072	900,840	12	,000
13	,775	,071	1018,739	13	,000
14	,423	,071	1054,037	14	,000
15	-,029	,071	1054,201	15	,000
16	-,441	,071	1093,015	16	,000
17	-,723	,071	1198,029	17	,000
18	-,816	,070	1332,685	18	,000
19	-,706	,070	1434,131	19	,000
20	-,419	,070	1470,126	20	,000
21	-,018	,070	1470,191	21	,000
22	,405	,069	1504,248	22	,000
23	,732	,069	1616,044	23	,000
24	,850	,069	1767,660	24	,000
25	,721	,069	1877,450	25	,000
26	,393	,069	1910,290	26	,000
27	-,024	,068	1910,418	27	,000
28	-,409	,068	1946,492	28	,000
29	-,674	,068	2044,951	29	,000
30	-,760	,068	2171,115	30	,000
31	-,661	,067	2267,217	31	,000
32	-,394	,067	2301,619	32	,000
33	-,022	,067	2301,725	33	,000
34	,371	,067	2332,569	34	,000
35	,674	,067	2435,342	35	,000
36	,781	,066	2574,069	36	,000

Observamos que los valores de las autocorrelaciones (en valor absoluto) son altos cada 6 retardos; lo cual significa cambios de estación cada seis meses aproximadamente.

**Figura 5**

*Valores de Autocorrelaciones de Temperaturas*



Lo expresado se evidencia en la Figura 5, donde se observa grupos de valores que se forman cada 6 meses. Los valores en la parte negativa indican evoluciones de temperaturas que denotan disminuciones sucesivas evidenciando la presencia del invierno; con picos que se detectan en los retardos 6, 18, 30, etc. Análogamente los retardos 12, 24 y 36 muestran en la parte positiva de la gráfica evoluciones de temperaturas que evidencian presencia de verano. De este modo se validan los períodos estacionales, o en otras palabras, evidencian la presencia de ESTACIONALIDAD, que completa su ciclo girando sobre el eje de las abscisas con una cantidad de retardos igual al ciclo estacional.

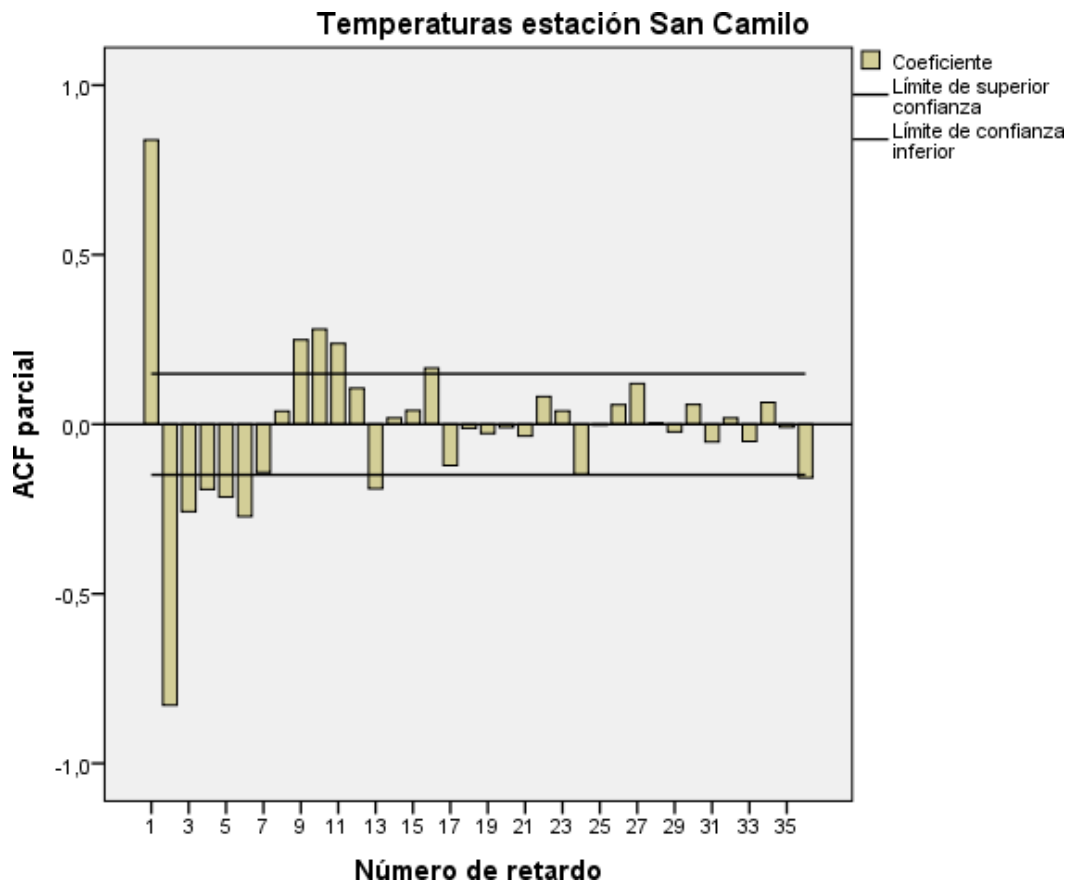
**Tabla 8***Autocorrelaciones Parciales de Temperaturas*

Retardo	Autocorrelación parcial	Error estándar
1	,838	,075
2	-,828	,075
3	-,258	,075
4	-,192	,075
5	-,215	,075
6	-,272	,075
7	-,142	,075
8	,039	,075
9	,249	,075
10	,280	,075
11	,238	,075
12	,106	,075
13	-,190	,075
14	,018	,075
15	,041	,075
16	,166	,075
17	-,121	,075
18	-,011	,075
19	-,027	,075
20	-,010	,075
21	-,035	,075
22	,082	,075
23	,039	,075
24	-,147	,075
25	-,003	,075
26	,057	,075
27	,120	,075
28	,004	,075
29	-,022	,075
30	,058	,075
31	-,052	,075
32	,019	,075
33	-,051	,075
34	,064	,075
35	-,009	,075
36	-,158	,075

La Figura 6 es representación de los valores de la función autocorrelación parcial ACFP calculados con la ayuda del SPSS que figuran en la Tabla 8. Se observa que en los primeros dos retardos los valores de ACFP caen bruscamente; repitiéndose el comportamiento en el período largo, lo cual denota la ausencia de ESTACIONARIEDAD en media.

**Figura 6**

*Valores de la Función Autocorrelación Parcial de Temperaturas*



Para averiguar si hay estacionariedad en varianzas, examinamos la Tabla 9 que resume medias y varianzas mensuales de cada año. Se observa que tanto las medias anuales como las varianzas no son iguales; lo cual nos indica la ausencia de ESTACIONARIEDAD en la serie original de datos.



**Tabla 9***Resúmenes de Medias y Varianzas Mensuales de Temperaturas*

AÑO	Resúmenes de casos		Total	
	MEDIA	VARIANZA	media	varianza
2001	21,958	8,075		
2002	21,683	10,914		
2003	20,983	9,372		
2004	21,075	10,448		
2005	20,667	11,575		
2006	21,133	10,072		
2007	20,583	13,554		
2008	20,975	11,327		
2009	21,808	14,834		
2010	21,567	9,193		
2011	22,267	10,106		
2012	21,575	10,78		
2013	21,475	10,34		
2014	21,35	8,837		
2015	21,65	6,912	21,383	9,82

Para completar las pruebas de validez del análisis confirmatorio, probamos la normalidad de la serie.

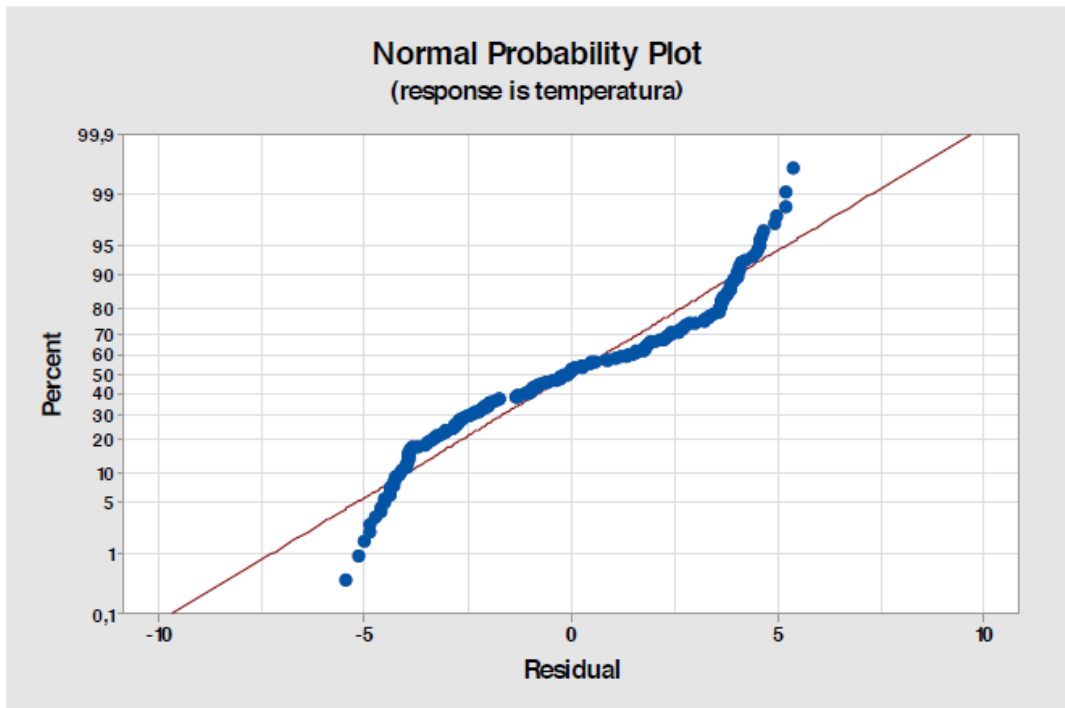
**No normalidad de la serie.****Test de normalidad**

Utilizando la prueba de Anderson-Darling o la de Ryan-Joinier llegamos a la conclusión de que el conjunto de datos no ajusta a la distribución normal, como puede observarse en la Figura 7.

Esto se debe a que el conjunto analizado de 15 años tiene una distribución Bimodal como puede verse en la Figura 8.

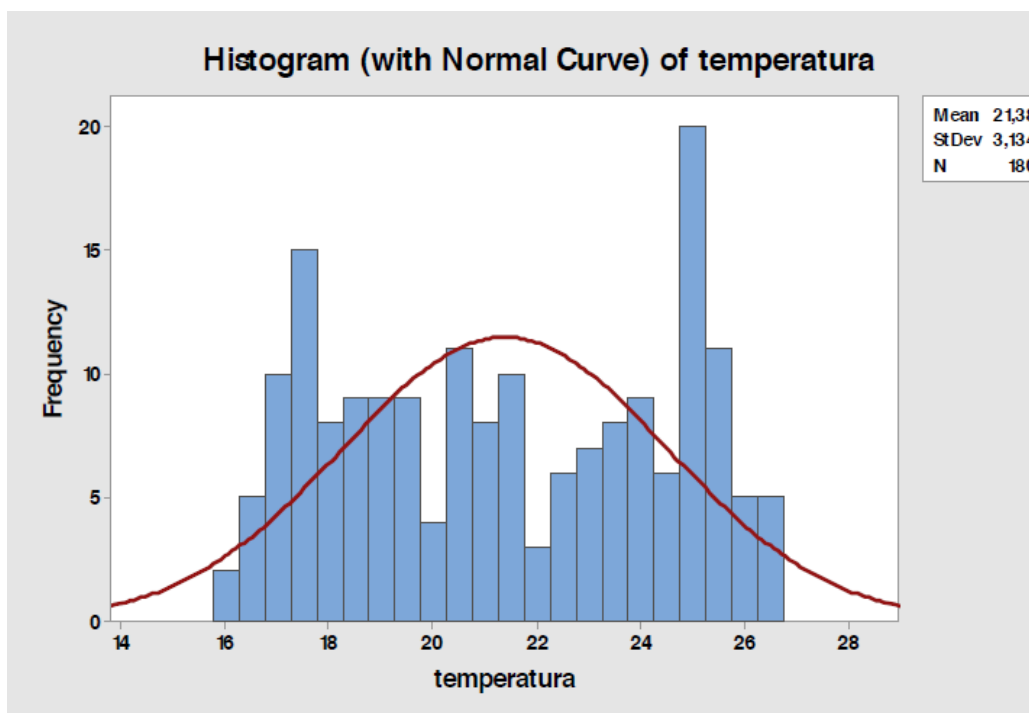
**Figura 7**

*Q - Q PLOT de Temperaturas*



**Figura 8**

*Ajuste a la Curva Normal de la Serie de Temperaturas*



#### d) Análisis de los componentes de la variable temperatura.

Después de verificar que la data de temperaturas cumple los requisitos de consistencia y validez, procedemos a descomponer la serie a fin de determinar la significancia de las variaciones de temperatura en el largo plazo.

Con la ayuda del SPSS hallamos previamente los factores estacionales.

La Tabla 10 muestra los resultados obtenidos con el software estadístico para los factores estacionales expresados como porcentaje (índices estacionales).

**Tabla 10**

#### *Factores Estacionales de Temperaturas*

Periodo	Factor Estacional (%)
1	116,0
2	120,0
3	119,6
4	111,6
5	96,5
6	84,1
7	79,4
8	81,9
9	87,6
10	93,4
11	100,8
12	109,1

Las 4 nuevas variables en la matriz de datos de SPSS son:

ERR1: Error para temp de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

SAS1: Serie ajustada por temporada para temp de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

SAF1: Factores estacionales para temp de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

STC1: Ciclo de tendencia para temp de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

La variable SAF1 corresponde a los factores estacionales de la Tabla 10 y sirven para hallar la serie desestacionalizada de temperaturas que figuran en la primera columna, mediante la relación:

$$SAS1 = TEMP / SAF1$$

Análogamente para los valores de la tendencia STC1, se tiene:

$$STC1 = SAS1 / ERR1$$

Los 10 primeros datos para estas 4 nuevas variables generadas por el SPSS en la vista de datos se muestran en la Tabla 11.

**Tabla 11**

*Desestabilización de la Serie de Temperaturas*

Temp	Año	Meses	ERR1	SAS1	SAF1	STC1
24,5	2001	1 JAN 2001	1,00753	21,11996	1,16004.	20,96217
25,0	2001	2 FEB 2001	,98500	20,83026	1,20018	21,14755
25,7	2001	3 MAR 2001	,99880	21,49243	1,19577.	21,51831
24,8.	2001	4 APR 2001	1,01809	22,21927	1,11615	21,82441
21,2	2001	5 MAY 2001	,99911	21,96845	,96502	21,98809
18,5	2001	6 JUN 2001	,99676	22,00987	,84053	22,08149
17,5	2001	7 JUL 2001	,99004	22,03677	,79413	22,25852
18,4	2001	8 AUG 2001	,99704	22,47406	,81872	22,54069
20,4	2001	9 SEP 2001	1,02278	23,28005	,87629	22,76163
21,3	2001	10 OCT 2001	1,00631.	22,80048	,93419	22,65751

### **Componente tendencia.**

La Tabla 12 presenta los valores mensuales de la componente Tendencia incluidos ciclos obtenidos como resultados del SPSS y los promedios anuales.

**Tabla 12***Componente Tendencia y Ciclos de Serie Temperaturas*

AÑO	ENE	FEB	MA	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
2001	20.96	21.15	21.52	21.82	21.99	22.08	22.26	22.54	22.76	22.66	22.34	21.92	22.00
2002	21.76	21.70	21.83	21.85	21.84	21.62	21.46	21.56	21.83	21.93	21.60	21.17	21.68
2003	20.91	20.82	20.80	20.81	21.02	21.24	21.25	21.05	20.84	20.90	21.07	21.26	21.00
2004	21.24	21.12	21.00	20.83	20.72	20.63	20.81	21.13	21.39	21.46	21.36	21.28	21.08
2005	21.18	21.04	20.80	20.51	20.26	20.28	20.44	20.58	20.50	20.49	20.66	20.99	20.64
2006	21.20	21.20	21.07	20.93	20.89	21.00	21.19	21.32	21.29	21.17	21.17	21.25	21.14
2007	21.37	21.33	21.16	20.96	20.75	20.50	20.16	19.81	19.70	19.81	20.12	20.42	20.51
2008	20.72	20.97	21.04	20.89	20.60	20.56	20.72	20.94	20.99	21.04	21.33	21.80	20.97
2009	22.20	22.38	22.53	22.45	22.17	21.57	21.23	21.09	21.22	21.29	21.23	21.08	21.70
2010	20.97	21.05	21.36	21.72	21.95	21.84	21.65	21.58	21.71	21.79	21.81	21.82	21.60
2011	21.87	21.93	21.95	22.08	22.26	22.46	22.48	22.33	22.30	22.39	22.47	22.22	22.23
2012	21.85	21.71	21.84	22.14	22.26	22.15	21.85	21.45	21.15	20.99	21.00	21.11	21.62
2013	21.25	21.46	21.56	21.63	21.55	21.57	21.51	21.54	21.48	21.48	21.46	21.46	21.50
2014	21.43	21.22	20.90	20.60	20.64	21.11	21.70	22.14	22.11	21.89	21.47	21.18	21.37
2015	20.95	20.96	21.14	21.54	21.94	22.24	22.34	22.39	22.30	22.10	21.72	21.53	21.76

Tomando en cuenta los promedios anuales y asumiendo linealidad, como es habitual en este tipo de análisis, obtenemos la función siguiente:

$$Y_t = 21.1581 + 0.02857 t.$$

donde “t” son los años codificados como 1, 2, ..., 15 ( $r=0.262$ ); lo cual nos indica que el efecto del cambio climático en la tendencia de temperaturas es alrededor de 2.86 %, con pendiente positiva, es decir, con tendencia a aumentar cada año.

#### **Descomposición estacional.**

La Tabla 13 muestra el detalle de la data desestacionalizada mensual; es decir, el valor de las temperaturas mensuales si se descontara el efecto de las estaciones. Como puede observarse, los promedios mensuales en el largo periodo oscilan alrededor de una media de 21.39°C con una desviación estándar de 0.05°C, lo cual nos hace ver la estabilidad de los resultados obtenidos.

**Tabla 13***Data Desestacionalizada de Temperaturas*

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	21.12	20.83	21.49	22.22	21.97	22.01	22.04	22.47	23.28	22.80	22.43	21.62
2002	21.64	21.50	22.25	21.41	22.28	21.89	20.90	21.13	22.14	22.69	21.54	20.80
2003	20.69	21.00	20.99	20.25	21.04	21.53	21.53	21.13	20.31	20.87	21.04	21.62
2004	21.21	21.08	21.07	20.70	21.04	20.11	20.65	21.25	21.57	21.84	20.94	21.35
2005	21.46	20.83	20.91	20.79	19.79	19.99	20.53	21.13	20.31	20.12	20.54	21.17
2006	21.38	21.41	20.99	20.70	21.04	20.82	20.90	21.99	21.34	20.66	21.44	20.98
2007	21.55	21.66	20.91	21.05	20.72	20.58	20.40	19.42	19.51	19.59	20.34	20.34
2008	20.69	21.08	21.24	21.32	20.10	20.23	20.78	21.25	21.11	20.66	20.94	21.99
2009	22.76	22.16	22.25	22.94	23.11	20.34	21.41	21.13	20.77	21.73	21.54	20.71
2010	20.86	21.08	21.07	21.59	22.80	21.89	21.16	21.37	22.02	21.84	21.73	21.72
2011	21.98	22.00	21.74	22.22	21.86	22.84	22.92	21.86	22.25	22.16	23.02	22.63
2012	21.29	21.33	21.83	22.49	22.18	22.49	22.04	21.01	21.34	20.77	20.74	21.44
2013	21.03	21.33	21.83	21.95	20.93	22.01	21.41	21.50	21.45	21.62	21.34	21.35
2014	21.72	21.33	20.99	20.25	20.21	20.94	21.78	22.96	21.91	22.05	21.44	21.17
2015	20.60	21.00	20.99	21.32	22.07	22.72	22.16	22.23	22.60	22.59	21.14	21.44
<b>Prom</b>	<b>21.33</b>	<b>21.31</b>	<b>21.37</b>	<b>21.41</b>	<b>21.41</b>	<b>21.36</b>	<b>21.37</b>	<b>21.46</b>	<b>21.46</b>	<b>21.47</b>	<b>21.34</b>	<b>21.36</b>

En la Tabla 9 de la página 86 se aprecia que el promedio anual de temperaturas es de 21.383°C; de este resultado se deduce que, teniendo en cuenta la pendiente de la línea de tendencia de 2.86% anual, el efecto del cambio climático en la provincia de Ica sería de 0.61°C en el período estudiado de 15 años, lo cual equivale a 0,40°C por década. Este resultado, para el caso de la Provincia de Ica, es inferior a las estimaciones de los expertos en cambio climático de NN UU ya que el IPCC, en su quinto informe de evaluación manifestaba que "...de 1880 a 2012 la temperatura media mundial aumentó 0,85 °C..." (IPCC, 2014).

- En los Anexos 6, 7, 8 y 9 se puede encontrar el desarrollo completo para las variables restantes: Humedad relativa, Horas de Sol, Producción agrícola de la provincia de Ica; asimismo la relación entre el índice de producción con los indicadores del clima.

## V. RESULTADOS

La data correspondiente a todas las variables estudiadas, tanto las correspondientes a los indicadores del clima como las que corresponden a la producción, satisfacen las propiedades estadísticas de una data consistente y válida; por lo cual los resultados obtenidos se pueden comentar con alto grado de certeza estadística.

5.1. El calentamiento global incide en la provincia de Ica con una tendencia positiva en la temperatura, con una incidencia de 0.40°C por década, lo cual indica que es posible esperar temperaturas extremas en las siguientes décadas.

5.2. La Humedad Relativa del aire en el período considerado muestra también una tendencia positiva, mostrando un coeficiente del 8.9%. Podemos afirmar que tendremos presencia de mayor humedad en la provincia en años futuros.

5.3. Las Horas de Sol en el período analizado muestra tendencia a disminuir en el largo plazo con una pendiente de -1.642. Podemos afirmar que tendremos presencia de menor brillo solar en la provincia en años futuros.

5.4. Tomando en cuenta las variables climáticas en acción conjunta sobre la producción ( $Y = 13,9086 + 0,228735 \text{ Temp} - 0,110018 \text{ HR} - 0,042285 \text{ HdeS}$ ), es aumento con el incremento de temperatura, disminución con el aumento de la Humedad relativa del aire y el aumento de las Horas de sol; concluyendo porcentualmente que la producción agrícola será favorable para el presente y futuro.

Estos resultados son sólidos, debido a que se han sometido previamente a análisis exploratorio y análisis confirmatorio a las variables explicativas del clima, a que satisfacen las propiedades de series de tiempo atmosféricas.

El análisis de componentes de una variable climática es estadísticamente confiable si se verifica previamente que la data con la cual se trabaja satisface las propiedades de una serie de tiempo atmosférica.

Asimismo, en lo que reporta la Dirección Regional Agraria Ica para el período 2009-2018 (gráfico adjunto), se observa que hay avances significativos

en cuanto a la producción de los cultivos en la provincia de Ica, lo que demuestra que se está garantizando la sustentabilidad futura en la Provincia de Ica.

Provincia de Ica: Producción de los cultivos, según año, 2009-2018

En tonelada

Cultivo	AÑO									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>TOTAL</b>										
<b>I. TRANSITORIOS</b>										
MAIZ AMARILLO DURO	25,214.2	20,575.1	25,612.4	25,693.3	25,689.5	31,366.6	33,184.6	30,306.2	25,472.8	31,821.2
ALGODON TANGUIS	16,092.3	8,675.1	7,414.0	11,755.0	12,112.5	11,352.9	5,158.7	2,696.1	2,590.4	3,241.5
ALGODON PIMA	-	-	-	-	62.6	-	-	-	-	-
PALLAR GRANO SECO	1,095.3	1,448.3	1,653.9	2,296.5	2,190.1	2,331.0	2,113.8	1,212.4	961.6	1,735.2
PALLAR GRANO VERDE	-	-	-	77.9	302.5	147.2	122.0	39.0	111.6	61.7
PAPA	37,070.8	39,126.0	49,073.7	46,331.7	48,296.9	60,671.0	44,248.1	39,215.5	52,151.8	59,797.7
ALCACHOFA	18,457.4	15,987.8	15,306.1	12,366.4	10,266.0	1,135.3	-	-	750.1	2,949.1
CEBOLLA CABEZA AMARILLA	77,680.5	96,992.0	99,496.5	119,653.4	111,969.9	120,265.9	112,053.8	59,983.5	118,267.3	95,792.0
CEBOLLA CABEZA ROJA	-	5,204.0	10,366.4	7,857.1	12,019.0	19,449.0	14,170.9	3,479.5	1,268.0	704.4
ZAPALLO	16,497.0	18,141.0	19,367.6	20,541.8	21,629.0	25,538.3	24,067.3	14,323.1	13,939.7	13,057.8
MAIZ CHOCLO	878.8	1,236.0	2,187.0	1,974.9	1,793.5	1,194.9	1,257.4	608.9	841.7	692.5
CAMOTE	222.5	70.2	-	257.8	-	-	60.4	123.1	-	75.0
TOMATE	92,127.0	90,274.4	69,793.2	90,775.6	90,946.6	101,793.9	76,934.6	66,229.4	71,024.2	111,725.3
SANDIA	4,763.8	6,098.2	8,751.5	10,174.9	8,239.6	9,095.6	8,609.7	4,866.2	4,724.4	5,732.0
FRIJOL GRANO SECO	57.5	94.5	95.0	108.4	152.4	94.0	103.3	33.1	83.5	80.9
PAPRIKA	6,486.2	12,263.9	12,456.3	15,161.4	7,914.0	8,306.8	1,194.1	746.0	1,113.3	1,444.0
MELON	-	210.0	1,060.2	1,824.0	1,067.8	224.1	601.5	-	-	208.0
GARBANZO GRANO SECO	483.4	456.1	273.2	227.9	112.6	47.5	38.4	12.4	8.8	10.9
MAIZ MORADO	-	26.0	22.5	42.3	10.1	21.0	50.6	13.5	217.7	96.7
YUCA	-	-	193.3	-	-	-	-	-	14.2	-
MAIZ AMILACEO	-	17.6	11.9	128.9	7.5	14.0	-	-	10.0	-
HABA GRANO VERDE	-	40.5	26.0	-	-	-	-	-	-	-
ARVEJA GRANO VERDE	31.5	-	16.2	-	-	14.0	-	-	-	-
<b>II. SEMIPERMANENTES</b>										
ESPARRAGO	102,563.0	116,709.9	124,331.2	124,074.7	129,844.7	130,691.4	129,708.1	141,052.6	151,555.2	152,302.0
ALFALFA	2,027.9	2,164.8	2,728.6	2,802.6	2,881.6	2,862.3	2,573.6	2,285.2	1,933.4	1,807.4
TUNA	245.2	208.8	261.7	187.8	181.8	180.4	178.9	176.2	165.1	164.4
ARANDANO	-	-	-	-	-	-	-	-	298.0	795.6
<b>III. PERMANENTES</b>										
VID	95,250.7	94,249.1	98,110.9	104,502.6	127,838.6	135,385.1	166,809.7	162,966.0	174,758.4	187,216.8
PALTO	7,838.6	9,427.4	13,164.1	13,281.6	13,482.6	15,862.3	17,936.1	18,765.5	19,435.7	22,979.8
MANDARINA	5,260.3	7,601.6	8,397.0	8,438.0	8,208.5	9,002.7	9,409.2	11,097.1	11,434.7	11,487.2
OLIVO	857.3	1,047.5	1,376.9	1,755.7	3,469.3	3,925.4	4,361.4	4,815.5	5,763.6	6,374.5
TANGELO	5,929.9	6,391.9	8,608.8	10,366.7	11,390.9	10,404.1	13,864.5	15,096.2	16,082.9	16,572.3
GRANADO	976.3	823.5	2,907.7	3,391.1	3,923.5	5,276.7	5,868.7	7,527.6	8,151.5	23,479.1
NARANJO	15,752.7	15,571.5	13,630.4	14,510.4	14,360.4	14,091.1	13,824.4	14,509.0	13,308.9	13,891.0
PECANO	1,039.7	1,140.5	1,257.5	1,529.8	1,662.6	1,684.9	1,776.2	1,633.6	1,735.2	1,797.3
MANGO	3,543.4	3,671.0	3,155.8	3,083.1	3,184.1	3,421.5	3,337.0	2,937.8	2,731.6	2,689.4
JOJOBA	443.7	644.0	807.5	810.5	857.3	1,010.0	1,530.0	1,555.4	1,606.0	1,535.0
HIGUERA	236.4	227.5	218.0	231.1	158.8	113.3	166.0	104.0	99.8	105.2
LUCUMA	215.5	203.0	195.6	178.4	143.2	131.3	50.3	51.9	36.3	-
CIRUELO	142.2	173.0	210.5	185.1	184.0	181.2	158.7	145.6	141.8	124.0
MANZANO	65.3	63.0	62.4	52.8	49.0	39.7	34.7	34.6	38.3	37.1
DATIL	18.0	20.0	22.0	18.5	20.4	34.5	45.7	47.2	53.6	59.5

Fuente: Informes Mensuales de la Agencia Agraria Ica

Elaboración: Dirección de Información Agraria



## VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 6.1. Contratación de hipótesis con los resultados.

Tomando en cuenta el Análisis multicriterio y la matriz de correlación entre todas las variables consideradas, mostrada en la Tabla N° 27 de la página 182, procedemos a efectuar la contratación de los resultados con las hipótesis de trabajo.

**Hipótesis específica 1:** La temperatura de la provincia Ica incidió de manera significativa en la producción agrícola del período 2001-2015.

El coeficiente de correlación entre las variables producción y temperatura es sólo del 15.56%. No hay razón suficiente para afirmar que la incidencia fuera significativa.

**Hipótesis específica 2:** La humedad relativa del aire de la provincia de Ica repercutió en forma significativa en la producción agrícola del período 2001-2015.

El coeficiente de correlación entre las variables producción y humedad relativa del aire es sólo del 16.50%. No hay razón suficiente para afirmar que la repercusión haya sido significativa.

**Hipótesis específica 3:** Las horas de sol de la provincia de Ica influyeron en forma significativa en la producción agrícola del período 2001-2015.

El coeficiente de correlación entre las variables producción y las horas de sol es de 55.95%. Se puede afirmar que hubo leve influencia de las horas de sol en la producción agraria de la provincia, añadiendo que la influencia fue negativa en el índice de producción.

**Hipótesis general:** El clima de la provincia de Ica afectó en forma significativa a la producción agrícola del período 2001-2015.

De las contrastaciones anteriores se deduce que el clima de la provincia de Ica no afectó en forma significativa a la producción agrícola del período 2001-2015.

## 6.2. Contrastación de resultados con estudios similares.

Teniendo en cuenta la pendiente de la línea de tendencia de 2.9% anual, el efecto del Cambio Climático en la Provincia de Ica sería de 0.62 °C por año, en el período de 15 años estudiado.

**Contrastación:** Este resultado, para el caso de la Provincia de Ica, es inferior a las estimaciones de los expertos en Cambio Climático de NN.UU., ya que el IPCC en su quinto informe de evaluación manifestaba que "... de 1880 a 2012 la temperatura media mundial aumentó 0.85 °C..." (IPCC, 2014)

Ramírez Poggi, Olga Elena, desarrolló el tema "Cumplimiento del protocolo de Kioto ante el cambio climático y calentamiento global para prevenir y minimizar desastres naturales en el Perú 2014-2016"; llegó a la conclusión de que hasta 2018 poco se ha avanzado en el cumplimiento de los compromisos del Protocolo tanto por los países grandemente productores de gases de efecto invernadero EE. UU., Gran Bretaña, China, India, etc., como por pequeños países como Perú (RAMÍREZ, 2018a).

**Contrastación:** Como se mencionó en el comentario, la autora tocó aspectos de política nacional pero no efectuó análisis del clima de regiones específicas del país. No es posible efectuar la contrastación, debido a que no llega a resultados a nivel local y no menciona a la provincia de Ica.

Rivera Carpio, Esmélida Roxana, desarrolló el tema "Evaluación de la potencialidad turística del distrito de Chucuito-Puno" (RIVERA, 2017a).

**Contrastación:** Este trabajo cataloga espacios geográficos de interés turístico y propone poner en valor por cuenta de las autoridades pertinentes. No hay enfoques referidos a la agricultura, ni efectúa análisis del clima de la región.

Prieto Medina, José Luis, desarrolla el tema "Análisis de las repercusiones del cambio climático en el ámbito gastronómico sobre la producción de uva en la región Ica y como responder ante estos cambios" (PRIETTO, 2016a).

**Contrastación:** Las conclusiones de este investigador hacen sospechar que los efectos del CC no tendrían igual significación para diferentes microclimas del Perú. Sin embargo, de que no realiza estudio del clima de Ica, llega a la

conclusión de que el CC no afecta el ámbito gastronómico de la producción de uva. El resultado del presente estudio coincide con la conclusión a que llegó este autor cuando menciona que el cambio climático no afecta el ámbito gastronómico de la producción de uva.

Gayoso Pérez Rocío del Milagro e Inga Galoc Gisela, desarrollaron el tema “Valoración económica de los agricultores por la implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en Lambayeque 2016” (GAYOSO, 2017a).

**Contrastación:** Las autoras llegan a conclusiones muy útiles, sin embargo, debe ser reforzado mediante estudios adicionales sobre el efecto del clima en la producción agrícola, ya que enfoque fue básicamente sobre las estrategias del operador agrícola para adaptarse al cambio climático.

Acuña Azarte, Delia desarrolla el tema “Análisis multivariado para la generación de escenarios climáticos 2040-2050 en el Perú” (ACUÑA, 2015a).

**Contrastación:** Se observa dos conceptos relevantes. Para la autora el clima se explica sólo por la temperatura y la precipitación (en los Andes), ignora otros componentes del clima que son la humedad relativa y las horas de sol; por otra parte, no menciona que haya efectuado el análisis de consistencia ó validación de la data de las 216 estaciones del período 1971-2010, antes de analizar la Correlación Canónica.

Espinoza Pinedo, Víctor Manuel desarrolló el tema “Evaluación de elementos climáticos de la microcuenca Puno con fines de producción agrícola” (ESPINOZA, 2010)

**Contrastación:** El autor manifiesta que: “...para cada objetivo se utilizó la metodología consistente en: análisis de consistencia, método estadístico de Diseño de Bloque Completo de Azar, para ver la variabilidad de cada variable climática en estudio, para verificar la asociación y medir la intensidad entre variables, se utilizó la técnica estadística de correlación y regresión lineal y compuesta...”. Como resultados del trabajo de investigación identifica los meses de mayor y menor incidencia de las precipitaciones, la temperatura, la humedad relativa y las horas de sol en la microcuenca Puno. Es una investigación

conducida razonablemente al utilizar las técnicas estadísticas apropiadas. No aplicó las técnicas de análisis de validez de la data, evidentemente por no existir en la fecha de su tarea investigativa una metodología estadística que lo permita aplicar. Este vacío académico se suple con el trabajo de investigación y propuesta de la presente tesis que se presentó en el año 2019 ante la Universidad Nacional del Callao.

Orcollo Llanque, Jaime Betsabé desarrolló el tema “Microzonificación climática para el mejoramiento de la producción agrícola en la cuenca de Zapatilla del departamento de Puno” en su tesis de pregrado ante la Universidad Nacional del Altiplano. Aplica metodología estadística “...*para explicar mejor la relación que existe entre la producción agrícola con la oscilación de la temperatura, se a utilizado el modelo de regresión cuadrática de sólo dos variables*” (ORCOLLO,2017).

**Contrastación:** Como otros trabajos de investigación mencionados, el autor considera a la temperatura como único indicador climático, lo cual es insuficiente.

### **6.3. Responsabilidad ética.**

Los autores del presente trabajo de investigación declaramos que las fuentes de información aquí citadas son las que corresponden a sus autores, que los juicios presentados sin mencionar al autor son opiniones nuestras de los cuales nos hacemos responsables, de conformidad con las normas y reglamentos que establece la Universidad Nacional del Callao para los trabajos de investigación.

## VII. CONCLUSIONES.

1. La data relativa a variables atmosféricas debe ser sometida a pruebas de consistencia y validez para obtener resultados confiables en las inferencias sobre el comportamiento de la variable como efecto del cambio climático. En el caso de la información obtenida del SENAMHI para la provincia de Ica, se ha demostrado que la data utilizada es altamente consistente y válida, lo cual permite efectuar deducciones estadísticas confiables.
2. Si bien el calentamiento global ha influido sobre los indicadores del clima de la Provincia de Ica, las repercusiones sobre el clima no fueron significativas en el período considerado de 2001 a 2015.
3. El análisis multicriterio demuestra que el clima de la provincia de Ica no afectó en forma significativa a la producción agrícola del período 2001-2015.
4. Todo programa agrícola basado en los experimentos positivos de aclimatación de productos en la provincia de Ica tiene sostenibilidad en el largo plazo, pues está demostrado que la influencia del clima futuro será la misma que la actual vigente.
5. Existe escasa investigación empírica/estadística sobre los efectos del clima en regiones específicas del Perú. Las que existen parten de la hipótesis no demostrada de que el efecto del cambio climático es real en la producción agrícola.
6. Los avances significativos en la producción de los cultivos en la provincia de Ica, demuestra que se está cumpliendo con lo que el hombre busca: **un** clima satisfactorio, suelos fértiles y la topografía favorable, garantizándose la sustentabilidad futura en la Provincia de Ica.

## VIII. RECOMENDACIONES.

1. Toda data estadística relacionada con variables atmosféricas debe ser debidamente sometida a pruebas de consistencia y validez a fin de obtener resultados confiables.
2. Para facilitar las acciones de los gobiernos regionales y locales orientadas a la ZEE y al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible, se requiere identificar los efectos reales del clima sobre la producción agrícola; por lo cual, se recomienda a las Universidades y a los centros de investigación agrícola y meteorológica privilegiar las investigaciones sobre los efectos de clima de cada región y zona.
3. El Estado peruano debe dar mayores recursos de equipamiento y financieros al SENAMHI a fin de que pueda ampliar la cobertura de sus estaciones meteorológicas e hidrológicas con el objetivo de producir información estadística más detallada y oportuna.
4. Que el Gobierno Regional de Ica tome en cuenta los aportes de la tesis a la investigación científica, dado que se ha demostrado que los resultados son sólidos, debido a que se ha sometido previamente a las variables explicativas del clima, a análisis exploratorio y análisis confirmatorio.
5. Que las instituciones públicas y privadas consideren estos aportes, dando facilidades a los agricultores, evitando la venta de estas tierras productivas, que lamentablemente está ocurriendo en otras zonas del sur medio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACUÑA AZARTE, D. 2015. Análisis multivariado para la generación de escenarios climáticos 2040-2050 en el Perú [en línea]. Lima: Universidad Agraria de La Molina, Tesis de maestría, 137, p 6 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2171/P40-A23-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AGROAREQUIPA. 2011. Producción Agraria. Cultivo de páprika [en línea]. Lima: Agroarequipa, documento técnico en blog, 29, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://agroarequipa.blogspot.com/2011/08/cultivo-de-paprika.html>.

AGROES. S.f. Laboreo del suelo en vid [en línea]. Madrid: AgroEs.com, documento técnico en web, 28, pp 4-7 [consulta: 7 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://www.agroes.es/cultivos-agricultura/vid-vino-bodegas/vid-cultivo>

ALARCÓN, G. y SALINAS FERNÁNDEZ, J. 2017. Plan de ordenamiento territorial de la región Ica [en línea]. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal, 50, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/11902721/Plan\\_de\\_ordenamiento\\_territorial\\_ica](https://www.academia.edu/11902721/Plan_de_ordenamiento_territorial_ica)

ALIANZA CLIMA Y DESARROLLO. 2014. El Quinto Reporte de Evaluación del IPCC: Mensajes para América Latina [en línea]. Ginebra: Alianza Clima y Desarrollo & Overseas Development Institute. Licencia Creative Commons, 40, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2014/12/INFORME-del-IPCC-Que-implica-para-Latinoamerica-CDKN.pdf>

ALVAREZ ARBULÚ, O.C., BOZA QUINTANILLA, M., HERENCIA REYES, R.K. y ROBLES ARANA, A.R. 2017. Evaluación económica de los efectos del cambio climático en la agricultura de la cuenca del río Ica, en el período 2017-2030 [en línea]. Lima: Universidad ESAN, Tesis de maestría, 117, 19 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/ESAN/1164/2017\\_MATP-ICA\\_15\\_01\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/ESAN/1164/2017_MATP-ICA_15_01_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ANGELFIRE. 2001. Cultivo de cebolla [en línea]. Lima: Angelfire, documento técnico en blog, 4, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/cebolla.htm>.

ATAUCUSI QUISPE, S. 2015. Manejo técnico del cultivo de palta [en línea] Arequipa: Cáritas del Perú & Compañía de Minas Buenaventura, 39, pp 4-5 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://gaviotareps.com/bitportal/Cms\\_Data/Contents/BuenaventuraDataBase/Folders/Publicaciones/~contents/4HE29DA2Y7EM6HX7/Manual-Palta.pdf](http://gaviotareps.com/bitportal/Cms_Data/Contents/BuenaventuraDataBase/Folders/Publicaciones/~contents/4HE29DA2Y7EM6HX7/Manual-Palta.pdf)

ATLAS IDEAM Colombia. 2015. Clasificación de los climas [en línea], Bogotá: Gobierno de Colombia, 18, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf>

BALIN ENGIN, B., MUMCU AKAN, H.D. y ALTAYLIGIL BARIS, Y. (2018). Trade liberalization and environmental degradation: A time series analysis for Turkey [en línea]. United Kingdom: International Journal of Economics, Commerce and Management, Vol. VI, Issue 5, May 2018, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://ijecm.co.uk/wp-content/uploads/2018/05/652.pdf>

BANFI, G et al. 2012. Manual para productores de naranja y mandarina [en línea]. Buenos Aires: INTA gov.arg [Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria], documento técnico en web, 160, Capítulo 4: Cultivo de cítricos, pp 1-9 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_manual\\_citricultura\\_cap4crev\\_mip.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_manual_citricultura_cap4crev_mip.pdf).

BARCENA, A., et al. 2018. La Economía del Cambio Climático en América Latina y el Caribe. Una visión gráfica [en línea]. Santiago de Chile: CEPAL, 61, 10 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42228/4/S1701215A\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/42228/4/S1701215A_es.pdf)

BÁRCENA, A., CIMOLI, M. y PERES, R. 2019. Informe de avance cuatrienal sobre el progreso y los desafíos regionales de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe [en línea]. Santiago de Chile: CEPAL. 234, 186 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44551/7/S1900433\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44551/7/S1900433_es.pdf)



BCRP. 2010. Encuentro económico. Informe económico y social región Ica [en línea]. Lima: Banco Central de Reserva del Perú, documento informativo en web, 153, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Proyeccion-Institucional/Encuentros-Regionales/2010/Ica/Informe-Economico-Social/IES-Ica.pdf>.

BRINGAS GUTIÉRREZ, M. A. 2000. La producción y la productividad en la agricultura española 1752-1935 [en línea]. Madrid: Banco de España & Universidad de Cantabria, UCrea, Tesis doctoral, 199, p 6 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. ISBN 84-8102-404-X. ISSN: 0213-2702 Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/725/Bringas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CALDENTEY ALBERT, P. 2017: Neoinstitucionalismo y economía agroalimentaria [en línea]. Córdoba: Universidad de Córdoba. Revista CE Contribuciones a la Economía, 15, pp 1-2 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. ISSN: 1696-8360. Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/pca-agroali.htm>

CARRASCO, C. 2009. Metodología de investigación científica: Pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación [en línea]. Lima: Editorial San Marcos, 226, capítulos publicados por Eliseo Moreno, p 1 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com>

CEPLAN [Centro Nacional de Planeamiento Estratégico]. 2012. Región Ica. Perspectivas para el desarrollo regional al 2021. [en línea]. CEPLAN & GOREIca, 23, pp 11,12 [consulta: 14 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/94697629/4-Presentacion-Gore-Ica-ceplan>.

CHAVARRI VELARDE, E.A. 2001. Balance hidrológico de la cuenca integral del río Ica [en línea]. Lima: INRENA, ANA Autoridad Nacional del agua, 74, p 14 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/4411/1/1882/1/estudio\\_hidrologico\\_ica.pdf](http://repo.floodalliance.net/jspui/bitstream/4411/1/1882/1/estudio_hidrologico_ica.pdf)

CLEMENTE RICSE, J. y DIPAS MEDRANO, E. 2016. Efectos del cambio climático sobre la tasa de crecimiento de la producción de papa en el valle de

Mantaro: 2000-2014 [en línea]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú, tesis de grado, 73, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3312/>

Clemente%20Ricse-dipas%20Medrano.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CONGRESO DEL PERU. 2015. Evaluación del proceso de descentralización 2014-2015: El Ordenamiento Territorial. [en línea]. Lima: Congreso de la República del Perú, documento administrativo en web, 177, 1-3 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/F86F7A350FCE02BA05257E8B0063DC26/\\$FILE/63\\_pdfsam\\_LIBRO\\_EVALUACION.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/F86F7A350FCE02BA05257E8B0063DC26/$FILE/63_pdfsam_LIBRO_EVALUACION.pdf)

CONTRERAS GÓMEZ, F. 2019. El clima [en línea]. Clínica Adulto & academia.org., Artículo en web, 3, [consulta: 7 de diciembre de 2019]. Disponible en:

[https://www.academia.edu/32717468/El\\_clima?auto\\_download=true&email\\_work\\_card=view-paper](https://www.academia.edu/32717468/El_clima?auto_download=true&email_work_card=view-paper)

DE LA FUENTE FERNÁNDEZ, S. 2013. Estadística descriptiva: Números índices [en línea]. Madrid:Universidad Autónoma de Madrid, 23, pp 13-15 [consulta : 23 de enero de 2019]. Disponible en: <http://www.fuenterrebollo.com/Economicas2013/indices-teoria.pdf>

ESPAÑA. 2014. Rasgos generales de clima y suelo para el cultivo de la vid [en línea]. Madrid: Cata del vino, documento técnico en web, 3, [consulta: 4 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.catadelvino.com/blog-cata-vino/rasgos-generales-de-clima-y-suelo-para-el-cultivo-de-la-vid-en-espana>

ESPINOZA MELGAR, L. 2012. Manejo y sanidad en el cultivo de pallar [en línea]. Ica: Agrobanco & UNALM), documento técnico en web, 29, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/029-a-pallar\\_MANEJO\\_SANIDAD\\_.pdf](https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/029-a-pallar_MANEJO_SANIDAD_.pdf)

FAO. 2014. Greenhouse Gas Emissions from Agriculture, Forestry and Other Land Use [en línea]. FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations],09/12/2014. Climate change. PDF version, documento informativo en

web, 2, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/en/c/271780/>

FLORES ZEGARRA, J. 2015. Cultivo del pallar [en línea]. Arequipa: Universidad Católica de Santa María, 40, p 3 [consulta: 14 febrero de 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/alfredoeduardovalencianeira/cultivo-del-pallar-phaseolus-lunatus-2015>

GALARZA, F. y DÍAZ, G. (2015). Productividad total de factores en la agricultura peruana: estimación y determinantes [en línea]. Revista Economía Vol. XXXVIII, N° 76, semestre julio-diciembre 2015, pp. 77-116, 40, (pp11,12) [consulta: 2 de diciembre de 2019]. ISSN 0254-4415. Disponible en: [https://www.google.com.pe/search?sxsrf=ACYBGNRyqYE6wvLwLu8pJVxSthQ0ZUjA%3A1575045577806&source=hp&ei=yUnhXaT5LqKB5wLOuazwBQ&q=Productividad+total+de+factores+en+la+agricultura+peruana.&oq=Productividad+total+de+factores+en+la+agricultura+peruana.&gs\\_l=psyab.3..0i22i30.5202.520284021001686800jgswizFfCc4on3g&ved=0ahUKEwjkgayB7o\\_mAhWiwFkKHc4cC14Q4dUDCAk&uact=5](https://www.google.com.pe/search?sxsrf=ACYBGNRyqYE6wvLwLu8pJVxSthQ0ZUjA%3A1575045577806&source=hp&ei=yUnhXaT5LqKB5wLOuazwBQ&q=Productividad+total+de+factores+en+la+agricultura+peruana.&oq=Productividad+total+de+factores+en+la+agricultura+peruana.&gs_l=psyab.3..0i22i30.5202.520284021001686800jgswizFfCc4on3g&ved=0ahUKEwjkgayB7o_mAhWiwFkKHc4cC14Q4dUDCAk&uact=5)

GALINDO, L. M., et al. 2015. 8 tesis sobre cambio el climático y el desarrollo sostenible en América Latina. [en línea]. Santiago de Chile: CEPAL, 39, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39840/1/S1501211\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39840/1/S1501211_es.pdf)

GALLEGO, S. et al. 2019. Definición de clima [en línea]. Páginas web: Definiciones varias obtenidas de páginas seleccionadas, 3, [consulta: 4 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.meteorologiaenred.com/diferencia-entre-tiempo-y-clima.html>; <https://thales.cica.es/rd/Recursos/rd99/ed99-0151-01/capitulos/cap2.htm>; <https://definicion.de/clima/>

GALLEGOS BARRIENTOS, J. 2018. Plan de gobierno para la Región Ica 2019 - 2022 [en línea]. Ica: JNE [Jurado Nacional de Elecciones], documento administrativo en web, 52, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://declara.jne.gob.pe/ASSETS/PLANGOBIERNO/FILEPLANGOBIERNO/5427.pdf>

GARCÍA VILLANUEVA, J. 1994. Principios físicos de climatología [en línea]. Lima: Universidad Agraria de La Molina, 244, pp 36-40 [consulta: 18 febrero 2018]. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=inperupe.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf n=009566>

GARZÓN FLORES, I y SUMALAVE VELÁSQUEZ, F. R. 2018. Efectos del cambio climático en la agricultura del departamento de Huancavelica: caso maíz amiláceo durante los años 1966 - 2030 [en línea]. Callao: Universidad Nacional del Callao, tesis, 68, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/2963/Garzon%20Flores%20y%20Sumalave%20Velasquez\\_ECONOMISTA\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/2963/Garzon%20Flores%20y%20Sumalave%20Velasquez_ECONOMISTA_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GAYOSO PÉREZ, R.M. y INGA GALOC, G. 2017. Valoración económica de los agricultores por la implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en Lambayeque 2016 [en línea] . Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, tesis, 73, p 5 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/881/1/TL\\_GayosoPerezRocio\\_ingaGalocGisela.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/881/1/TL_GayosoPerezRocio_ingaGalocGisela.pdf)

GOBIERNO DE COSTA RICA. 1991. Cítricos. Libro: Aspectos técnicos sobre 45 cultivos agrícolas de Costa Rica [en línea]. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería, documento técnico en web, 17, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-0658citricos.pdf>

GOBIERNO DE CHILE, FIA [Fundación para la Innovación Agraria]. 2004. El cultivo del pecano [en línea]. Santiago de Chile: Gamaliel Lemus S., 22, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/EL%20CULTIVO%20DEL%20PECANO.pdf>

GONZALEZ TORO, C. 2007. Calentamiento global [en línea]. Lima: Universidad Ricardo Palma, 27, p 3 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://agricultura.uprm.edu/calentamiento/pdf/Calentamiento%20global.pdf>

GOREIca. 2005. “Estudio de Diagnóstico y Zonificación para el Tratamiento de la Demarcación Territorial de la Provincia de Ica”; documento técnico. Disponible en: <http://www.regionica.gob.pe/pdf/grppat/spat/zonificacion/estudio.pdf>.

GOREIca. 2010. Plan de Desarrollo Regional Concertado de Ica 2010 - 2021. Diagnóstico: Caracterización del departamento y de la situación actual [en línea]. Ica: Gobierno regional de Ica, documento administrativo en web, 20, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.regionica.gob.pe/pdf/transparencia\\_2011/plan\\_de\\_desarrollo\\_concertado/capitulo\\_2\\_parte\\_1.pdf](http://www.regionica.gob.pe/pdf/transparencia_2011/plan_de_desarrollo_concertado/capitulo_2_parte_1.pdf).

GOREIca. 2009. Plan anticrisis de la región Ica [en línea]. Ica: Gobierno regional de Ica, documento administrativo en web, 40, p 26 [consulta: 26 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://www.iesiperu.org.pe/documentos/publicaciones/45-ICASET2009-DIC2010.pdf>

GOREIca. 2014. Plan de movilización de la región Ica 2014-2015 [en línea]. Ica: Gobierno regional de Ica, 45, p 3 [consulta: 5 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.regionica.gob.pe/pdf/transparencia\\_2014/planes/plan\\_movilizacion\\_2014\\_2015.pdf](http://www.regionica.gob.pe/pdf/transparencia_2014/planes/plan_movilizacion_2014_2015.pdf)

GOREIca. 2018. Ordenanza regional N°0007-2018-GORE-ICA [en línea]. Ica: Gobierno regional de Ica, documento administrativo en web, 4, [consulta: 28 noviembre de 2019]. Disponible en: <https://vlex.com.pe/vid/747919021>

GUTIERREZ ARRIARAN, P. 2013. Modelo lineal general: Hipótesis y estimación [en línea]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 50, p 3 [consulta: 5 de febrero de 2019]. Disponible en: [https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-10-25-Tema\\_3\\_1\\_EctrGrado.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-10-25-Tema_3_1_EctrGrado.pdf)

GUTIÉRREZ ESPINO, C. et al. 2017. Perú: Línea de base de los principales indicadores disponibles de los objetivos de desarrollo sostenible ODS 2016 [en línea]. Lima: INEI, informe técnico en web, 201, p 59 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjV4Y6LqZLmAhUMjVvKkHSpVBBsQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.inei.gob.pe%2Fmedia%2FMenuRecursivo%2Fpublicaciones\\_digitaless%2FEst%2FLib1429%2Findex.html&usg=AOvVaw0NiTxXzucWsZSnAolKcX6v](https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjV4Y6LqZLmAhUMjVvKkHSpVBBsQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.inei.gob.pe%2Fmedia%2FMenuRecursivo%2Fpublicaciones_digitaless%2FEst%2FLib1429%2Findex.html&usg=AOvVaw0NiTxXzucWsZSnAolKcX6v)

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. Y BAPTISTA

LUCIO, M. P. 2014. Metodología de la Investigación [en línea]. 6ta. Ed. Mexico: McGraw Hill, 634, capítulo IV: pp 61-70; capítulo V: p 91; capítulo VII: pp 190-193 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. ISBN: 978 - 1 - 4562 - 2396 - 0. Edición anterior disponible en: [https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%B3n\\_5ta\\_edici%C3%B3n\\_Roberto\\_Hern%C3%A1ndez\\_Sampieri?auto=download](https://www.academia.edu/20792455/Metodolog%C3%ADa_de_la_Investigaci%C3%B3n_5ta_edici%C3%B3n_Roberto_Hern%C3%A1ndez_Sampieri?auto=download) [cap IV, pp 53-66].

HUETE, M., ARIAS, S. 2007. Manual para la producción de mango [en línea]. La Lima, Honduras: (USAID- RED Programa de Diversificación Económica Rural, Manual de producción en web, 45, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual\\_Producc\\_Mango.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/Manual_Producc_Mango.pdf)

HURTADO, C. 2008. Series de tiempo [en línea]. Santiago: Universidad de Chile, 52, pp 4-6 [consulta: 2 de febrero de 2019]. Disponible en: [https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjGnueaqbDmAhWixVkkHZY5A5oQFjAAegQIBhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ucursos.cl%2Fingenieria%2F2010%2F1%2FCC52A%2F1%2Fmaterial\\_docente%2Fbajar%3Fid\\_material%3D296003&usg=AOvVaw1XbDUoXyk6\\_ObsotdF\\_1EL](https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjGnueaqbDmAhWixVkkHZY5A5oQFjAAegQIBhAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ucursos.cl%2Fingenieria%2F2010%2F1%2FCC52A%2F1%2Fmaterial_docente%2Fbajar%3Fid_material%3D296003&usg=AOvVaw1XbDUoXyk6_ObsotdF_1EL)

INFOAGRO. 2010. El cultivo de la palmera datilera [en línea]. infoagro.com, documento técnico en web, 8, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://www.infoagro.com/documentos/el\\_cultivo\\_palmera\\_datilera.asp](https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_palmera_datilera.asp)

INTA s.f. Planeamiento de un cultivo cítrico [en línea]. Buenos Aires: INTA, documento técnico en web, 2, [consulta: 23 febrero de 2019]. Disponible en: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_manual\\_citricultura\\_cap4crev\\_mip.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_manual_citricultura_cap4crev_mip.pdf)

INZUNZA, J. C. 2005. Clasificación de los climas de Koppen Revista Ciencia Ahora N° 15, año 8, Abril-Mayo 2005 [en línea]. Concepción: Universidad de Concepción, 14, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://files.geosiso.webnode.es/200000158-01ff102f84/13ClasificacionClimas.pdf>

IPCC. 2013. Cambio climático [en línea]. Cambridge: Cambridge University Press, Glosario: Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 22, p 6 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI\\_AR5\\_glossary\\_ES.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/08/WGI_AR5_glossary_ES.pdf)

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]. 2014. El Quinto reporte de evaluación del IPCC [en línea]. Ginebra: Alianza Clima y Desarrollo & Overseas Development Institute. Licencia Creative Commons, 40, [consulta: 5 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://cdkn.org/wp-content/uploads/2014/12/INFORME-del-IPCC-Que-implica-para-Latinoamerica-CDKN.pdf>

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change]. 2017. Esquema del Sexto informe del IPCC [en línea]. Montreal: 46a. Reunión del IPCC, documento administrativo en web, 3, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://unfccc.int/es/news/el-ipcc-acuerda-los-esquemas-del-sexto-informe-de-evaluación>

JAPON QUINTERO, J. 1986. Cultivo del espárrago para verde [en línea]. Madrid: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación, Servicio de extensión agraria, documento técnico en web, 20, p 4[consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1986\\_17.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1986_17.pdf)

LOPEZ-DÓRIGA OSTOLAZA., J. 2018. El Premio Nobel de Economía 2018 [en línea]. Mexico: López-Dóriga digital. Artículo periodístico en Blog, 2, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://lopezdoriga.com/opinion/el-premio-nobel-de-economia-2018/>

MAICELO SALÓN, Z., GARAY, C. y ROBLES ARANA, L. 2014. Estrategia regional de cambio climático de Ica [en línea]. Ica: GORE Ica & Pilar Garavito, documento administrativo en web, 43, p 32 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.regionica.gob.pe/pdf/grrnma/2015/ercc\\_1.pdf](http://www.regionica.gob.pe/pdf/grrnma/2015/ercc_1.pdf)

MALASSIS, M. 1973. Agricultura y proceso de desarrollo, Ensayo de orientación pedagógica [en línea]. París: UNESCO & Promoción cultural S.A.,301, p 17 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. ISBN: 92-3-301053-8 (Unesco), ISBN. 84-7353005-5 (P.Cultural). Disponible en:

[https:// unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000137605](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000137605)

MARTINEZ LOAYZA, C. R. 2014. Impacto del cambio climático en la Hidrología de la cuenca del río Ica [en línea]. Lima: Universidad Nacional Agraria de La Molina, tesis, 83, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1849/P10.M378-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MINAM. 2009. Política Nacional del Ambiente. Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, [en línea]. Lima: Ministerio del Ambiente. Documento administrativo en web, 25, 4 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds\\_012-2009-minam.pdf](http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/ds_012-2009-minam.pdf)

MINAM. 2017. Reglamento Premio Nacional Ambiental. Resolución Ministerial N° 252-2017-MINAM, [en línea]. Lima: Ministerio del Ambiente. Documento administrativo en web, 5, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/341943/Reglamento\\_del\\_Premio\\_Nacional\\_Ambiental.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/341943/Reglamento_del_Premio_Nacional_Ambiental.pdf)

MINAM. 2019. Cambio climático [en línea]. Lima: Ministerio del Ambiente, 28, documento didáctico en web p 3 [consulta: 4 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2013/10/NIÑOS\\_pdf.pdf](http://www.minam.gob.pe/cambioclimatico/wp-content/uploads/sites/11/2013/10/NIÑOS_pdf.pdf)

MINCETUR. 2004. Plan estratégico regional de exportaciones PERX: Ica [en línea]. Lima: Mincetur, documento administrativo en web, 43, p 22-23 [consulta: 14 febrero de 2019]. Disponible en: [https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiXvY\\_5jqzmAhXtx1kKHRvKC-EQFjAAegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.mincetur.gob.pe%2Fwp-content%2Fuploads%2Fdocumentos%2Fcomercio\\_exterior%2Fplan\\_exportador%2FPerx\\_2003\\_2013%2F3Planes\\_Regionales\\_PERX%2FPerx\\_Ica%2FPERX\\_ICA.doc&usg=AOvVaw0ct1AqjmiyGe3GIPBBTo7w](https://www.google.com.pe/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiXvY_5jqzmAhXtx1kKHRvKC-EQFjAAegQIBRAC&url=https%3A%2F%2Fwww.mincetur.gob.pe%2Fwp-content%2Fuploads%2Fdocumentos%2Fcomercio_exterior%2Fplan_exportador%2FPerx_2003_2013%2F3Planes_Regionales_PERX%2FPerx_Ica%2FPERX_ICA.doc&usg=AOvVaw0ct1AqjmiyGe3GIPBBTo7w)

MINCETUR. 2018. Plan estratégico regional exportador de Ica. PERX ICA [en línea]. Ica: GOREIca & MINCETUR. Documento administrativo en web, 138,



[consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/354671/PERX\\_ICA.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/354671/PERX_ICA.pdf).

MORENO NAVARRETE, P. 2009. Módulo de climatología meteorología [en línea]. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi, 138, pp 17 y 51 [consulta: 2 de diciembre 2019]. Disponible en: [https://www.academia.edu/33327673/CLIMATOLOGÍA\\_Y\\_METEOROLOGÍA](https://www.academia.edu/33327673/CLIMATOLOGÍA_Y_METEOROLOGÍA)

NEYRA PALOMINO, A. F. et al. 2015. Orientaciones básicas sobre el ordenamiento territorial en el Perú [en línea]. 2da.edición Lima: MINAM [Ministerio del Ambiente], documento de orientación técnica en web, 60, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/ordenamientoterritorial/wp-content/uploads/sites/129/2017/02/Orientaciones-basicas-OT-1.pdf>

PACHAURI, R. K., et al. 2015. Cambio climático 2014. Informe de síntesis [en línea]. Ginebra: IPCC [Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático], 176, [consulta: 3 de diciembre de 2019] ISBN 978-92-9169-343-6. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf)

PRIETTO MEDINA, J. L. 2016. Análisis de las repercusiones del cambio climático en el ámbito gastronómico sobre la producción de uva en la región Ica y como responder ante estos cambios [en línea]. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, tesis, 71, p 65 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2444/1/2016\\_Prietto\\_An%C3%A1lisis\\_de\\_las\\_repercusiones\\_del\\_cambio\\_climatico.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2444/1/2016_Prietto_An%C3%A1lisis_de_las_repercusiones_del_cambio_climatico.pdf)

PULGAR-VIDAL OTÁROLA, M. 2016. Ordenamiento territorial en el Perú 2011-2015 [en línea]. Lima: Ministerio del Ambiente, documento informativo en web, 270, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/04/informe\\_OT\\_.pdf](http://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/04/informe_OT_.pdf)

RAMIREZ POGGI, O. E. 2018. Cumplimiento del Procolo de Kioto ante el Cambio Climático y el calentamiento global para prevenir y minimizar desastres

naturales en el Perú 2014-2016 [en línea]. Lima: Universidad San Martín de Porres, tesis de maestría, 154, p 12; p 2 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3595/1/ramirez\\_poe.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3595/1/ramirez_poe.pdf)

REYES MORE, P.M. 2014. El algodón pima peruano [en línea]. 1era. Ed., Piura: Universidad Nacional de Piura, 77, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1139/Libro%20Algodon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RIVERA CARPIO, E. R. 2017. Evaluación de la potencialidad turística del distrito de Chucuito-Puno [en línea]. Lima: Universidad San Martín de Porres, tesis de maestría, 215, p 5 [consulta: 4 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3308/3/rivera\\_cer.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/3308/3/rivera_cer.pdf)

ROJAS BERTINI, C. 2011. Cultivo de la alcachofa [en línea]. Santiago: INIA, informativo n° 56, octubre 2011, 2, [consulta: 3 de febrero de 2019]. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR38627.pdf>

SALGADO, A. 2019. Cambio climático [en línea]. Vigo: Instituto de Investigaciones Marinas, 50, p 2 [consulta: 5 de diciembre de 2019]. Disponible en:

SANTIAGO CIUDAD. 2019. Calentamiento global [en línea]. Gobierno de Argentina, 7, artículo didáctico en web p 2 [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.santiagociudad.gov.ar/varios/calentamiento\\_global.pdf](http://www.santiagociudad.gov.ar/varios/calentamiento_global.pdf)

TOBAR, D. 2009. Sistema de Producción Agrícola [en línea]. Documento en blog, 2, [consulta: 4 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://tgsdiegotobar.blogspot.com/2009/03/sistema-de-produccion-agricola.html>.

USMP. 2017. Modelamiento hidrológico de la cuenca del río Ica [en línea]. Lima; Universidad San Martín de Porres, 112, p 6 [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [https://www.usmp.edu.pe/vision2017/pdf/materiales/Presentation\\_ICA.pdf](https://www.usmp.edu.pe/vision2017/pdf/materiales/Presentation_ICA.pdf)

TRAXCO. 2012. Producción y Cultivo del algodón [en línea]. Madrid: Traxco, documento técnico en blog, 2, [consulta: 14 febrero 2019]. Disponible en: <https://www.traxco.es/blog/produccion-agricola/algodon>

VALENCIA SÁNCHEZ, L. 2009. Plan anticrisis de la Región Ica [en línea]. Ica: GOREIca [Gobierno regional de Ica], documento administrativo en web, 40, [consulta: 18 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://www.iesiperu.org.pe/documentos/publicaciones/45-ICASET2009-DIC2010.pdf>

VARCELINO, F. [s/f]. Los grandes problemas de la uva en Ica [en línea]. Lima: Redagrícola, documento técnico, divulgación de entrevista en web, 6, [consulta: 4 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://www.redagricola.com.pe/los-grandes-problemas-de-la-uva-en-ica/>

VILLAVICENCIO, J. (2012). Introducción a Series de Tiempo [en línea]. Documento en web, 5, p 4 [consulta: 4 de diciembre de 2019]. Disponible en: <https://www.buenastareas.com/ensayos/Manual-Introduccion-a-Series-De-Tiempo/4583803.html>

WILLKS, D. S. 2011. Statistical Methods in the Atmospheric Sciences; [en línea]. Amsterdam: 3rd ed Elsevier, 660, p 4 [consulta: 4 de diciembre de 2012]. ISBN 978-0-12-385022-5. Disponible en: <https://www.elsevier.com/books/statistical-methods-in-the-atmospheric-sciences/wilks/978-0-12-751966-1>

YAMASHIRO ORÉ, J. 2018. Ordenanza regional sobre ZEE y OT [en línea]. Ica: GOREIca, Ordenanza regional N° 007-2018, documento administrativo en web, 8, [consulta: 3 de diciembre de 2019]. Disponible en: [http://www.regionica.gob.pe/pdf/crdisposiciones/2018/or/or\\_007\\_2018.pdf](http://www.regionica.gob.pe/pdf/crdisposiciones/2018/or/or_007_2018.pdf)

ZEISSER, M. y GILVONIO, A. 2016. Gestión del agua en la cuenca del río Tambo Santiago Ica - Pampas, Diagnóstico 2015 [en línea]. 1era ed, Ica: CODEHICA & Vanessa Schaefer, 68, [consulta: 2 de diciembre de 2019]. Disponible en: <http://cooperacion.org.pe/wp-content/uploads/2018/02/Diagnostico-Agua-Ica-Pampas.pdf>

## **ANEXOS**

## **Anexo 1. Esquema para el sexto informe del IPCC (año 2021)**

Capítulo 1: Encuadre, contexto, métodos.

Capítulo 2: Estado cambiante del sistema climático.

Capítulo 3: Influencia humana en el sistema climático. Visión general del rendimiento y desarrollo del modelo desde el AR5

Capítulo 4: Clima global futuro: proyecciones basadas en escenarios e información a corto plazo.

Capítulo 5: Carbono global y otros ciclos biogeoquímicos y retroalimentaciones.

Capítulo 6: Forzadores climáticos de corta duración.

Capítulo 7: Presupuesto energético de la Tierra, retroalimentación y sensibilidad climáticas.

Capítulo 8: Cambios en el ciclo del agua.

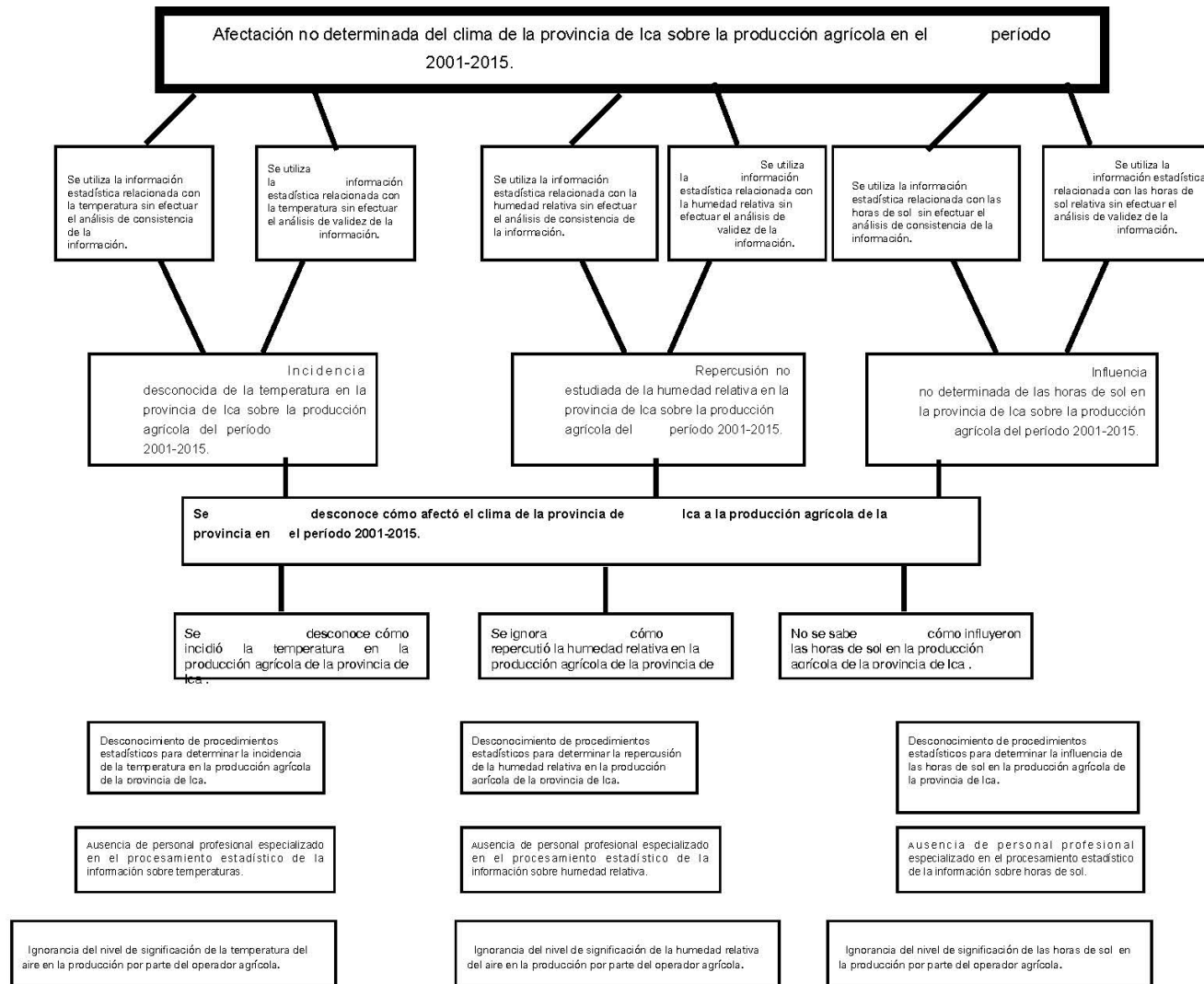
Capítulo 9: Océano, criósfera y cambio de nivel del mar.

Capítulo 10: Vinculación global al cambio climático regional.

Capítulo 11: Clima y clima extremos eventos en un clima cambiante.

Capítulo 12: Información sobre cambio climático para impacto regional y evaluación de riesgos.

## Anexo 2. Árbol de problemas



**EFFECTO FINAL**

**EFFECTOS DE PRIMER NIVEL**

**EFFECTOS DE SEGUNDO NIVEL**

**PROBLEMA PRINCIPAL**

**PROBLEMAS SECUNDARIOS**

**CAUSAS**

### Anexo 3. Matriz de consistencia

EL CLIMA DE LA PROVINCIA DE ICA Y LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN EL PERÍODO 2001-2015					
PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES E INDICADORES			HIPÓTESIS
		VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	
<p><b>Problema general.</b> ¿Cómo afectó el clima de la provincia de Ica a la producción agrícola en el período 2001-2015?</p> <p><b>Problemas específicos.</b> 1. ¿Cómo incidió la temperatura de la provincia de Ica en la producción agrícola del período 2001-2015? 2. ¿Cómo repercutió la humedad relativa del aire de la provincia de Ica en la agricultura del período 2001-2015? 3. ¿De qué manera influyeron las horas de sol de la provincia de Ica en la producción agrícola del período 2001-2015?</p>	<p><b>Objetivo general.</b> Determinar la afectación del clima de la provincia de Ica sobre la producción agrícola en el período 2001-2015.</p> <p><b>Objetivos específicos</b> 1. Explorar la incidencia de la temperatura en la provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015. 2. Conocer la repercusión de la humedad relativa del aire en la provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015. 3. Estudiar la influencia de las horas de sol en la provincia de Ica sobre la producción agrícola del período 2001-2015.</p>	<p>CLIMA DE LA PROVINCIA DE ICA</p> <p>PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE ICA.</p>	<p>Confluencia de elementos meteorológicos de la atmósfera y la presión atmosférica en un determinado lugar geográfico.</p> <p>Volumen de producción de principales productos característicos de la provincia.</p>	<p>Temperatura. Humedad relativa. Horas de sol</p> <p>Producción anual de algodón, alcachofa, cebolla, cítricos, dátil, espárrago, mango, pallar, palta, páprika, vid.</p>	<p><b>HIPÓTESIS GENERAL.</b> El clima de la provincia de Ica afectó en forma significativa sobre la producción agrícola del período 2001-2015.</p> <p><b>Hipótesis específicas.</b> 1. La temperatura de la provincia de Ica incidió de manera significativa en la producción agrícola del período 2001-2015. 2. La humedad relativa del aire de la provincia de Ica repercutió en forma significativa en la producción agrícola del período 2001-2015. 3. Las horas de sol de la provincia de Ica influyeron significativamente en la producción agrícola del período 2001-2015.</p>
TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	FUENTES DE INFORMACIÓN	UNIDADES DE ANÁLISIS	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	TÉCNICAS DE ANÁLISIS
<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada, documental NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Exploratoria Descriptiva DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental Longitudinal Ex post facto. MÉTODO DE ANÁLISIS: Análisis multicriterio</p>	<p>INEI: Publicaciones en línea. Estadísticas económicas. MINAGRI: Estadísticas de producción agraria. SENAMHI: Estadísticas meteorológicas.</p>	<p><u>Unidades de análisis:</u> Años.</p>	<p><u>Población:</u> Infinita</p> <p><u>Muestra:</u> Período 2001-2015</p>	<p><u>Técnicas:</u> Investigación documental en fuentes especializadas.</p> <p><u>Instrumentos:</u> Cuadros estadísticos. Resúmenes de lectura.</p>	<p><u>Técnicas:</u> Estadística paramétrica y no paramétrica. Comparación de argumentos. Contrastación con nuevos conocimientos.</p>

## Anexo 4. Mapas

### Mapa 1

#### Mapa Hidrológico de la Cuenca del Río Ica



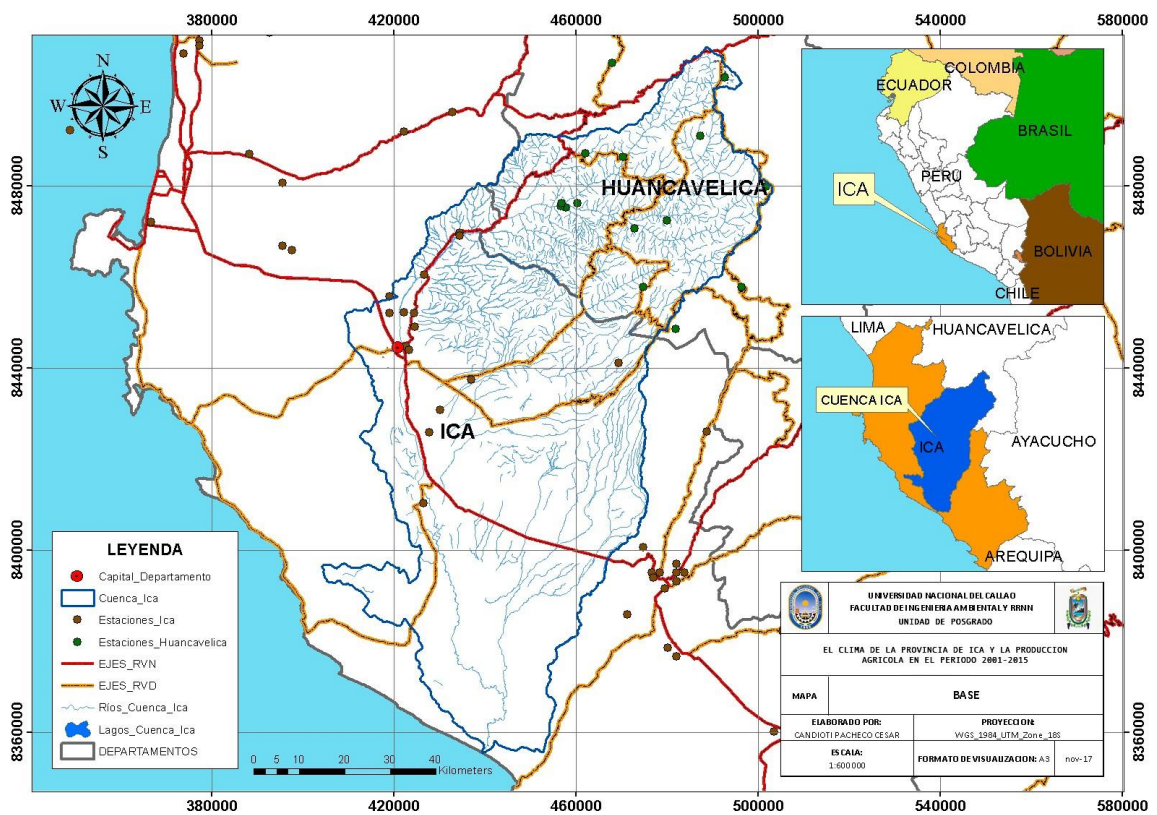
Fuente: Carta Nacional por el Instituto Geográfico Nacional IGN.

Cortesía: Adaptación de César Candiotti, UNAC, FIARN, filial Cañete (dic. 2017) para fines académicos.



## Mapa 2

### Mapa Base Agroindustrial de la Provincia de Ica.

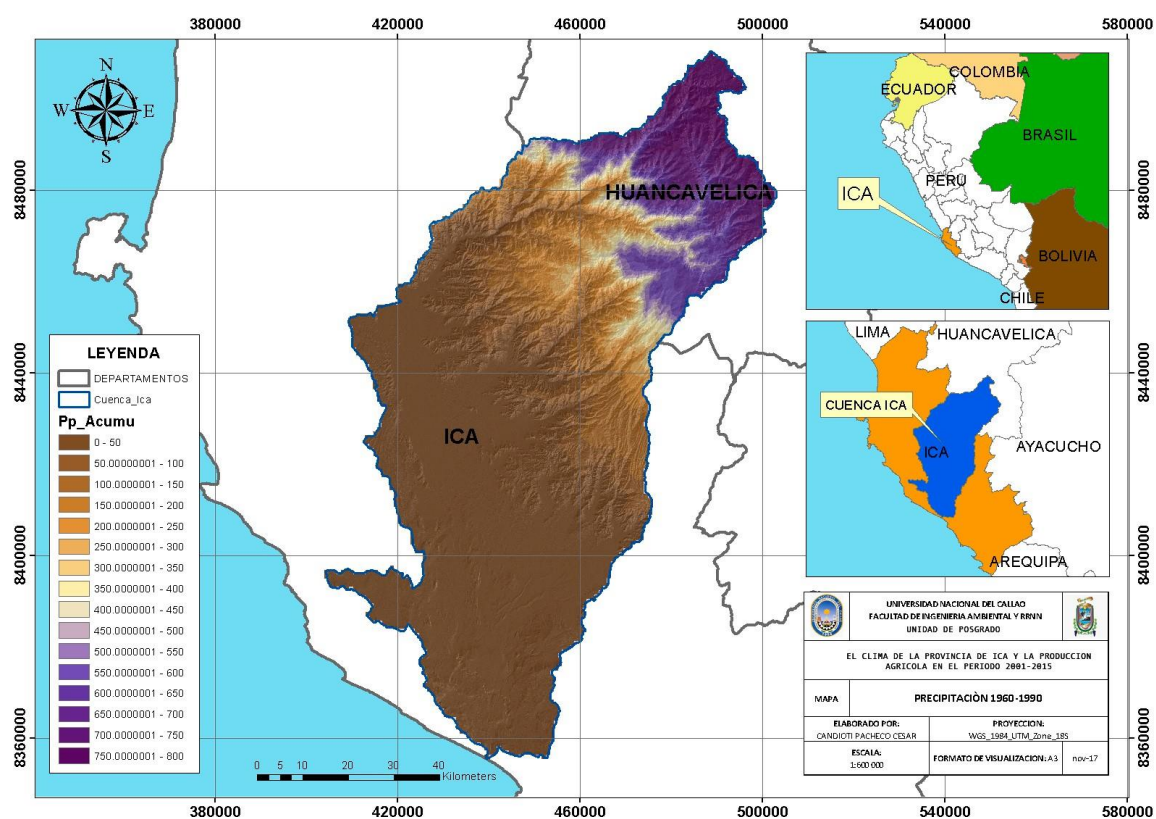


Fuente: Carta Nacional por el Instituto Geográfico Nacional IGN.

Cortesía: Adaptación de César Candiotti, UNAC, FIARN, filial Cañete (dic. 2017) para fines académicos.

### Mapa 3

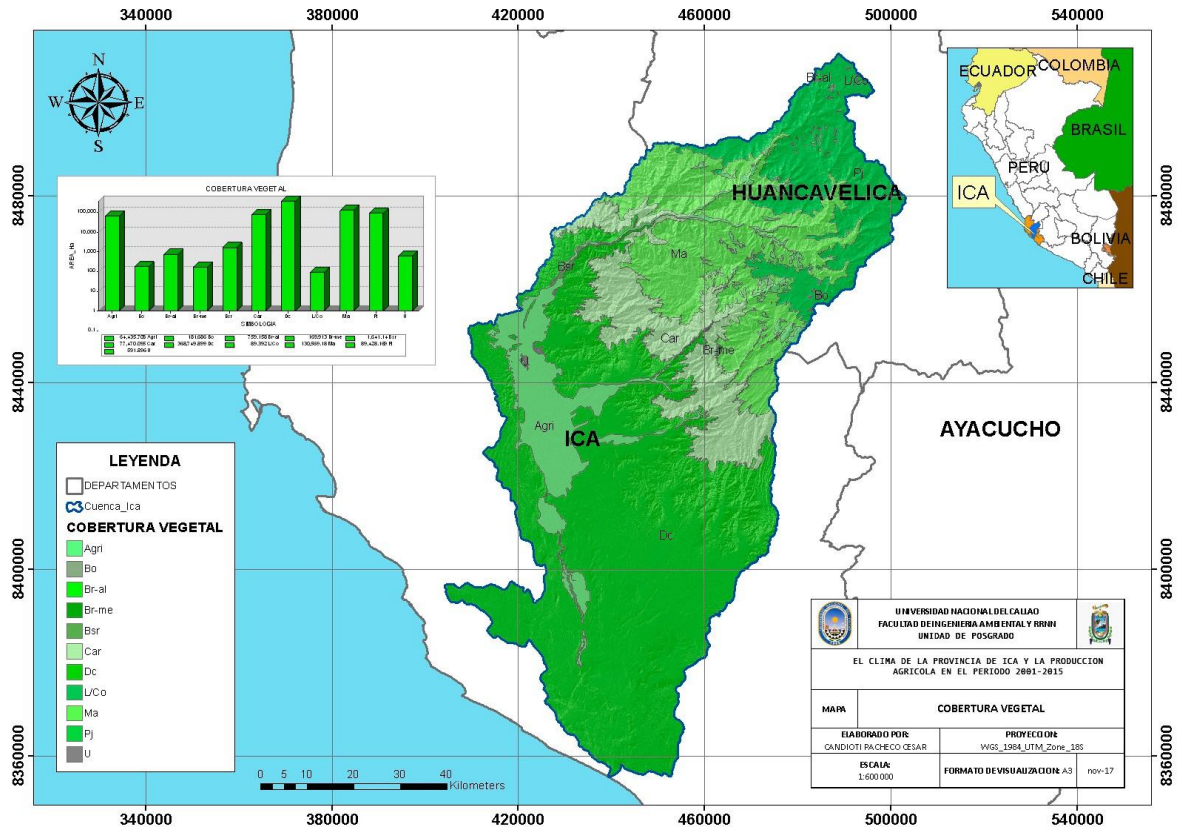
Mapa de Precipitación en la Cuenca del Río Ica



Fuente: Carta Nacional por el Instituto Geográfico Nacional IGN. Cortesía: Adaptación de César Candioti, UNAC, FIARN, filial Cañete (dic. 2017) para fines académicos.

## Mapa 4

### Cobertura Vegetal de la Cuenca del Río Ica



Fuente: Carta Nacional por el Instituto Geográfico Nacional IGN. Cortesía: Adaptación de César Candiotti, UNAC, FIARN, filial Cañete (Dic. 2017) para fines académicos.

## Mapa 5

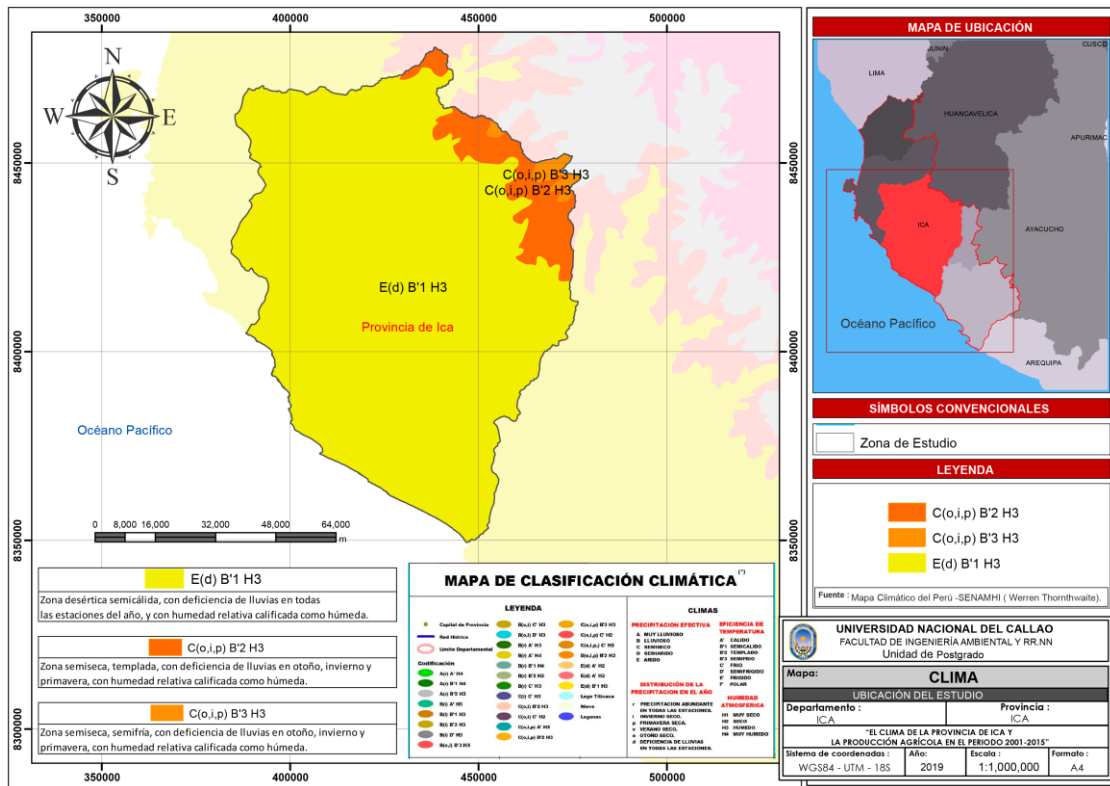
### Mapa Climático del Perú



Fuente: Viajaraperu, 2016

# Mapa 6

## Mapa Climático de la Provincia de Ica del Período 2001-2015

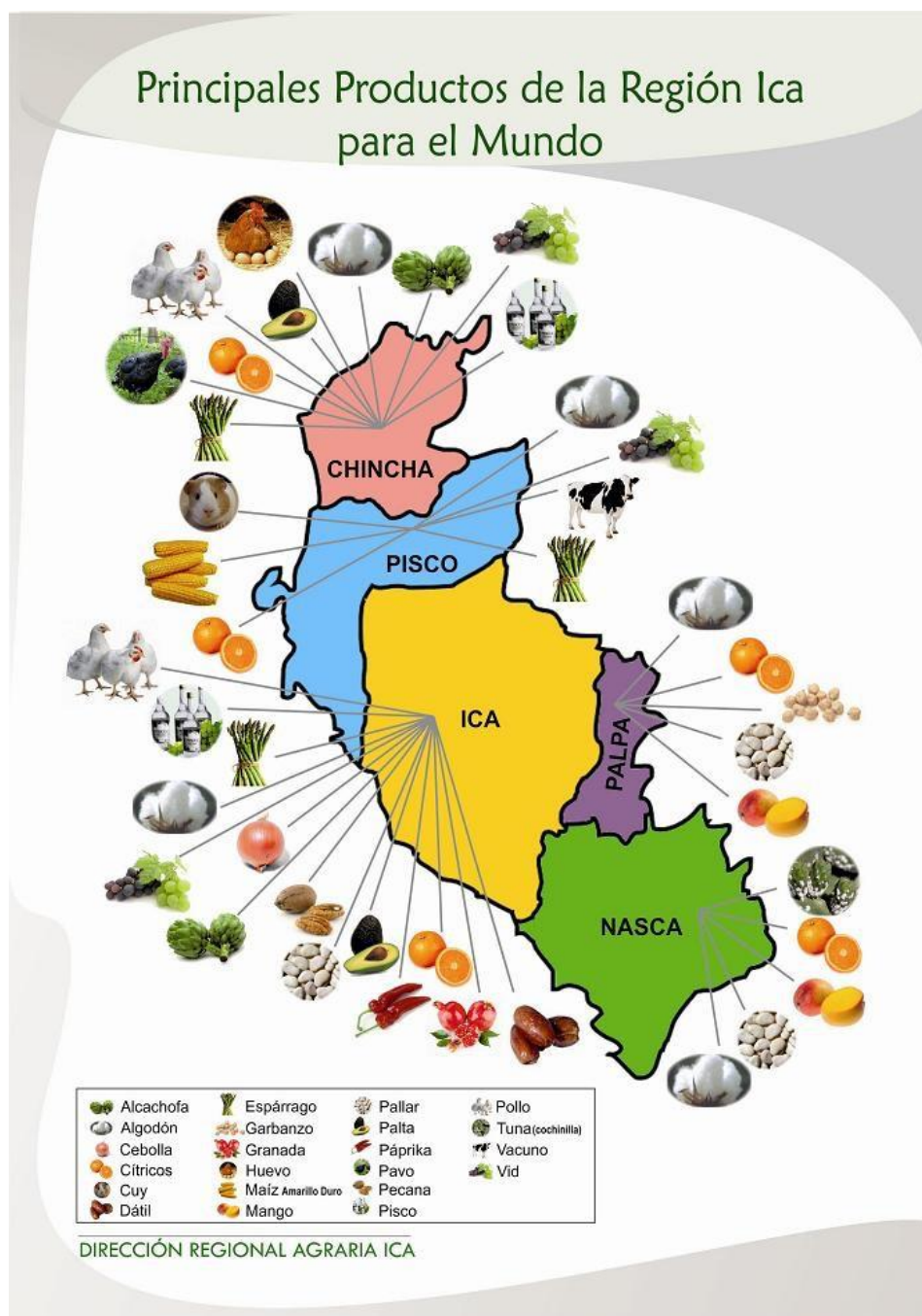


Fuente: Carta Nacional por el Instituto Geográfico Nacional IGN.

Cortesía: Adaptación de Daniel Soto, UNAC, FIARN, filial Cañete (dic. 2019) para fines académicos.

## Mapa 7

Principales Productos de Ica.

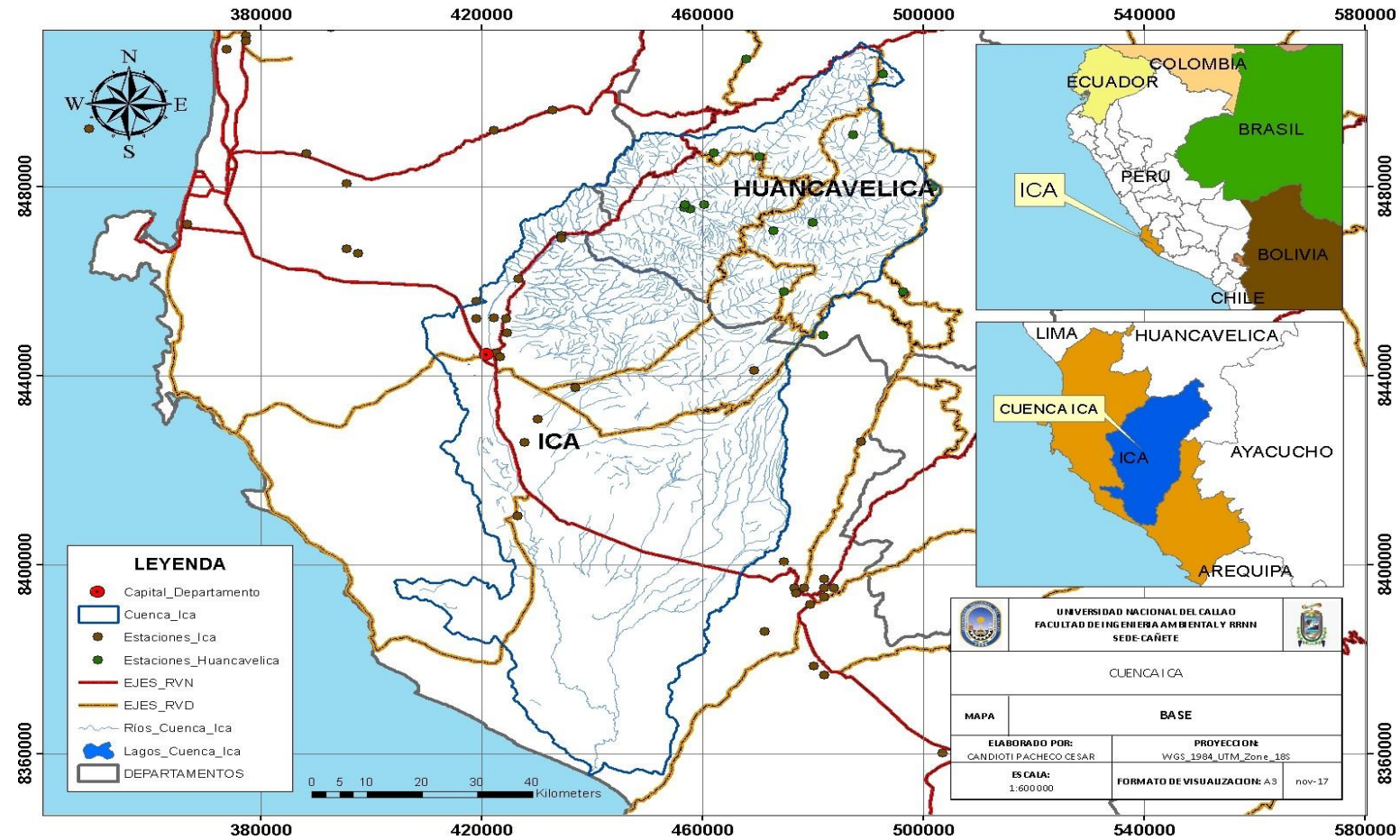


Fuente: Agroica, 2011

Provincia de Ica: Pollo, pisco, espárrago, algodón, vid, cebolla, alcachofa, pecanas, pallar, palta, mango, cítricos, dátil, páprika.

## Mapa 8

Mapa de la Cuenca del Río Ica

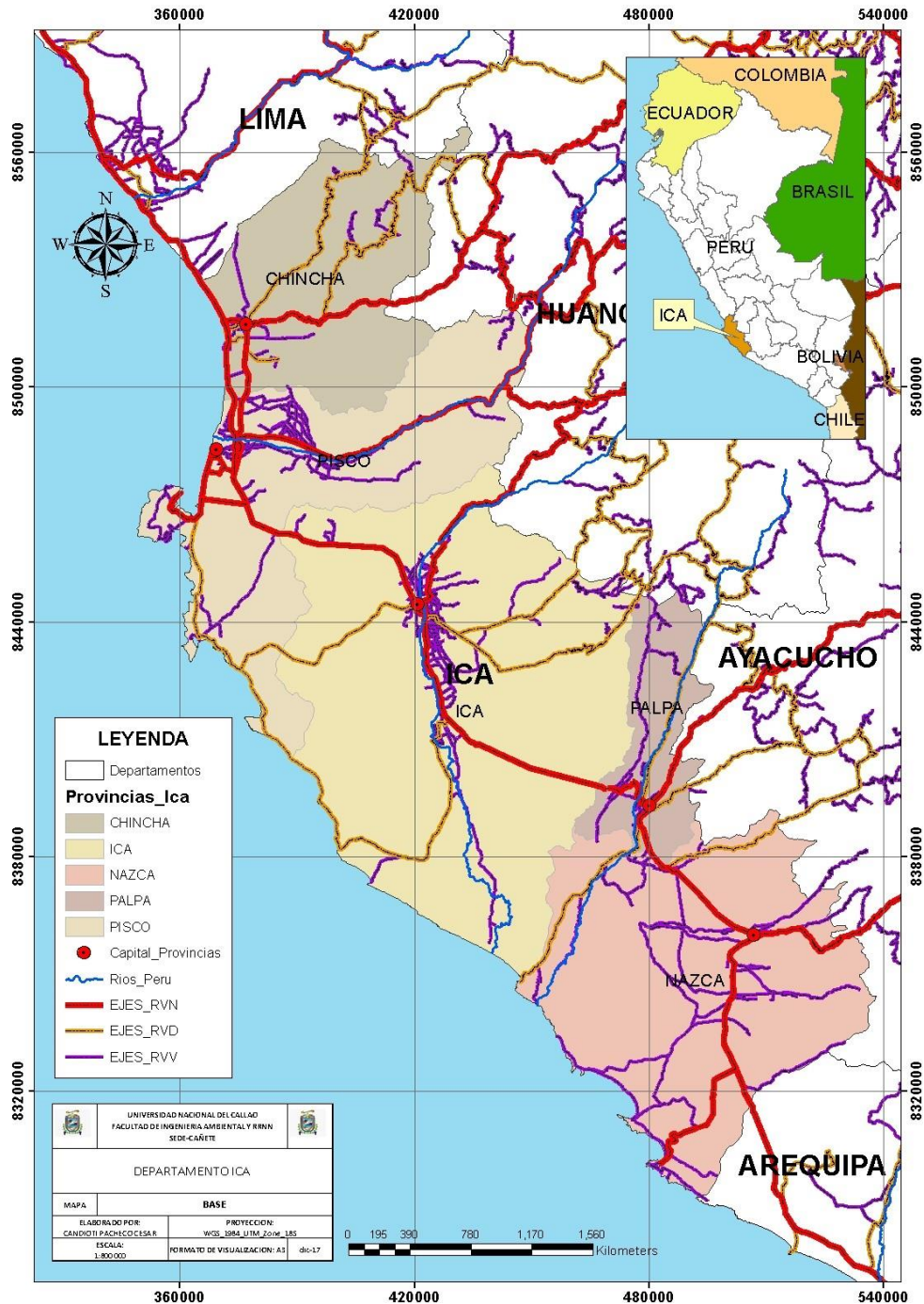


Fuente: Carta Nacional por el Instituto Geográfico Nacional IGN.

Cortesía: Adaptación de César Candiotti, UNAC, FIARN, filial Cañete (dic. 2017) para fines académicos.

## Mapa 9

### Región Ica y sus Provincias



Fuente: Carta Nacional por el Instituto Geográfico Nacional IGN.

Cortesía: Adaptación de César Candiotti, UNAC, FIARN, filial Cañete (dic. 2017) para fines académicos.



## **Anexo 5. Principales Productos de la Provincia de Ica**

### **Algodón.**

El algodón es una planta de tallos verdes al principio y rojos al tiempo de florecer, hojas alternas, de forma acorazonada, flores amarillas con manchas rojas y fruto en cápsula que contiene muchas semillas envueltas en una borra o pelusa blanca y suave. Es un producto muy antiguo del valle, y en el siglo pasado era el más popular producto de exportación. Al respecto, en el Blog de Traxco se lee lo siguiente: “El algodón se cultiva en diversos climas, tropical, subtropical y templado, pero su desarrollo es muy susceptible a las temperaturas extremas”.

Es muy sensible a las heladas; requiere un mínimo de 200 días sin heladas. El periodo de crecimiento total es de 150 a 180 días. Dependiendo de la temperatura y la variedad, hacen falta de 50 a 85 días para la formación de los primeros botones florales, de 25 a 30 días para que aparezcan las primeras flores y de 50 a 60 días para la floración. La duración del día también influye en la floración, aunque no ocurre así con algunas variedades. El algodón es una planta que requiere días cortos. La germinación óptima se logra con temperaturas de 18°C a 30°C, con un mínimo de 14° C y un máximo de 40°C.

### **Figura 9**

*Fruto del Algodonero.*



Fuente: Pixabay,s.f.

## **Alcachofa.**

La alcachofa es una hortaliza tan sabrosa como polivalente. Entre sus hojas se esconde todo un tesoro de vitaminas, minerales y antioxidantes como magnesio, potasio, sodio, hierro, vitamina A, vitaminas B; transforma el azúcar en energía. Consiste en inflorescencias carnosas comestibles. Con respecto a las condiciones climáticas Claudia Rojas Bertini de INIA (Chile) dice lo siguiente: “El clima más adecuado para la producción de alcachofas es el marítimo, ya que la planta idealmente requiere áreas libres de heladas, con primaveras suaves, sin cambios bruscos de temperatura y con alta humedad relativa (sobre el 60%). Una baja humedad relativa promueve la apertura de las brácteas, lo que afecta negativamente la calidad del producto (CIREN, 1988). Cuando la temperatura desciende por debajo de los 5°C, la alcachofa detiene su desarrollo. La temperatura óptima de crecimiento puede situarse alrededor de los 15°C a 18°C, aunque a temperaturas superiores a 8°C puede crecer normalmente” (ROJAS, 2012)

### **Figura 10**

*La Alcachofa*



Fuente: ODAR R. 2008.

## **Cebolla.**

La cebolla, es una hortaliza bulbosa con unas propiedades y beneficios para la salud que se han sabido aprovechar en la medicina tradicional a lo largo de la historia.

Es una hortaliza de gran demanda en el mercado nacional, los datos técnicos recogidos de la página web de Angelfire señalan lo siguiente:

“... la cebolla se considera como originaria de las regiones secas de Asia y tanto la anatomía como la fisiología de la planta indican con claridad que este cultivo se desarrolla bien en condiciones de baja humedad relativa, alta insolación y bajo suministro de agua. El inicio de la formación del bulbo está influenciado por la foto período, aunque otros factores, tales como la nutrición mineral, temperaturas y daños severos al follaje modifican el efecto del foto período. Por la condición tropical de nuestro país, los cultivares que se siembran son de día corto... La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo está alrededor de los 13°C y 14°C con máxima de 30°C y mínima de 7°C” (ANGELFIRE, 2001).

### **Figura 11**

*La Cebolla*



Fuente: Pixabay, s.f.

## **Cítricos.**

Se denomina cítricos a un conjunto de frutas de sabor ácido o agridulce. Nos referimos principalmente a naranjas, mandarinas y menor proporción a limones. INTA, organismo del gobierno argentino dedicada a la investigación agraria señala que las diferentes variedades de cítricos no soportan temperaturas bajas.

Con respecto a la temperatura del clima para los cítricos, INTA de Argentina dice lo siguiente: “La amplitud térmica óptima para el desarrollo de los cítricos se encuentra entre 23°C y 34°C. Desde el punto de vista práctico, en relación con el efecto negativo de las bajas temperaturas, se recomienda plantar combinaciones resistentes (por ejemplo, mandarina Satsuma sobre trifolio) en las partes más bajas de los lotes.” (BANFI, 2011).

Las condiciones climáticas para el cultivo de cítricos encontramos en la página web de la Biblioteca virtual de “Ciencia y tecnología” del gobierno Costa Rica, página de Agricultura, cuando dice: “El proceso de maduración de la fruta respecto a la producción de azúcares, disminución de acidez y el desarrollo del color, alcanzan su mayor eficiencia cuando las variaciones de temperatura diurna y nocturna son amplias.” (PROGRAMA NACIONAL DE CITRICOS, 2912)

### **Figura 12**

*Fruto del Naranja*



Fuente: TECFRUTPERU, s.f.

### **Dátil.**

El dátil es el fruto de la palmera datilera. Es una baya de color amarillo dorado o rojo pardusco en la madurez.

Este fruto "... se caracteriza por presentar forma oblonga-ovoide, lisa, con mesocarpio carnoso y endocarpio membranoso y de coloración variada (amarillo, amarillo-verdoso, anaranjado o rojo). Tiene un tamaño de 3-9cm de largo y 2,5cm de diámetro" (INFOAGRO, 2010).

"La palmera datilera es la especie frutal que mayores diferencias climáticas tolera; pero a la vez, es la más exigente para conseguir un adecuado desarrollo y fructificación... se cultiva principalmente en zonas áridas y semiáridas, donde los veranos son largos y calurosos, sin precipitaciones, y la humedad relativa es muy baja durante el período de maduración de la fruta" (Op. Cit.; pág. 2)

### **Figura 13**

*Fruto de la Palmera Datilera*



Fuente: Mercola, 2017.

### **Espárrago.**

Los espárragos son tallos jóvenes y tiernos de la esparraguera, planta herbácea de la familia de las Liliáceas que alcanza hasta metro y medio de altura.

Es una hortaliza destinada a la exportación, ya que el mercado local ofrece una demanda insignificante.

“El tallo (la parte comestible) está formado por una parte subterránea con varias yemas y otra parte aérea que, cuando emerge del terreno y antes de lignificarse, adquiere un color verde, constituyendo lo que se denomina espárrago verde...

“El espárrago se da en zonas con climas muy distintos. La planta soporta tanto los fríos invernales como los calores del verano, no teniendo, por tanto, problemas su cultivo por lo que atañe al régimen termométrico. No obstante, conviene señalar que necesita un dilatado período de reposo vegetativo, provocado bien sea por el frío o bien por el calor. Hay que resaltar también que los fríos intensos retrasan la precocidad, acortando el período de recolección. Al cultivo le perjudica el exceso de agua. Y también, por el contrario, una falta de ésta en verano provoca una fuerte disminución de la cosecha del año siguiente” (JAPON, 1986).

#### **Figura 14**

##### *El Espárrago*



Fuente: Agraria, s.f.

#### **Mango.**

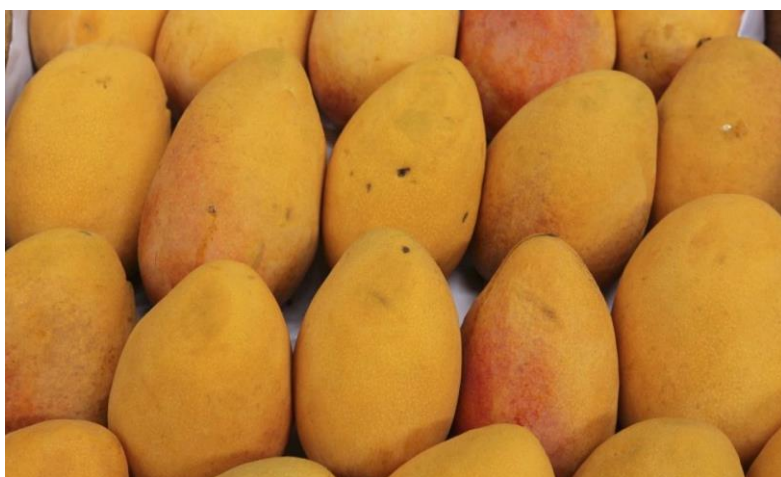
El árbol de mango puede alcanzar hasta treinta metros de altura, el tronco de corteza gris es recto, cilíndrico y de 75-100 cm. de diámetro. Los frutos son ovales, alargados y en forma de riñón o corazón. Es una fruta con demanda

interna. Los productores peruanos han realizado y realizan esfuerzos para posicionarlo en el mercado internacional por su excelente sabor.

“... la temperatura es el factor climático con mayor influencia en el crecimiento desarrollo y floración del mango. Las condiciones ideales de temperatura son entre los 22°C y 33°C para su cultivo... El mango tolera muy bien variaciones de humedad relativa. Hay plantaciones a humedades bajo el 40% y mayores de 85%. La humedad relativa tiene alta influencia en el desarrollo de enfermedades y plagas” (HUETE, 2007).

### **Figura 15**

#### *El Mango*



Fuente: El Comercio, s.f.

### **Pallar.**

Es una planta leguminosa, presenta una gran variación en la forma de sus tallos, vainas y semillas debido a mutaciones comunes a la especie.

Sus vainas tienen forma oblonga, de 5 a 12 cm de longitud y contienen de 2 a 6 semillas, éstas son grandes, planas y arriñonadas. Es una leguminosa de gran demanda nacional; similarmente al producto anterior, los productores se están esforzando por abrir mercados en el exterior.

“Las características especiales del pallar de Ica, debido fundamentalmente a su menor contenido de ácido cianhídrico, comparado con

el de otras zonas productoras de pallar y que se refleja en su sabor agradable, textura suave y delgada y aspecto cremoso al cocerse, son algunas de sus cualidades que le hacen merecedor de las preferencias del público consumidor, que lo considera un alimento de consumo frecuente... En los valles productores de pallar de la región Ica, la época óptima de siembra se encuentra entre los meses de febrero y marzo, debido a que las temperaturas medias son cálidas y favorecen una buena germinación y emergencia de las plántulas e inician un rápido crecimiento. Siembras muy tempranas, o muy tardías, van a significar disminución en el rendimiento y deterioro de la calidad del grano” (ESPINOZA, 2012).

### **Figura 16**

*El Pallar*



Fuente: C & V Export, s.f.

Jorge Flores Zegarra de la Universidad Católica Santa María de Arequipa agrega lo siguiente: “El pallar se cultiva en clima templado a cálido, con temperaturas entre 12 a 23°C y humedad relativa baja Se a d a p t a a c l i m a s c o n temperaturas de 18 – 25°C. Sensible a heladas y durante la formación de los granos requiere alta humedad relativa” (FLORES, 2015)



## **Palta.**

El aguacate o palta es el fruto del árbol perenne de la familia de las Lauráceas que recibe el de nombre de palto. El aguacate tiene una carne tierna de color verde y un hueso en el centro del fruto de color marrón.

Los agricultores peruanos han aclimatado abundante variedad de palto. Los más populares son la palta fuerte y la Hass, ambas de exportación y gran demanda nacional.

### **Figura 17**

*Fruto del Palto*



Fuente: C & V, s.f.

“En lo que respecta a la temperatura, las variedades tienen un comportamiento diferente de acuerdo con la raza. La raza antillana es poco resistente al frío, mientras que las variedades de la raza guatemalteca son más resistentes y las mejicanas las que presentan la mayor tolerancia al frío... El exceso de humedad relativa puede ocasionar el desarrollo de algas o líquenes sobre el tallo, ramas y hojas o enfermedades fúngicas que afectan el follaje, la floración, la polinización y el desarrollo de los frutos. Un ambiente muy seco provoca la muerte del polen con efectos negativos sobre la fecundación y con ello la formación de menor número de frutos...” (ATAUCUSI, 2015).

## **Párika**

En nuestro país se denomina Pimentón. Se le llama pimiento rojo o ají rojo; una vez secado y molido, es común utilizarlo como aliño en diferentes platos que forman parte de la gastronomía mediterránea.

Párika, es el nombre comercial internacional. Es una hortaliza de excelente sabor y la gastronomía emplea para darle color a los guisos y presentarlo en ensaladas.

### **Figura 18**

*La Párika*



Fuente: Pixabay, s.f.

En la página web de agro Arequipa se lee lo siguiente: “El cultivo del Párika se desarrolla favorablemente en climas tropicales y semi tropicales. Sus requerimientos en temperatura son fluctuantes... “Temperaturas de germinación: mínima 13°C, óptima 25°C, máxima 38°C; Temperaturas de desarrollo vegetativo: se detiene a 10°C, mínima 13°C, óptima 20° - 25°C en el día y 16°C - 18°C en la noche, se hiela -1°C...”

“En lo que se refiere a humedad el óptimo se encuentra entre 50 y 70°C...” (AGROAREQUIPA, 2011).

## **Pecanas.**

El fruto procede del pecán, pecano o nogal americano, originario del sur de EE UU. Es un fruto seco oleaginoso de agradable sabor y alto valor nutricional por su contenido de Omega 9.

### **Figura 19**

*Fruto del Pecano*



Fuente: Pixabay, s.f.

El árbol de pecano tiene por nombre común nogal americano y sus frutos se parecen a las nueces por lo cual se les denomina nueces de pecanas. Al respecto, la página web de Botanical Online manifiesta lo siguiente: “El pecano es una planta de climas cálidos y húmedos, requiere veranos calurosos y humedad. Temperaturas medias en verano de 24 - 30°C. - Crece a pleno sol y ... La poda de pecán es importante, y se debe intentar realizar para que el árbol desarrolle ramas gruesas y vigorosas. Crece a pleno sol y protegido del viento. Sus ramas son quebradizas y se rompen muy fácilmente. El viento puede hacer caer sus frutos antes de tiempo. Tolerancia al frío de los meses de invierno. No tolera períodos largos de inundaciones”

## **Vid.**

Es una planta con tallos largos, finos y trepadores que se arrastran por el suelo o trepan por medio de los zarcillos. Muy apreciada por su fruto, la uva. La uva se destina a consumo directo o como materia prima para la producción de vino y el aguardiente de uva, que en el Perú se denomina pisco, y el vinagre.

“Desde un punto de vista climático, la vid es una planta propia de climas moderados y templados, situación que le permite atravesar por un periodo de actividad vegetativa y otro de reposo invernal....Los nutrientes que necesita la vid en mayores cantidades son Carbono, Hidrógeno y Oxígeno que representan casi el 95% de la materia seca, Los elementos esenciales para la vid son el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre, entre los macroelementos, y Molibdeno, Cobre, Manganeso, Boro, Zinc, Hierro y Cloro dentro de los oligoelementos. Desde un punto de vista nutricional, la vid se caracteriza por un ritmo regular de absorción de elementos minerales a lo largo del ciclo, ausencia de períodos críticos y por unas necesidades relativamente moderadas de [otros] elementos.” (AGROES, s.f.).

### **Figura 20**

*La Vid*



Fuente: Depositphotos, s.f.

## Anexo 6. Procesamiento de Datos de la Variable Humedad Relativa

**Humedad relativa.** Corresponde a la registrada en la estación meteorológica de Ocucaje.

### a. Información disponible.

Se trabajó con la información obtenida del SENAMHI, Humedad relativa registrada en la Estación Ocucaje. La Tabla 14 contiene la información obtenida a la cual se le completó los datos perdidos mediante el procedimiento de promedios de datos contiguos. Se efectuó el redondeo a cifras enteras con aproximación a los décimos por razones de espacio para la impresión.

**Tabla 14.**

*Humedad Relativa Media Mensual (%)*

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	70,3	67,5	67,0	71,2	73,7	75,2	76,8	75,3	72,0	68,9	68,6	68,3
2002	66,8	66,0	65,3	70,7	69,7	71,4	75,5	71,8	69,5	68,2	69,6	71,6
2003	68,3	68,9	65,5	67,8	69,2	71,8	74,4	72,5	70,9	68,0	70,2	71,0
2004	67,7	67,3	64,4	70,5	70,6	72,1	73,4	72,1	72,1	68,9	70,8	70,4
2005	70,0	66,7	64,2	68,0	72,0	72,3	72,5	71,7	71,7	69,8	68,4	69,8
2006	68,0	70,4	70,5	72,0	70,5	74,5	74,9	74,8	68,9	70,4	68,4	69,0
2007	69,8	65,6	68,4	70,8	69,7	73,7	72,8	71,5	69,4	68,0	69,0	68,4
2008	70,2	68,2	68,6	71,5	71,1	76,2	74,7	71,8	71,2	69,3	70,2	70,3
2009	70,3	71,3	71,1	70,0	73,8	78,7	83,5	76,1	73,6	71,4	69,7	70,3
2010	70,4	69,2	67,6	69,2	68,3	68,0	68,0	67,3	64,8	63,7	65,5	66,8
2011	64,6	67,2	66,8	68,1	69,7	76,6	79,2	74,9	70,6	68,6	66,2	66,6
2012	66,4	68,1	68,5	69,4	69,9	78,2	79,4	80,4	74,3	69,8	68,5	68,6
2013	68,3	69,5	68,8	69,5	69,8	74,2	76,5	75,3	71,8	68,8	68,4	70,3
2014	69,3	67,2	68,8	70,3	73,9	77,2	76,1	74,1	73,9	70,6	68,8	68,4
2015	68,8	70,6	71,8	71,3	72,8	74,3	75,7	74,7	72,4	70,9	69,4	68,9

Fuente: SENAMHI.

### b. Análisis exploratorio de la data sobre humedad relativa.

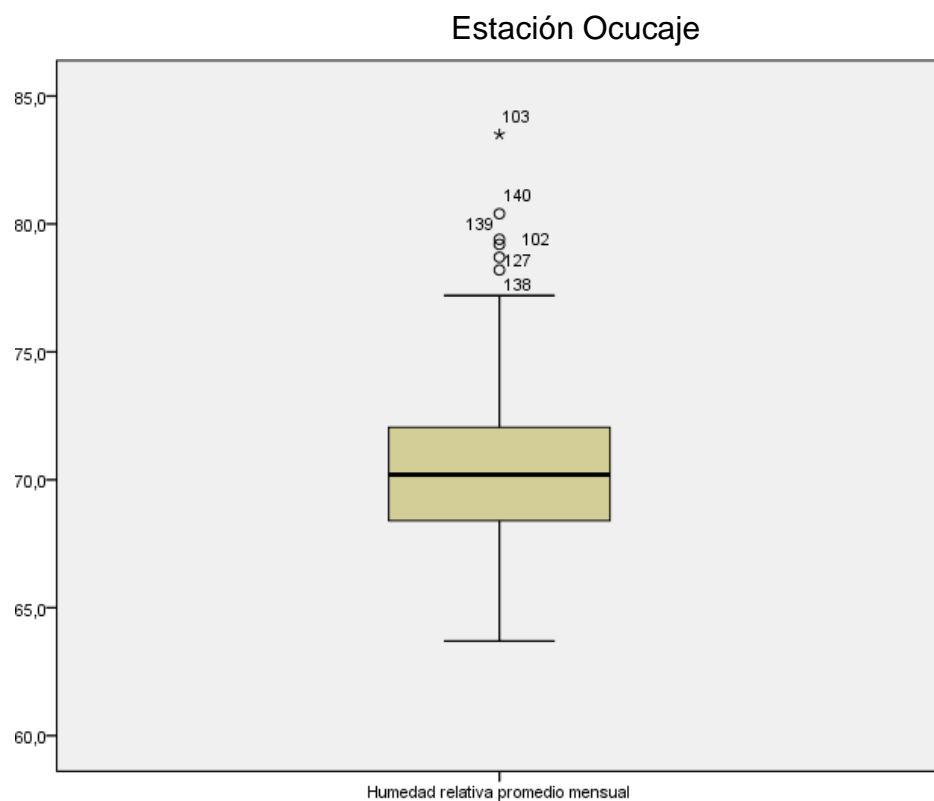
Mediante el análisis exploratorio se verificó la consistencia de la información. Para ello se han empleado las siguientes técnicas: el diagrama de cajas, el histograma y el análisis espectral.

#### Diagrama de caja.

Con la ayuda del SPSS, se obtuvo el diagrama; el resultado se da en la Figura 21. La Gráfica muestra presencia de valores atípicos por encima del tercer cuartil y permite afirmar que en la data hay mayor cantidad de valores por encima de la media.

#### Figura 21

*Diagrama de Caja. Humedad Relativa.*



#### El histograma.

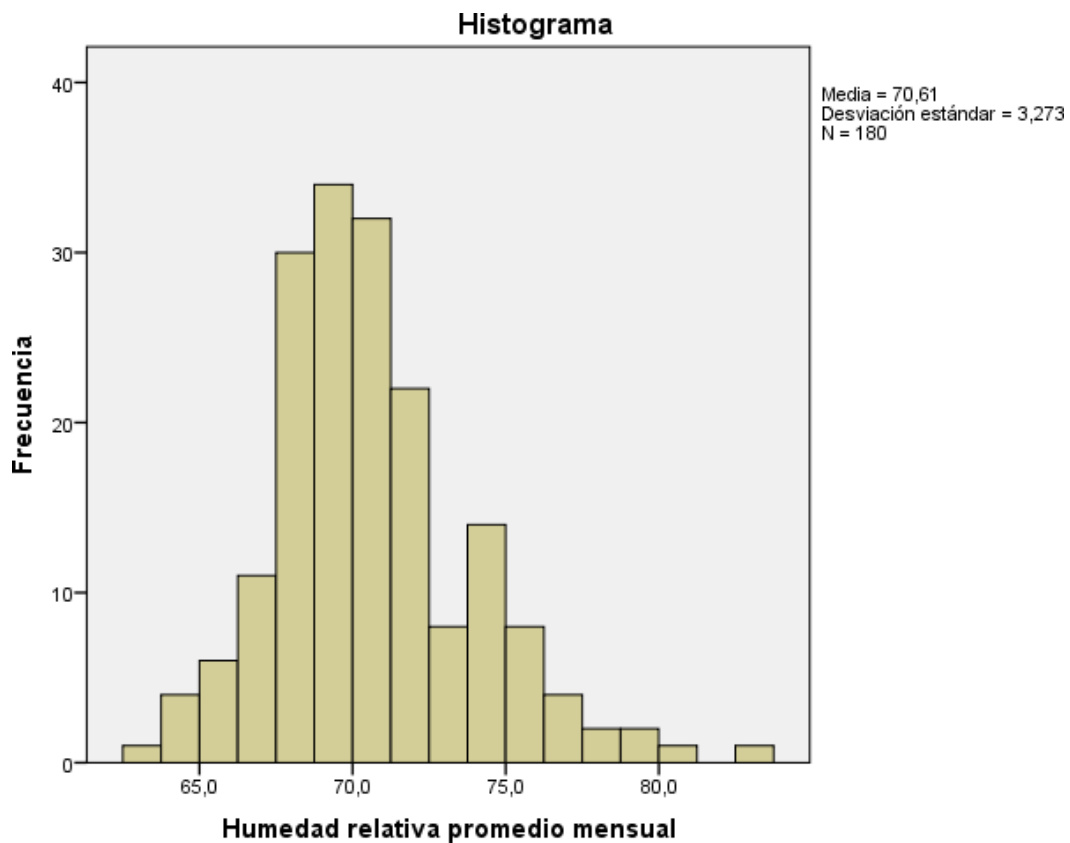
Con la ayuda del SPSS se obtuvo el resultado que se muestra en la Figura 22. Se aprecia que el Histograma presenta asimetría hacia de derecha, lo cual concuerda con el Diagrama de Caja que muestra valores por encima del tercer

cuartil. La distribución es asimétrica con valores altos sobre la media y por lo tanto, la data no sigue una distribución de probabilidad normal.

Descartamos el supuesto de normalidad.

**Figura 22**

*Histograma de la Humedad Relativa*



Elaboración propia.

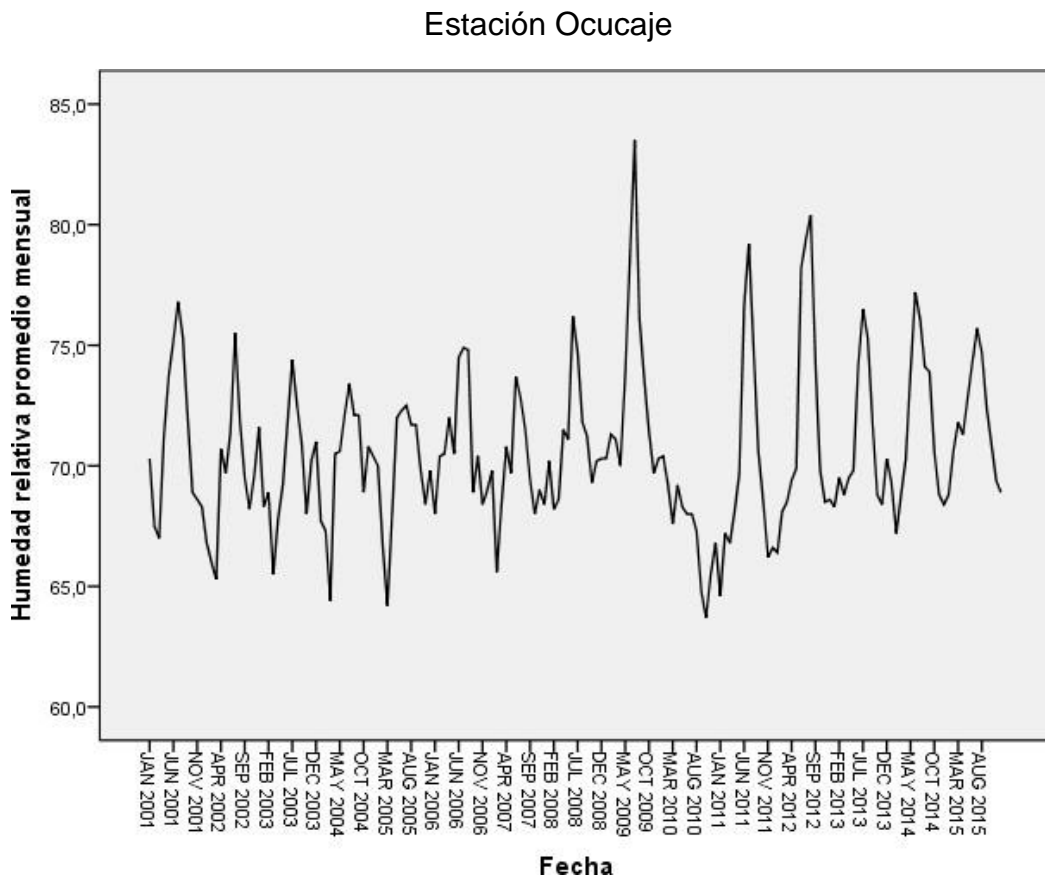
**Análisis espectral:**

Presencia de ciclos u oscilaciones.

Se realizó la representación gráfica de la variable, a fin de observar la estacionalidad. El trazo de secuencia es la Figura 23, obtenida con el software estadístico. La figura muestra picos que parecen estar espaciados uniformemente sugiriendo la presencia de componente periódico en la serie.

**Figura 23**

*Humedad Relativa Promedio Mensual.*



### **El Periodograma.**

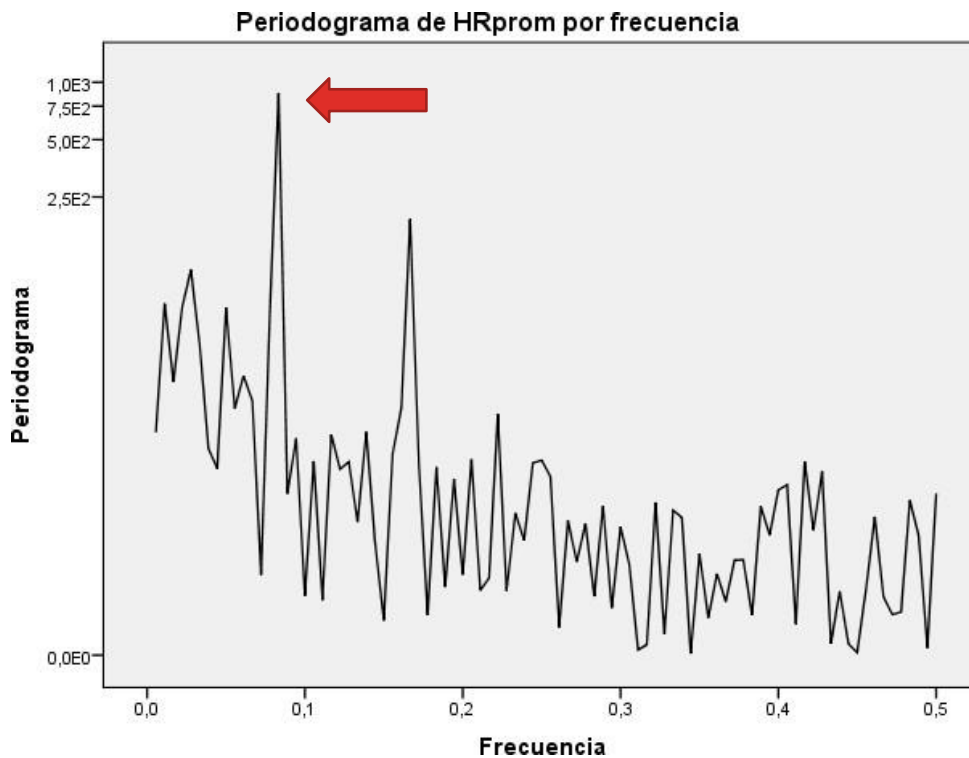
Para ver la estacionalidad, se graficó el periodograma. El resultado se aprecia en la figura 24. Se ha agregado una saeta en el primer pico más alto.

El pico señalado corresponde a la frecuencia 0.08 aproximadamente, es decir  $1/0.08 = 12$  meses; por lo tanto, se confirma la periodicidad y podemos afirmar que la data analizada cumple con las condiciones de consistencia.



**Figura 24**

*Periodograma de Humedad Relativa Promedio Mensual.*



**c. Análisis confirmatorio de la data sobre humedad relativa.**

Mediante el análisis confirmatorio, se examinó la validez de la información. Para ello, se realizó la distinción entre estacionariedad y estacionalidad, examinando las funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (ACFP).

Con la ayuda del SPSS se analizó las funciones ACF y ACFP obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 15, donde se aprecian siete valores negativos seguidos de cinco valores positivos, que nos indica periodicidad cíclica. Esto se evidenció graficando estos valores de la función ACF (Figura 25), donde se observa grupos de valores que se forman cada 5 y 7 meses. Los valores en la parte negativa indican evoluciones de humedad relativa, que denotan disminuciones sucesivas evidenciando la presencia del verano; con picos que se detectan en los retardos 6, 18, 30, etc. Análogamente los retardos 12, 24 y 36 muestran en la parte positiva de la gráfica evoluciones de humedad relativa que evidencian presencia de invierno.

**Tabla 15.***Valores de ACF de la Humedad Relativa*

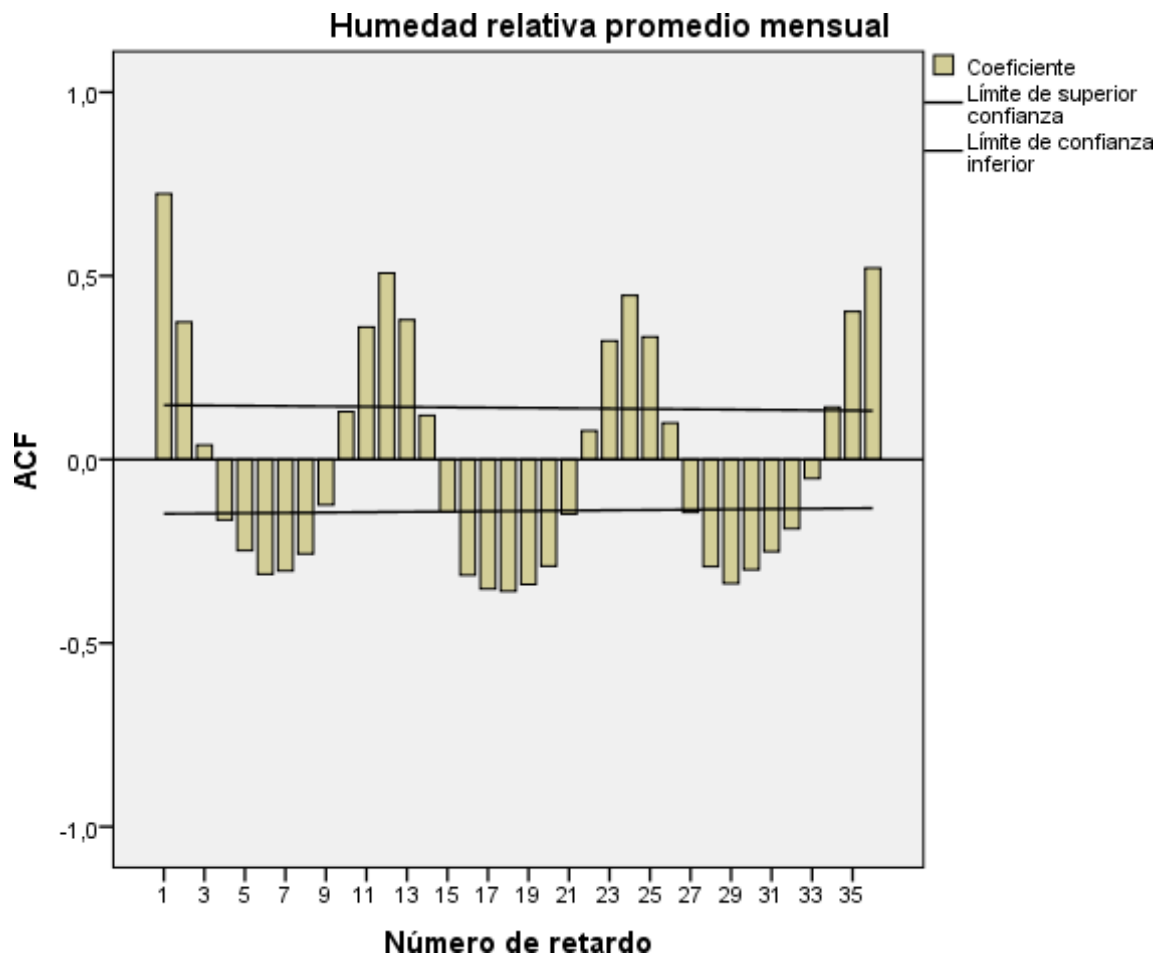
Retardo	Autocorrelación	Error estándar <sup>a</sup>	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. <sup>b</sup>
1	,723	,074	95,713	1	,000
2	,374	,074	121,517	2	,000
3	-,039	,074	121,796	3	,000
4	-,164	,073	126,826	4	,000
5	-,248	,073	138,327	5	,000
6	-,312	,073	156,697	6	,000
7	-,303	,073	174,086	7	,000
8	-,257	,072	186,674	8	,000
9	-,124	,072	189,604	9	,000
10	,130	,072	192,861	10	,000
11	,361	,072	218,086	11	,000
12	,507	,072	268,240	12	,000
13	,380	,071	296,630	13	,000
14	,120	,071	299,473	14	,000
15	-,144	,071	303,571	15	,000
16	-,315	,071	323,387	16	,000
17	-,353	,071	348,362	17	,000
18	-,359	,070	374,358	18	,000
19	-,340	,070	397,928	19	,000
20	-,291	,070	415,210	20	,000
21	-,149	,070	419,759	21	,000
22	,078	,069	421,014	22	,000
23	,323	,069	442,754	23	,000
24	,446	,069	484,591	24	,000
25	,334	,069	508,127	25	,000
26	,100	,069	510,234	26	,000
27	-,144	,068	514,678	27	,000
28	-,291	,068	532,989	28	,000
29	-,338	,068	557,717	29	,000
30	-,300	,068	577,399	30	,000
31	-,251	,067	591,195	31	,000
32	-,188	,067	599,061	32	,000
33	-,052	,067	599,652	33	,000
34	,142	,067	604,202	34	,000
35	,403	,067	640,876	35	,000
36	,521	,066	702,597	36	,000

a. El proceso subyacente asumido es independencia (ruido blanco).

b. Se basa en la aproximación de chi-cuadrado asintótica.

**Figura 25.**

*Valores de Autocorrelaciones de Humedad Relativa*



De este modo se validan los períodos estacionales, o en otras palabras, evidencian la presencia de ESTACIONALIDAD, que completa su ciclo girando sobre el eje de las abscisas con una cantidad de retardos igual al ciclo estacional.

Los valores numéricos ACF de humedad relativa, obtenidos con el software estadístico aparecen en la Tabla 16.

**Tabla 16.**

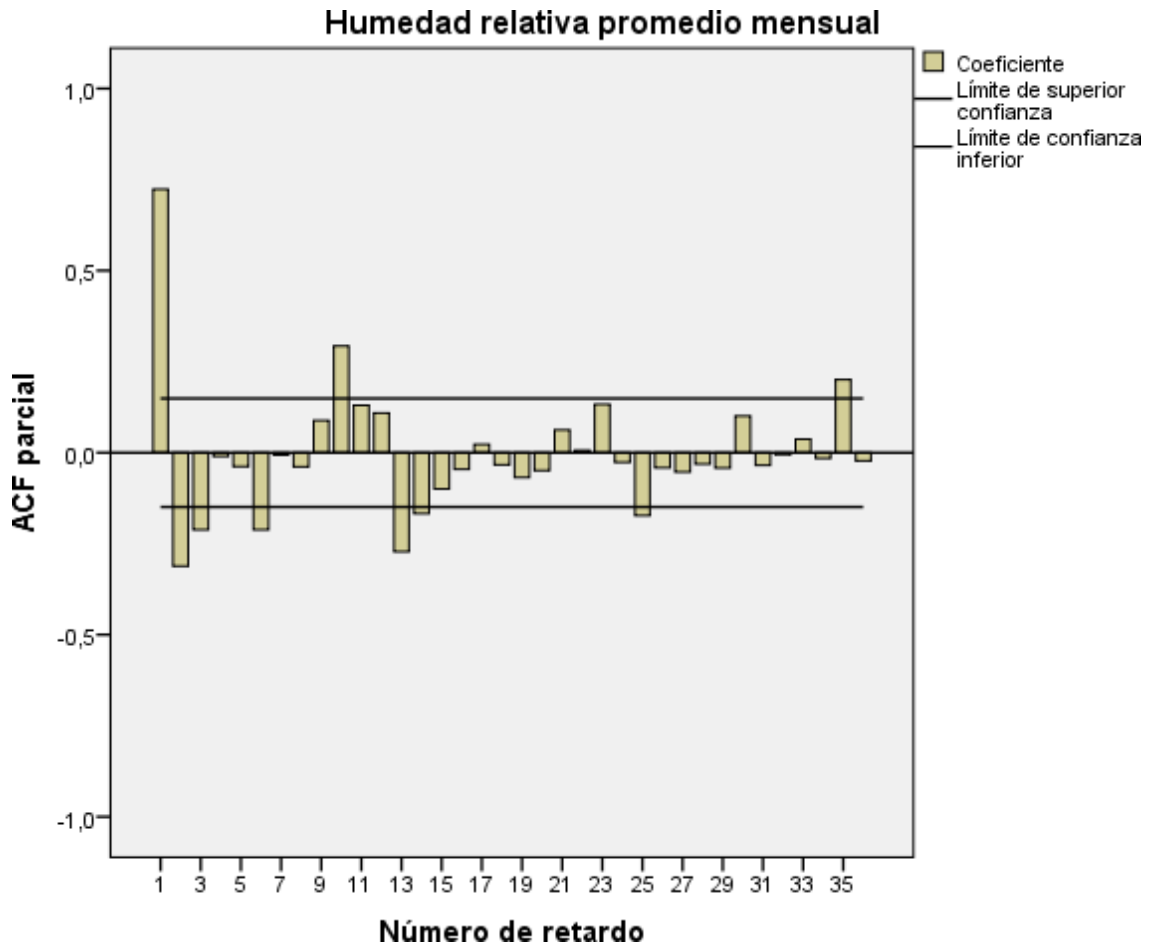
*Valores de la Función Autocorrelación Parcial de la Humedad Relativa Mensual.*

Autocorrelaciones parciales

Retardo	Autocorrelación parcial	Error estándar
1	,723	,075
2	-,311	,075
3	-,211	,075
4	-,010	,075
5	-,038	,075
6	-,212	,075
7	-,006	,075
8	-,039	,075
9	,088	,075
10	,293	,075
11	,130	,075
12	,109	,075
13	-,272	,075
14	-,168	,075
5	-,099	,075
16	-,046	,075
17	,022	,075
18	-,033	,075
19	-,068	,075
20	-,049	,075
21	,062	,075
22	,006	,075
23	,133	,075
24	-,026	,075
25	-,173	,075
26	-,042	,075
27	-,053	,075
28	-,032	,075
29	-,042	,075
30	,101	,075
31	-,034	,075
32	-,005	,075
33	,037	,075
34	-,016	,075
35	,201	,075
36	-,023	,075

**Figura 26**

*Valores de la Función Autocorrelación Parcial de Humedad Relativa*



En los primeros retardos los valores de ACFP caen bruscamente; repitiéndose en comportamiento en el período largo, lo cual denota la ausencia de ESTACIONARIEDAD en media.

Para averiguar si hay estacionariedad en varianza, se examina los valores de la Tabla 17. Se observa que tanto las medias anuales como las varianzas no son iguales, respectivamente; lo cual nos indica la ausencia de Estacionariedad en la serie original de datos.

**Tabla 17***Resúmenes de Medias y Varianzas de Humedad Relativa Mensual*

## Estación Ocucaje

Resúmenes de casos		
Humedad relativa promedio mensual		
YEAR, not periodic	Varianza	Media
2001	11,241	71,233
2002	8,118	69,675
2003	5,849	69,875
2004	6,486	70,025
2005	6,526	69,758
2006	6,208	71,025
2007	4,881	69,758
2008	5,435	71,108
2009	17,789	73,317
2010	3,771	67,400
2011	21,037	69,925
2012	24,288	71,792
2013	8,157	70,933
2014	11,061	71,550
2015	5,173	71,800
Total	10,711	70,612

**No normalidad de la serie.**

Efectuando el test de normalidad con la ayuda del SPSS se obtuvo los resultados que se muestran a continuación.

	Kolmogórov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Humedad relativa promedio mensual	,101	180	,000	,957	180	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

## Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
Humedad relativa promedio mensual	Media		70,612	,2439
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	70,130	
		Límite superior	71,093	
	Media recortada al 5%		70,472	
	Mediana		70,200	
	Varianza		10,711	
	Desviación estándar		3,2727	
	Mínimo		63,7	
	Máximo		83,5	
	Rango		19,8	
	Rango Inter cuartil		3,7	
	Asimetría		,846	,181
	Curtosis		1,250	,360

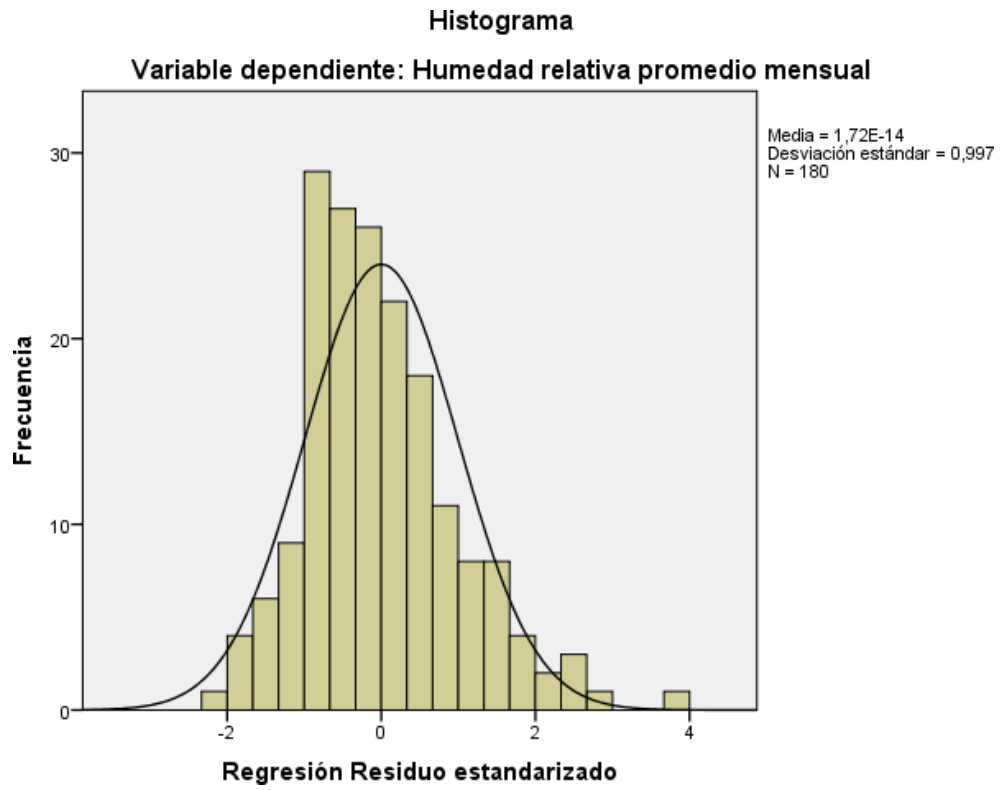
Se completó el análisis con las gráficas de Ajuste a la curva normal y la gráfica Q-Q, que se muestran en la Figura 27 y la Figura 28, donde se puede apreciar que la serie no sigue una distribución normal. Se comprueba la No normalidad de la serie de datos de la Humedad relativa.

Este análisis confirmatorio prueba la validez de la serie Humedad relativa como serie de tiempo.

De este modo queda verificada que la variable Humedad relativa cumple las condiciones de consistencia y de validez de una serie de tiempo, entonces podemos proceder a descomponer la serie y a analizar sus componentes de tendencia y estacionalidad.

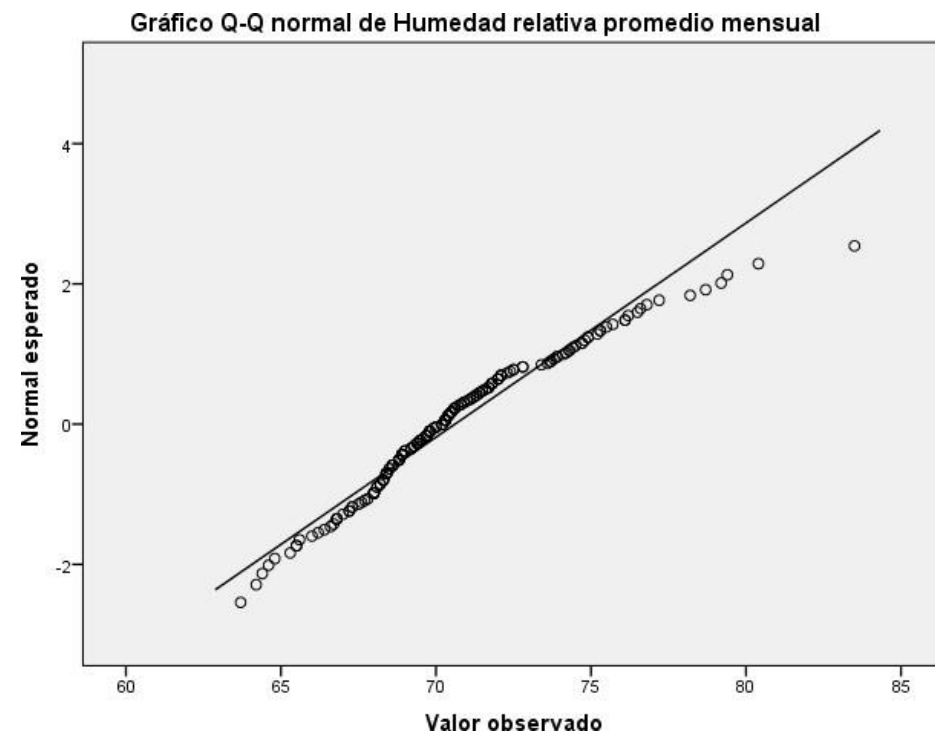
**Figura 27**

*Ajuste a la Curva Normal de la Serie Humedad Relativa*



**Figura 28**

*Q-Q PLOT de Humedad Relativa*





#### d. Análisis de los componentes de la Variable Humedad Relativa.

Se determinó previamente las medias y varianzas para cada año. El resultado se aprecia en la Tabla 18.

**Tabla 18**

*Medias y Varianzas*

Humedad relativa promedio mensual

YEAR, not periodic	Varianza	Media
2001	11,241	71,233
2002	8,118	69,675
2003	5,849	69,875
2004	6,486	70,025
2005	6,526	69,758
2006	6,208	71,025
2007	4,881	69,758
2008	5,435	71,108
2009	17,789	73,317
2010	3,771	67,400
2011	21,037	69,925
2012	24,288	71,792
2013	8,157	70,933
2014	11,061	71,550
2015	5,173	71,800
Total	10,711	70,612

Observamos en la Tabla 18 que las medias y las varianzas no son iguales, lo cual indica No Estacionariedad.

A continuación, analizamos si la serie cumple con la condición de Estacionalidad.

### Descomposición estacional.

Con la ayuda del SPSS se efectuó la descomposición estacional, determinando los factores estacionales y guardando los archivos nuevos generados en el sistema. Los resultados obtenidos con el SPSS son los siguientes:

#### Factores estacionales

Nombre de serie: Humedad relativa promedio mensual

Período	Factor estacional (%)
1	97,1
2	96,9
3	96,3
4	99,2
5	100,3
6	105,2
7	106,9
8	104,0
9	100,8
10	97,6
11	97,4
12	98,2

#### Descripción del modelo

Nombre de modelo	MOD_4	
Tipo de modelo	Multiplicativo	
Nombre de serie	1	Humedad relativa promedio mensual
Longitud de periodo estacional		12
Método de cálculo de medias móviles		Amplitud igual a la periodicidad y todos los puntos ponderados igualmente

Aplicando las especificaciones de modelo desde MOD\_4

Las variables nuevas generadas por el sistema son:

ERR1 Error para HRprom de SEASON, MOD\_4, MUL EQU 12

SAS1 Serie ajustada por temporada para HRprom de SEASON, MOD\_4, MUL EQU 12

SAF1 Factores estacionales para HRprom de SEASON, MOD\_4, MUL EQU 12

STC1 Ciclo de tendencia para HRprom de SEASON, MOD\_4, MUL EQU 12

Se tiene los primeros 10 valores de la serie desestacionalizada SAS1 y los valores de la tendencia STC1, que en este caso incluye ciclos.

año		mes	ERR1	SAS1	SAF1	STC1
2001	1	JAN 2001	1,02828	72,39242	0,9711	70,40154
2001	2	feb-01	0,9873	69,64671	0,96918	70,54273
2001	3	mar-01	0,98255	69,58906	0,96279	70,82511
2001	4	APR 2001	1,0051	71,75201	0,99231	71,38786
2001	5	may-01	1,01998	73,46898	1,00314	72,02977
2001	6	jun-01	0,99086	71,47187	1,05216	72,13094
2001	7	jul-01	0,99735	71,82415	1,06928	72,01533
2001	8	AUG 2001	1,00937	72,42461	1,0397	71,75246
2001	9	sep-01	1,00029	71,40355	1,00835	71,38299
2001	10	oct-01	0,9965	70,57101	0,97632	70,81915

### **Componente tendencia.**

Asumiendo linealidad para la variable HR se puede hallar la ecuación de regresión y comparar los coeficientes resultantes en la ecuación de regresión.

Con el software estadístico SPSS se determinó la tendencia utilizando como variable explicativa la HR promedio mensual. Los resultados arrojados por el sistema se muestran a continuación.

### Variables introducidas/eliminadas<sup>a</sup>

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	YEAR, not periodic <sup>b</sup>	.	Intro

- a. Variable dependiente: Humedad relativa promedio mensual  
 b. Todas las variables solicitadas introducidas.

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,115 <sup>a</sup>	,013	,008	3,2600

- a. Predictores: (Constante), YEAR, not periodic  
 b. Variable dependiente: Humedad relativa promedio mensual

### Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	-104,252	112,931		-,923	,357
	YEAR, not periodic	,087	,056	,115	1,548	,123

- a. Variable dependiente: Humedad relativa promedio mensual

Por lo tanto, la ecuación de regresión obtenida de datos directos es:

$$HR = -104.252 + 0.087 \text{ YEAR}$$

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	25,481	1	25,481	2,398	,123 <sup>b</sup>
	Residuo	1891,725	178	10,628		
	Total	1917,205	179			

a. Variable dependiente: Humedad relativa promedio mensual

b. Predictores: (Constante), YEAR, not periodic

Se determinó a continuación el comportamiento de HR utilizando las variables nuevas generadas por modelo.

Asumiendo linealidad para la variable STC1 podemos hallar la ecuación de regresión y comparar los coeficientes resultantes en la ecuación de regresión anterior.

El recálculo con las nuevas variables dado por el sistema arrojó los resultados siguientes:

### Variables entradas/eliminadas<sup>a</sup>

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	YEAR, not periodic <sup>b</sup>		Intro

a. Variable dependiente: Ciclo de tendencia para HRprom de SEASON, MOD\_4, MUL EQU 12

b. Todas las variables solicitadas introducidas.

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,226 <sup>a</sup>	,051	,046	1,65908737

a. Predictores: (Constante), YEAR, not periodic

b. Variable dependiente: Ciclo de tendencia para HRprom de SEASON, MOD\_4, MUL EQU 12

### Coeficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	-107,135	57,473		-1,864	,064
	YEAR, not periodic	,089	,029	,226	3,093	,002

a. Variable dependiente: Ciclo de tendencia para HRprom de SEASON, MOD\_4, MUL EQU 12

Se observa que el coeficiente de la variable independiente será 0.089 con mejor nivel de significación, en vez de 0.087 como se obtuvo anteriormente.

Por tanto, se puede asumir la ecuación de comportamiento de la variable Humedad relativa como:

$$\mathbf{HR = -107.135 + 0.089 YEAR}$$

Este es el resultado que será utilizado en adelante en la sección de Conclusiones de la investigación.

## Anexo 7. Procesamiento de Datos de la Variable Horas de Sol.

### a. Información disponible.

Se trabajó con la información obtenida del SENAMHI, Horas de Sol registrada en la Estación San Camilo. La Tabla 19 contiene la información obtenida a la cual se le completó los datos perdidos mediante el procedimiento de promedios de datos contiguos. Se efectuó el redondeo a cifras enteras con aproximación a los décimos por razones de espacio para la impresión.

**Tabla 19**

*Horas de Sol Promedio Mensual*

Estación San Camilo												
Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
2001	167,1	190,1	236,1	225	233,3	215,8	192,3	218,6	251,6	265,7	261	250,8
2002	246,5	163,6	242,6	228,1	275,8	239,9	198,2	217,7	245,4	252,4	239,6	233,6
2003	221,5	171,3	251,7	283	274,6	222,2	224,6	231,5	230,9	282,4	250,6	228,5
2004	229,9	211	221,1	262,6	287,9	208,2	210,8	217,2	250,7	270,6	236,5	208,2
2005	217,8	181,4	247,1	268,2	245,9	203,2	214,1	218,2	234,4	269,2	237,9	210
2006	191,1	173,6	217,4	257,2	284,6	217,3	181,9	215	240,8	227,8	222,4	205,6
2007	131,2	188,9	187,9	249	267,3	212,3	177,2	206	217,8	251,4	220,3	235,6
2008	139,7	193,6	232,7	255	233,5	154,9	159,6	189,9	221,6	267	256,2	238,2
2009	165,3	127,4	171,9	261,6	275,6	180,2	201,8	219,6	242	259	231,8	204,9
2010	171,8	140,8	226,6	240,1	240	S/D	236,2	232,1	247,6	248,9	260,9	227,6
2011	195,1	169,3	239,4	244,9	272,3	186	178,5	211,1	254,2	250,8	275,4	203,1
2012	S/D	S/D	189,4	221,5	252,7	182,1	192	193,9	211,1	211,3	246,4	200,6
2013	227,3	156,5	207,9	291,9	252,3	208,7	187,3	216,5	251	261	263,6	218
2014	198,9	226,4	184,8	231,3	184	154,1	208	223,4	203,2	249,3	235,8	232,5
2015	233,7	100,2	177,7	242,4	235,2	182,4	194,1	198,9	219,1	231,9	234,3	225,8

Fuente: SENAMHI.

### b. Análisis exploratorio de la data sobre horas de sol.

Toda serie de tiempo relacionada con variables atmosféricas cumple con ciertas características que deben ser verificadas a fin de tener información clara sobre su estructura y relaciones con otras variables como la producción. El análisis previo de la data permite evitar supuestos equivocados como la

independencia, la normalidad, la homocedasticidad, y otros que conducen a conclusiones que no son válidas (WILLKS, 2006).

Mediante el análisis exploratorio se verificó la consistencia de la información. Para ello se ha empleado las siguientes técnicas: el diagrama de cajas, el histograma y el análisis espectral.

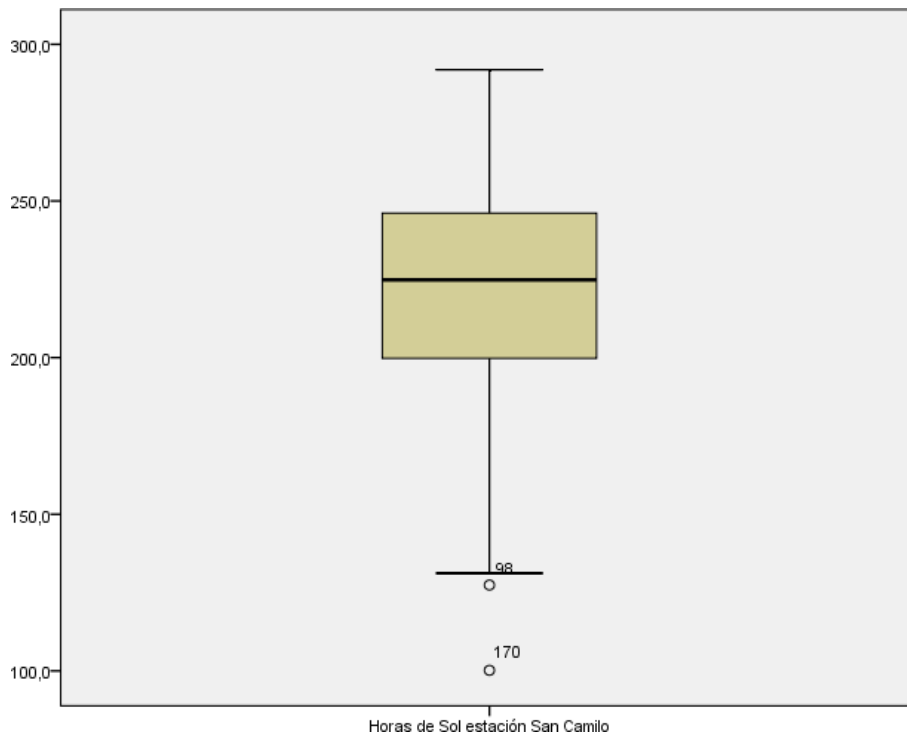
El procesamiento de los datos se efectuó con la ayuda del SPSS del Laboratorio de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad.

### **Diagrama de caja.**

El resultado obtenido con la ayuda del software estadístico se muestra en la siguiente Figura.

### **Figura 29**

*Diagrama de Caja. Horas de Sol*



La Figura 29 muestra presencia de escasos valores atípicos inferiores al primer cuartil y permite afirmar que gran parte de la data está incluida entre el primer y tercer cuartiles. Asimismo, indica que hay mayor cantidad de valores por debajo de la media.

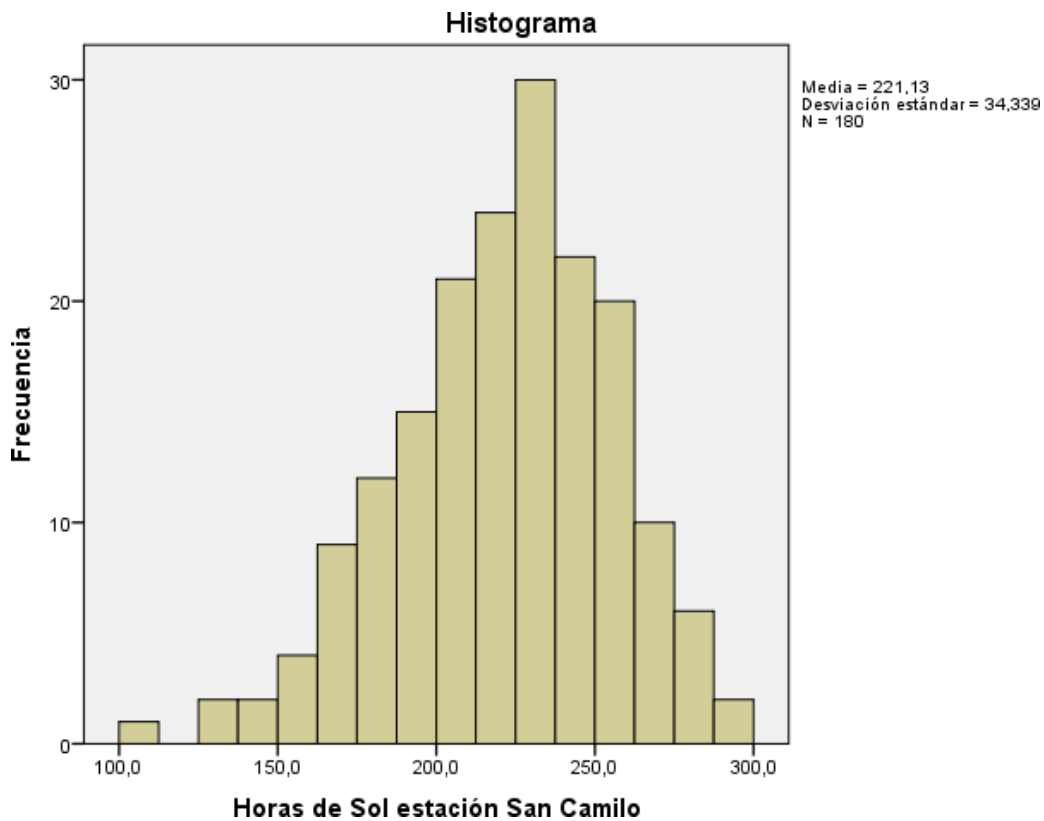


### El histograma.

El histograma obtenido con la ayuda del SPSS se muestra en la Figura 30, donde se puede apreciar que la distribución es asimétrica y que la data no sigue una distribución de probabilidad normal. Se descarta el supuesto de normalidad

**Figura 30.**

*Histograma de Horas de Sol*



### Análisis espectral:

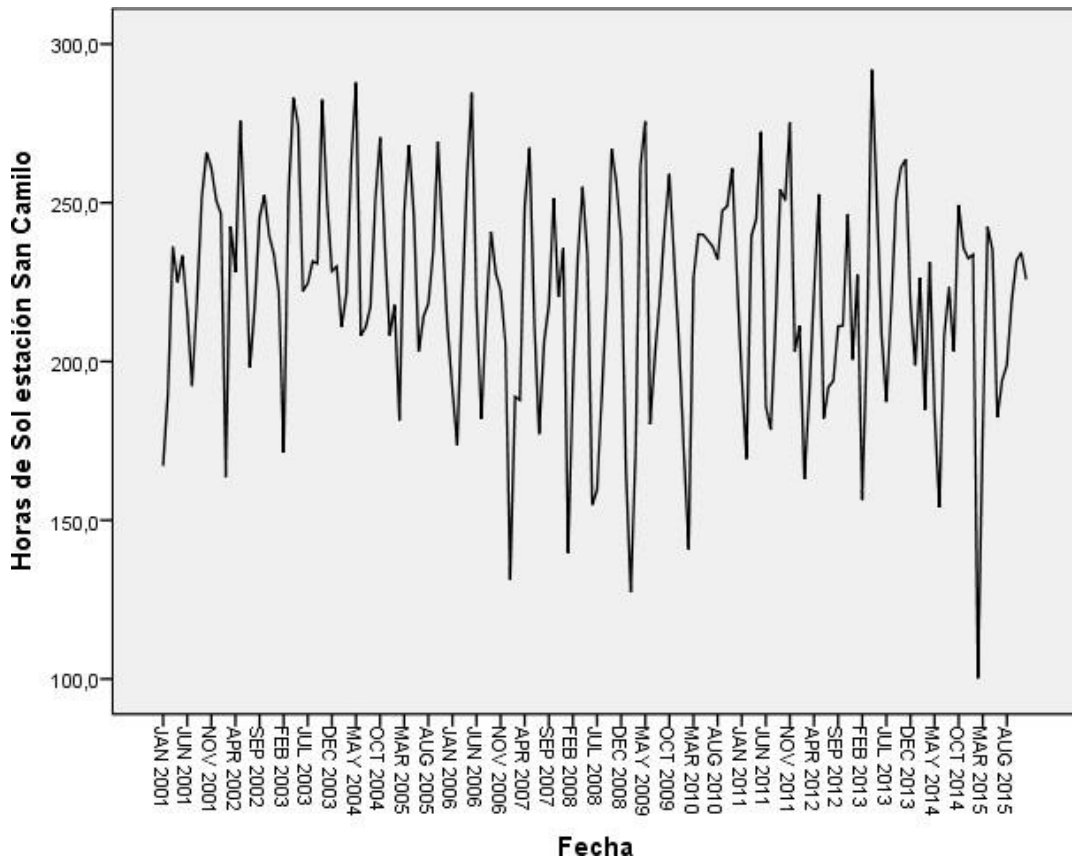
Presencia de ciclos u oscilaciones.

La serie estadística se inicia en enero de 2001 hasta diciembre de 2015.

El trazo de secuencia obtenida con el software estadístico se muestra en la Figura 31, donde muestra picos que parecen estar espaciados uniformemente sugiriendo la presencia de componente periódico en la serie.

**Figura 31**

*Horas de Sol Promedio Mensual*

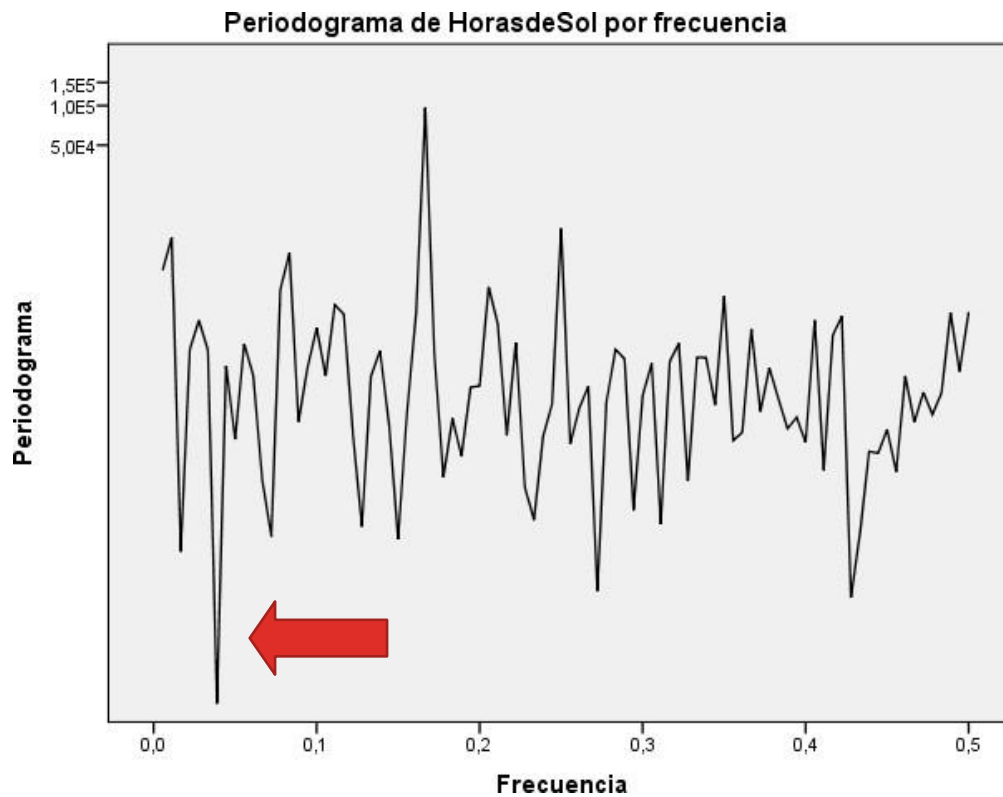


**El periodograma.**

Para ver la estacionalidad, se graficó el periodograma. El resultado se muestra en la Figura 32, donde el pico señalado corresponde a la frecuencia 0.042 aproximadamente, es decir  $1/0.042 = 24$  meses.

**Figura 32**

*Periodograma de Horas de Sol Promedio Mensual*



**c. Análisis confirmatorio de la data sobre horas de sol.**

Mediante el análisis confirmatorio, examinamos la validez de la información. Para ello, realizamos la distinción entre estacionariedad y estacionalidad, examinando las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial.

En la Tabla 20 se aprecian tres valores negativos seguidas de tres valores positivos, que nos indica periodicidad cíclica.

Con la ayuda del SPSS se obtuvo los valores de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial de la función Horas de sol, con sus correspondientes gráficas.

**Tabla 20**

Valores de la Función ACF de Horas de Sol

Retardo	Autocorrelación	Error estándar	Estadístico de Box-Ljung		
			Valor	gl	Sig. <sup>b</sup>
1	,346		21,896	1	,000
2	-,181	,074	27,953	2	,000
3	-,395	,074	56,904	3	,000
4	-,160	,073	61,661	4	,000
5	,241	,073	72,499	5	,000
6	,436	,073	108,274	6	,000
7	,198	,073	115,675	7	,000
8	-,125	,072	118,644	8	,000
9	-,371	,072	145,080	9	,000
10	-,166	,072	150,379	10	,000
11	,244	,072	161,945	11	,000
12	,575	,072	226,456	12	,000
13	,254	,071	239,154	13	,000
14	-,172	,071	245,024	14	,000
15	-,395	,071	275,956	15	,000
16	-,194	,071	283,498	16	,000
17	,206	,071	292,039	17	,000
18	,396	,070	323,681	18	,000
19	,258	,070	337,189	19	,000
20	-,156	,070	342,177	20	,000
21	-,448	,070	383,545	21	,000
22	-,264	,069	398,013	22	,000
23	,230	,069	409,078	23	,000
24	,549	,069	472,360	24	,000
25	,257	,069	486,280	25	,000
26	-,226	,069	497,113	26	,000
27	-,393	,068	530,179	27	,000
28	-,130	,068	533,825	28	,000
29	,217	,068	544,034	29	,000
30	,332	,068	568,175	30	,000
31	,180	,067	575,329	31	,000
32	-,199	,067	584,070	32	,000
33	-,428	,067	624,870	33	,000
34	-,227	,067	636,404	34	,000
35	,226	,067	647,965	35	,000
36	,482	,066	700,737	36	,000

a. El proceso subyacente asumido es independencia (ruido blanco).

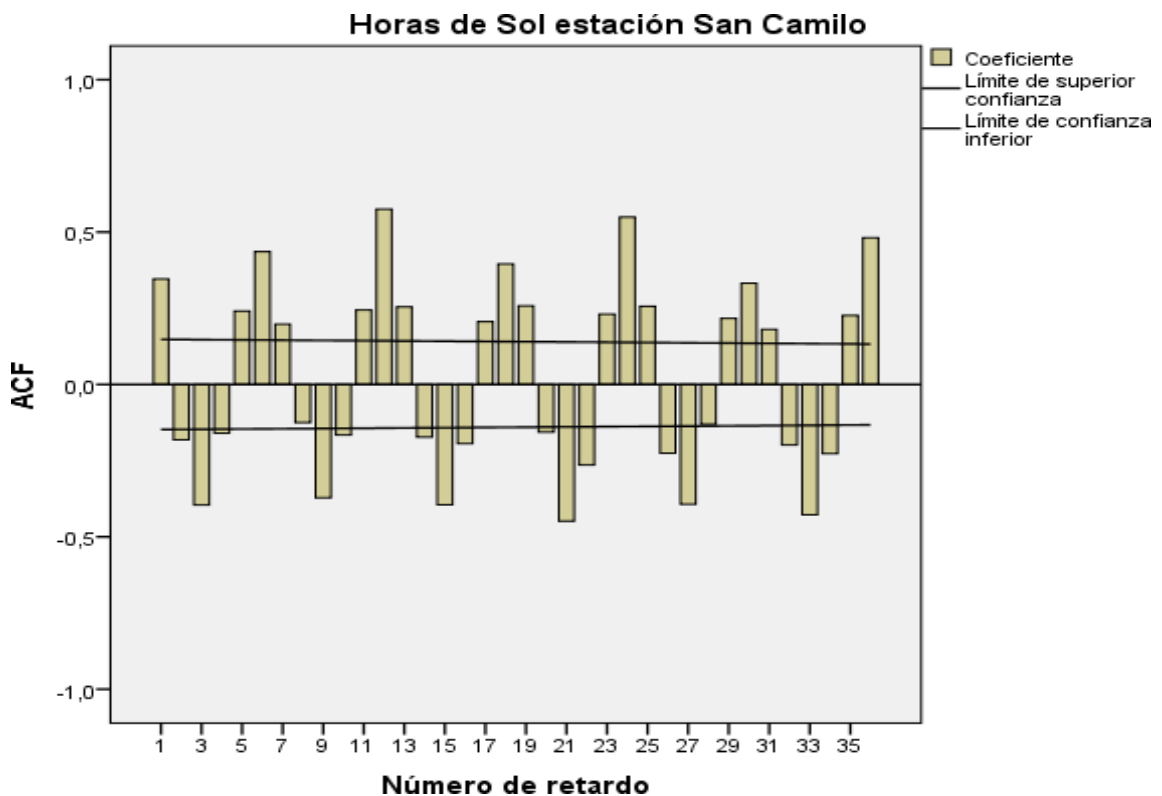
b. Se basa en la aproximación de chi-cuadrado asintótica.

Se observa en la Figura 33, grupos de valores que se forman cada 3 meses. Los valores en la parte negativa indican evoluciones de horas de sol que denotan disminuciones sucesivas evidenciando la presencia de nubosidad; con picos que se detectan en los retardos 3, 9, 15, etc. Análogamente los retardos 6,12, 18, 24, muestran en la parte positiva de la gráfica evoluciones de horas de sol que evidencian presencia de brillo solar.

De este modo se validó los períodos estacionales o, en otras palabras, se evidencian la presencia de ESTACIONALIDAD, que completa su ciclo girando sobre el eje de las abscisas con una cantidad de retardos igual al ciclo estacional.

**Figura 33.**

*Valores de Autocorrelaciones Horas de Sol*



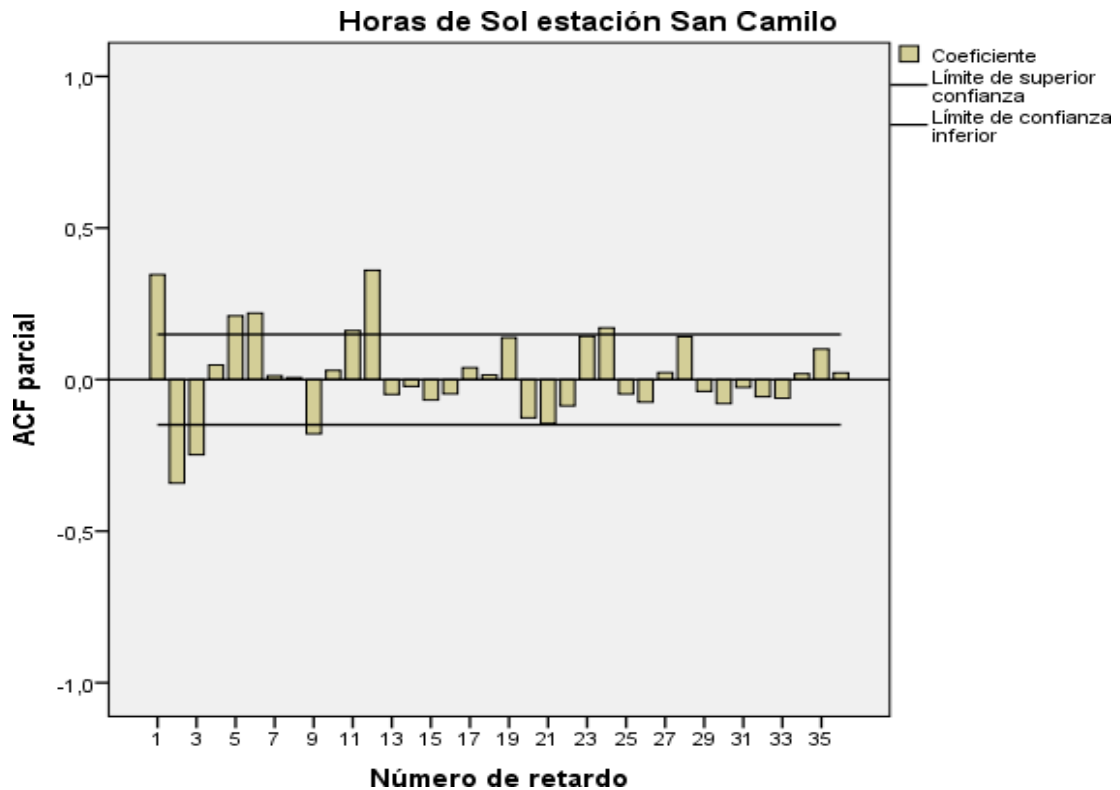
La Tabla 21 y la Figura 34, presentan los valores de la función autocorrelación parcial de la variable Horas de Sol y su correspondiente gráfica, obtenidas con el software estadístico SPSS.

**Tabla 21***Valores de la Función Autocorrelación Parcial de Horas de Sol Mensual*

Retardo	Autocorrección parcial	Error estándar
1	,346	,075
2	-,342	,075
3	-,248	,075
4	,048	,075
5	,210	,075
6	,219	,075
7	,012	,075
8	,006	,075
9	-,179	,075
10	,030	,075
11	,162	,075
12	,360	,075
13	-,049	,075
14	-,022	,075
15	-,068	,075
16	-,047	,075
17	,039	,075
18	,015	,075
19	,138	,075
20	-,126	,075
21	-,145	,075
22	-,087	,075
23	,142	,075
24	,170	,075
25	-,048	,075
26	-,074	,075
27	,023	,075
28	,141	,075
29	-,039	,075
30	-,079	,075
31	-,026	,075
32	-,057	,075
33	-,061	,075
34	,020	,075
35	,101	,075
36	,022	,075

**Figura 34**

*Valores de la Función Autocorrelación Parcial de Horas de Sol.*



En los primeros retardos los valores de ACFP caen bruscamente; repitiéndose en comportamiento en el período largo, lo cual denota la ausencia de ESTACIONARIEDAD en media.

Para averiguar si hay estacionariedad en varianza, analizamos la Tabla 22, donde se observa que tanto las medias anuales como las varianzas no son iguales, respectivamente; lo cual nos indica la ausencia de ESTACIONARIEDAD en la serie original de datos.

**Tabla 22**

*Resúmenes de Medias y Varianzas Mensuales de Horas de Sol.*

Horas de Sol estación San Camilo

YEAR, not periodic	Media	Varianza
2001	225,617	934,412
2002	231,950	818,197
2003	239,400	999,282
2004	234,558	746,192
2005	228,950	693,703
2006	219,558	976,372
2007	212,075	1411,733
2008	211,825	1868,822
2009	211,758	2015,906
2010	225,892	1190,083
2011	223,342	1383,515
2012	206,258	655,417
2013	228,500	1394,004
2014	210,975	746,953
2015	206,308	1611,146
Total	221,131	1179,159

**No normalidad.**

Se efectuó la secuencia de instrucciones para el test de Normalidad en el SPSS. Los resultados se muestran a continuación.

La serie no satisface la prueba de normalidad. No se acepta la hipótesis de que los datos sigan una distribución de probabilidad normal, con nivel de significación del 5%. Las gráficas obtenidas con el SPSS que se presentan a continuación confirman la afirmación.



## Descriptivos

			Estadístico	Error estándar
Horas de Sol estación San Camilo	Media		221,131	2,5595
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	216,080 226,182	
	Media recortada al 5%		222,272	
	Mediana		224,800	
	Varianza		1179,159	
	Desviación estándar		34,3389	
	Mínimo		100,2	
	Máximo		291,9	
	Rango		191,7	
	Rango intercuartil		47,0	
	Asimetría		-,551	,181
	Curtosis		,380	,360

## Pruebas de normalidad

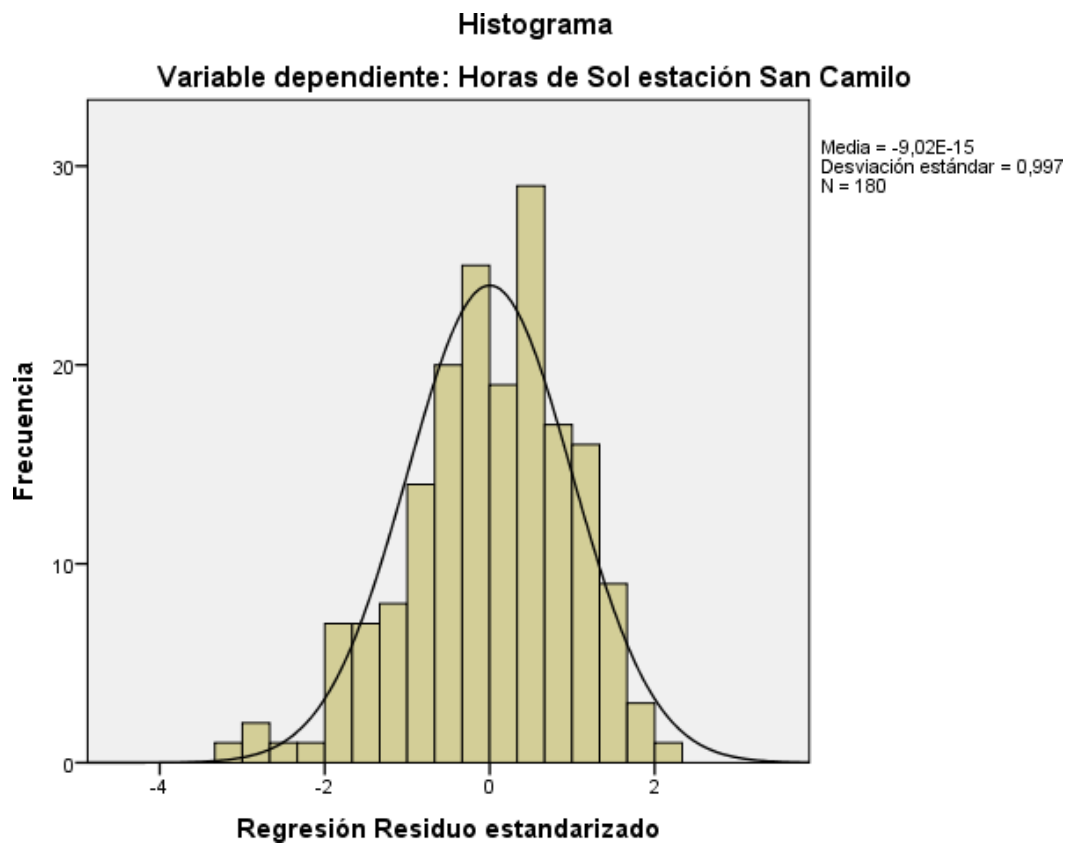
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Horas de Sol estación San Camilo	,066	180	,057	,981	180	,015

a. Corrección de significación de Lilliefors

Las Figuras 35 y 36, permitieron confirmar que la serie no sigue una distribución de probabilidad normal, con lo que quedó verificada que la serie estadística relacionada a la variable Horas de sol satisface las pruebas de validez y cumple las condiciones de serie de tiempo, entonces podemos descomponer la serie y encontrar sus componentes de tendencia y estacionalidad.

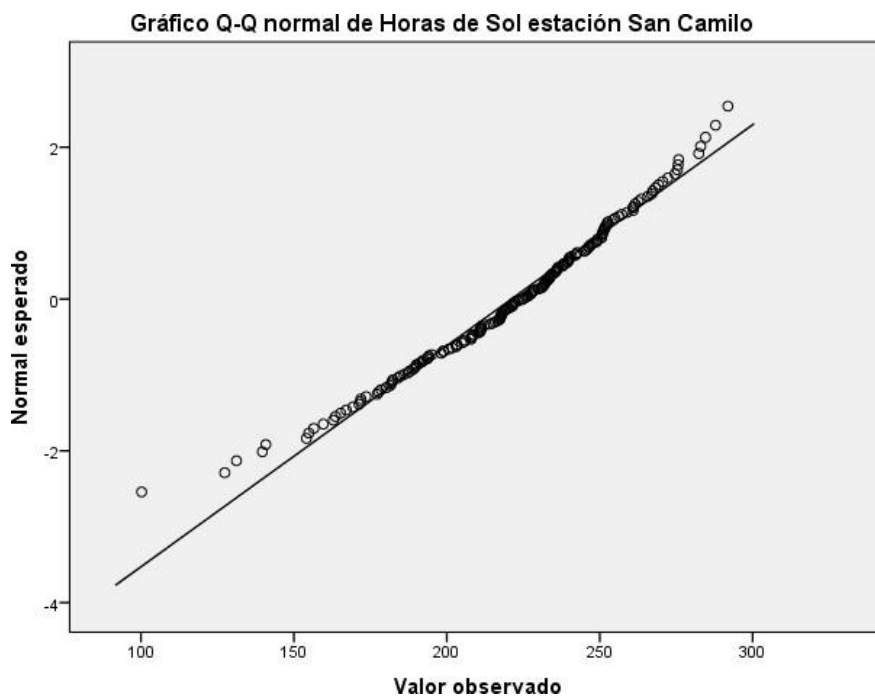
**Figura 35**

*Ajuste a la Curva Normal de la Serie Horas de Sol*



**Figura 36**

*Q-Q PLOT de Horas de Sol.*



#### d) Análisis de las componentes de la variable horas de sol.

Se presenta las guías de las secuencias de instrucciones y los resultados obtenidos. Se solicitó al software estadístico guardar las variables nuevas generadas.

#### Descripción del modelo

Nombre de modelo	MOD_1	
Tipo de modelo	Multiplicativo	
Nombre de serie	1	Horas de Sol estación San Camilo
Longitud de periodo estacional	12	
Método de cálculo de medias móviles	Amplitud igual a la periodicidad y todos los puntos ponderados	

Aplicando las especificaciones de modelo desde MOD\_1

#### Determinación de los factores estacionales.

Nombre de serie: Horas de Sol estación San Camilo

Período	Factor estacional (%)
1	89,8
2	76,2
3	96,5
4	114,2
5	116,9
6	90,0
7	88,9
8	96,6
9	106,5
10	114,7
11	110,4
12	99,3

Las variables nuevas generadas por el sistema y los primeros diez valores para el año 2001 son:

ERR1 Error para Horas de Sol de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

SAS1 Serie ajustada por temporada para Horas de Sol de SEASON, MOD\_1, MUL

EQU 12 SAF1 Factores estacionales para Horas de Sol de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

STC1 Ciclo de tendencia para Horas de Sol de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

H de sol	año	mes	ERR1	SAS1	SAF1	STC1	
167,1	2001	1	JAN 2001	0,8152	186,114	0,89784	228,30466
190,1	2001	2	feb-01	1,10023	249,47441	0,762	226,74789
236,1	2001	3	mar-01	1,094	244,65527	0,96503	223,63435
225	2001	4	APR 2001	0,90072	197,04756	1,14186	218,7668
233,3	2001	5	may-01	0,92912	199,58538	1,16892	214,81225
215,8	2001	6	jun-01	1,09313	239,80282	0,89991	219,37341
192,3	2001	7	jul-01	0,96484	216,19808	0,88946	224,07733
218,6	2001	8	AUG 2001	0,9911	226,33779	0,96581	228,36942
251,6	2001	9	sep-01	1,02348	236,23516	1,06504	230,81668
265,7	2001	10	oct-01	0,98377	231,64208	1,14703	235,46254

### Componente tendencia.

Se tiene en el cuadro anterior los primeros 10 valores de la serie desestacionalizada SAS1 y los valores de la tendencia, STC1 que en este caso incluye ciclos.

Analizamos por regresión lineal el coeficiente de la variable explicativa Horas de Sol promedio mensual por año. Nuevamente, con la ayuda del SPSS, tenemos los siguientes resultados:

## Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,195 <sup>a</sup>	,038	,033	33,7728

a. Predictores: (Constante), YEAR, not periodic

b. Variable dependiente: Horas de Sol estación San Camilo

## Coeficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes				
		Coeficientes no estandarizados	Error estándar	Coeficientes estandarizados	t	
B		Beta	Sig.			
1	(Constante)	3327,674	1169,937		2,844	,005
	YEAR, not periodic	-1,547	,583	-,195	-2,655	,009

a. Variable dependiente: Horas de Sol estación San Camilo

La ecuación de regresión para la tendencia obtenida de datos directos será:

$$\text{HdeS} = 3327.674 - 1.547 \text{ YEAR}$$

## ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	8042,049	1	8042,049	7,051	,009 <sup>b</sup>
	Residuo	203027,417	178	1140,603		
	Total	211069,466	179			

a. Variable dependiente: Horas de Sol estación San Camilo

b. Predictores: (Constante), YEAR, not periodic

Analizamos ahora el comportamiento de la variable HdeS utilizando las variables generadas por el sistema.

### Resumen del modelo<sup>b</sup>

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,490 <sup>a</sup>	,241	,236	12,67703009

a. Predictores: (Constante), YEAR, not periodic

b. Variable dependiente: Ciclo de tendencia para Horas de Sol de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

### Coefficientes<sup>a</sup>

Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados		
		B	Error estándar	Beta	t	Sig.
1	(Constante)	3519,017	439,150		8,013	,000
	YEAR, not periodic	-1,642	,219	-,490	-7,509	,000

a. Variable dependiente: Ciclo de tendencia para Horas de Sol de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

Asumiendo linealidad para la variable STC1 se puede hallar la nueva ecuación de regresión.

Con los coeficientes mostrados, escribimos la nueva ecuación de regresión:  $HdeS = 3519.017 - 1.642 \text{ YEAR}$  ; donde YEAR son los años 2001, 2002, ... , 2015.

### ANOVA<sup>a</sup>

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	9062,022	1	9062,022	56,388	,000 <sup>b</sup>
	Residuo	28605,862	178	160,707		
	Total	37667,885	179			

a. Variable dependiente: Ciclo de tendencia para Horas de Sol de SEASON, MOD\_1, MUL EQU 12

b. Predictores: (Constante), YEAR, not periodic

Los coeficientes de esta segunda ecuación tienen mejor nivel de significación que los de la ecuación anterior para HdeS.

Estas ecuaciones de comportamiento indican que la evolución del tiempo está afectando a las Horas de Sol en forma negativa. La pendiente de la línea de regresión nos indica que hay tendencia a disminuir las horas de sol promedio mensual en el largo plazo. Se comparó este resultado con la regresión calculada en base a los promedios mensuales de 15 años sin desestacionalizar

La función de regresión que refleja el comportamiento de la variable HdeS es:

$$\mathbf{HdeS = 3519.017 - 1.642 YEAR}$$

donde YEAR son los años 2001, 2001, ... , 2015.

Lo que indica que se puede esperar mayor frecuencia de días nublados en los futuros años.

## **Anexo 8. *Procesamiento de Datos de la Variable Producción de la Provincia de Ica***

### **a. Información disponible:**

Se utilizó la información disponible de la página web de la Región Agraria de Ica, años 2001 a 2014, en toneladas métricas producidas y precios promedio anuales para cada uno de los productos principales de la provincia. Para convertir los precios por quintal (qq) del algodón a precios por kilogramo, se utilizó la equivalencia  $1 \text{ qq} = 46 \text{ kg}$ .

Para asignar precios por kilogramo a la producción de mango, se utilizó los precios promedio pagados al productor (en chacra) de los principales productos agropecuarios contenidos en el Compendio Estadístico Perú 2014 del INEI, página 988.

Las Tablas 23 y 24 resumen esta información.



**Tabla 23***Productos Principales de la Provincia de Ica-1*

AÑO	ALGODON		ALCACHOFA		CEBOLLA		ESPÁRRAGO		MANGO	
	TM	S/ kg en chacra	TM	S/ kg en chacra	TM	S/ kg en chacra	TM	S/ kg en chacra	TM	S/ kg en chacra
2001	23,770	120.52			12,596.00	0.75	51910.00	2.49	4015.0	
2002	24,570	90.16	2071.00	1.16	18,748.00	0.78	55667.73	2.89	3414.0	
2003	20,967	108.10	3973.13	0.88	17,596.70	0.78	56366.00	3.04	3408.6	0.44
2004	21,405	123.74	4715.00	0.79	32,316.00	0.77	54348.45	3.15	3615.8	0.56
2005	22,674	102.58	12292.15	0.90	51,365.00	0.69	72452.31	3.33	3313.3	0.49
2006	28,748	97.06	15709.86	1.75	56,396.60	0.81	93321.07	2.82	2854.0	0.61
2007	26,016	126.96	17681.35	1.39	79,169.50	1.14	100197.02	3.18	3414.8	0.54
2008	23,050	137.54	18457.40	1.51	69,771.80	0.81	114778.85	2.14	3017.3	0.43
2009	16,092	86.94	15987.80	1.96	77,680.50	0.75	102563.00	2.47	3543.4	0.86
2010	8675	137.54	15306.08	1.58	96,992.00	0.59	116709.89	2.88	3671.0	0.44
2011	7414	244.26	12366.43	1.61	99,496.50	0.55	124331.20	2.59	3155.8	0.46
2012	11,755	121.07	10265.98	1.63	119,653.35	0.39	124074.69	3.35	3155.8	0.90
2013	12,175	122.96	86.10	2.06	111,969.90	0.44	129844.69	3.50		0.29
2014	11,094	135.75			17,393.80	0.50	60748.10	2.76		

Fuentes: Región Agraria de Ica; INEI Compendio estadístico Perú 2014.

**Tabla 24***Productos Principales de la Provincia de Ica-2*

AÑO	CÍTRICOS (naranjas)		PÁPRIKA		PALTA		PALLAR		VID	
	TM	S/ kg en chacra	TM	S/ kg en chacra	TM	S/ kg en chacra	TM	S/ kg en chacra	TM	S/ kg en chacra
2001	3556.80	0.80			1008	1.53	1921.97	2.76	30822.00	1.03
2002	4903.40	0.81	2313.69	3.85	1013	1.49	2143.48	2.59	34755.00	1.03
2003	5298.21	0.70	2069.75	4.88	857	1.62	1530.42	2.50	38246.00	1.21
2004	5250.33	0.75	1575	4.26	1505	1.55	970.75	2.67	38239.70	1.29
2005	10217.00	0.84	5388.4	4.52	1868	1.58	754.94	3.61	44694.90	1.38
2006	15772.90	0.89	9027.69	4.10	5198	1.56	1732.22	2.29	64416.13	1.82
2007	14951.55	0.98	4900.75	6.15	6,475	1.58	1205.24	3.11	62668.25	1.80
2008	15345.75	0.96	5905.8	5.55	6,937	1.73	1033.47	2.93	73985.90	2.19
2009	15752.70	0.93	6486.24	4.98	7,839	2.22	1095.26	2.60	95250.70	2.19
2010	15571.53	0.93	12263.85	4.96	9,427	2.40	1448.27	3.41	94249.10	2.01
2011	13630.38	1.03	12456.3	4.55	13,164	2.24	1653.92	3.93	98110.90	1.95
2012	14510.40	1.05	15161.4	5.85	13,289	2.37	2296.45	2.92	104502.62	2.35
2013	14360.38	1.18	7914.03	5.78	13,483	2.15	2190.10	3.16	127838.63	2.25
2014	11153.45	1.19	8054	5.81	10,164	2.77	22.80	4.33	56998.17	2.18

Fuentes: Región Agraria de Ica; INEI Compendio estadístico Perú 2014.

### Números índices de cantidad para la variable producción agrícola.

Para reflejar la evolución de la producción agrícola de la provincia de Ica, se eligió de cantidad base a la producción física del año 2001 y el índice de cantidad de Cantidad de Paasche, debido que este índice toma en cuenta los precios de cada año para ponderar las cantidades producidas, mientras que el índice de Laspeyres utiliza los precios de año base para las ponderaciones. Dado que los precios vigentes de cada año son más representativos que los del año base, el grupo investigador eligió el criterio de Paasche para elaborar los índices de producción anuales. La Tabla 25 muestra los resultados obtenidos.

**Tabla 25**

*Índice de cantidad de PAASCHE*

AÑO	Miles de S/ $\sum Q(it)*P(it)$	Miles de S/ $\sum(Q(io)*P(it))$	Índices PAASCHE
2001	244,185.877	244,185.877	1.0000
2002	283,302.993	260,617.956	1.0870
2003	304,647.831	284,592.757	1.0705
2004	324,311.192	300,019.382	1.0810
2005	440,251.499	302,900.540	1.4535
2006	579,102.632	287,538.412	2.0140
2007	678,679.439	330,849.437	2.0513
2008	624,796.579	288,346.815	2.1668
2009	652,184.137	279,657.331	2.3321
2010	737,401.526	318,752.345	2.3134
2011	735,489.659	356,879.291	2.0609
2012	900,542.202	346,067.066	2.6022
2013	922,676.645	351,353.194	2.6261
2014	421,676.625	315,694.026	1.3357

En lo que sigue, la variable Producción agrícola de la Provincia de Ica es expresada en términos del índice de cantidad Paasche. Del mismo modo, por el término Producción, se debe entender como Producción agrícola de Provincia de Ica.

## b. Análisis exploratorio de la variable Producción.

### Estadísticos principales:

Usando las observaciones 2001 - 2014 para la variable indice\_de\_Produccion (14 observaciones válidas)

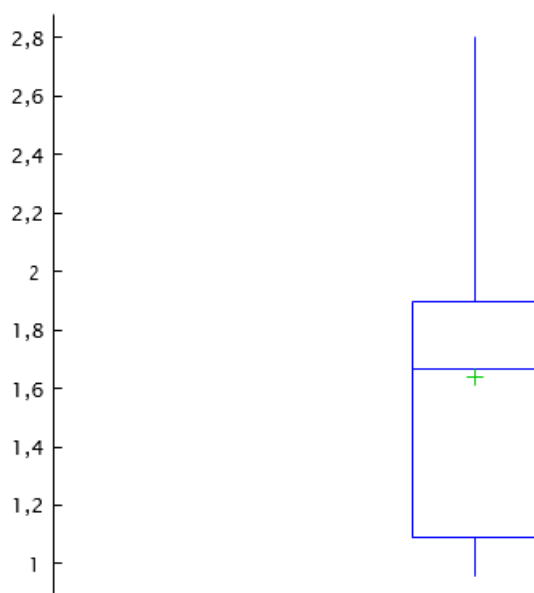
Media	1,7996
Mediana	2,0326
Mínimo	1,0000
Máximo	2,6261
Desv. Típica	0,60239
C.V.	0,33473
Asimetría	-0,11385
Exc. de curtosis	-1,5296
Rango intercuartílico	1,2326
Observaciones ausentes	0

### Diagrama de caja.

La Figura 37 indica que no se tiene observaciones con valores extremos y que la mayor parte de la información se halla debajo de la media.

### Figura 37

*Diagrama de Caja del Índice de Producción*



### Gráfica de la serie de tiempo.

La Figura 38 indica que la serie temporal tiene tendencia creciente. La línea descendente para el año 2014 se explica por el hecho que se utilizó cifras provisionales publicadas por la fuente estadística para dicho año.

### Figura 38

*Serie Histórica de la Variable Producción*



La línea de tendencia del índice de producción desde 2001 hasta 2014 es:

$$Y = 1.0194 + 0.10411(t)$$

donde  $t = 1, 2, 3, \dots, 14$ .

Lo cual indica que la tasa de crecimiento de la producción física es 10.41 % en el período considerado.

### Análisis espectral.

### Presencia de ciclos u oscilaciones.

La Figura 38 señala la ausencia de ciclos u oscilaciones; con lo que queda demostrado que la variable producción satisface las condiciones de consistencia.

Las pruebas de validez no son aplicables a la variable producción debido a que no es variable atmosférica.

**Anexo 9. Relaciones de la Variable Producción de la Provincia de Ica y los Indicadores del Clima.**

La siguiente tabla resume la información disponible que permite el análisis de las relaciones entre las variables producción y los indicadores del clima.

**Tabla 26**

*Variables Producción e Indicadores del Clima*

Años	Índice de producción	Promedio Temperatura	Promedio HR	Promedio HdeS
2001	1.0000	21,958	71,233	225,617
2002	1.0870	21,683	69,675	231,950
2003	1.0705	20,983	69,875	239,400
2004	1.0810	21,075	70,025	234,558
2005	1.4535	20,667	69,758	228,950
2006	2.0140	21,133	71,025	219,558
2007	2.0513	20,583	69,758	212,075
2008	2.1668	20,975	71,108	211,825
2009	2,3321	21,808	73,317	211,758
2010	2,3134	21,567	67,400	225,892
2011	2.0609	22,267	69,925	223,342
2012	2,6022	21,575	71,792	206,258
2013	2,6261	21,475	70,933	228,500
2014	1.3357	21,350	71,550	210,975

Para el año 2014 se efectuó la estimación corregida mediante la ecuación de regresión del índice de la producción física con  $t = 14$ .

A continuación, se procedió al análisis estadístico para saber si existe alguna relación entre la producción y el clima. Se utilizó cada indicador del clima en forma independiente y luego, mediante el análisis multicriterio la probable influencia simultánea. Este análisis cumple con los objetivos propuestos del trabajo de investigación y permite contrastar las hipótesis de trabajo.

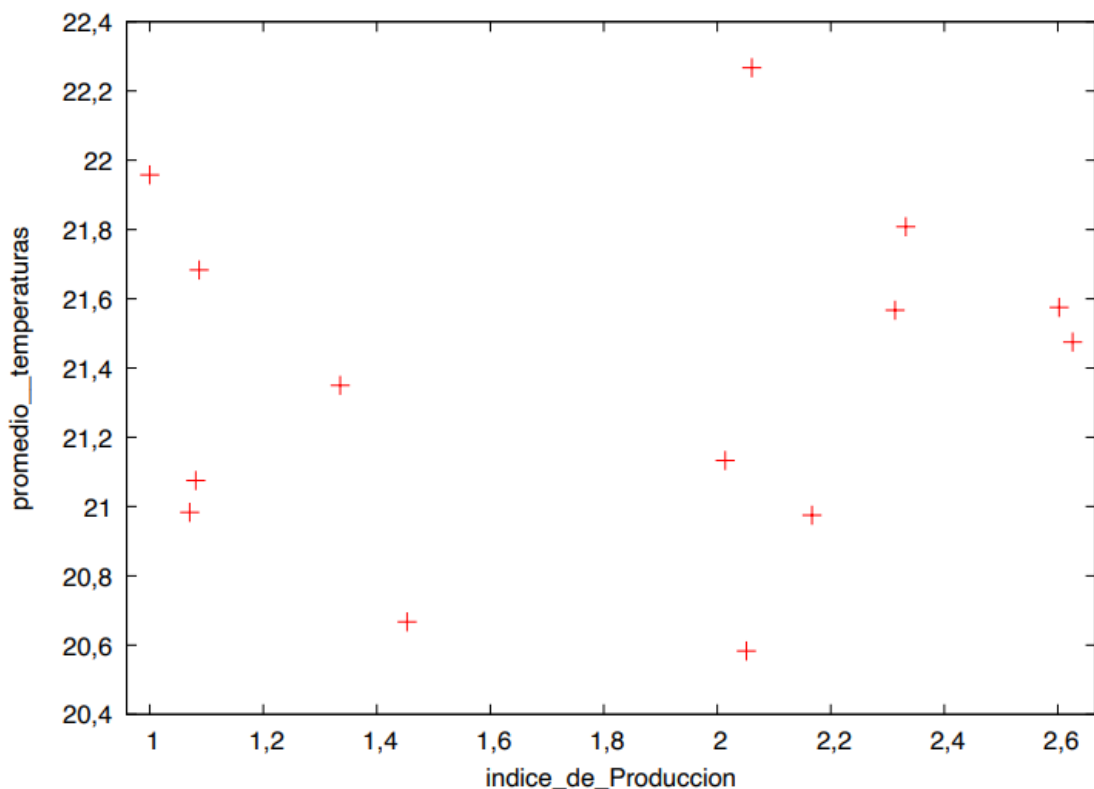
**Primera parte: Comparaciones considerando cada indicador de clima por separado.**

**a. Relación entre la Producción y las Temperaturas promedio.**

El análisis se efectuó con la Figura 39; el eje horizontal registra los índices de producción y el eje vertical las temperaturas promedio. La Figura indica que no hay relación estadística entre los índices de producción física y las temperaturas promedio. El coeficiente de correlación es sólo de 12.56 %, como puede comprobarse en el resultado que arroja el software estadístico.

**Figura 39**

*Relación entre la Producción y la Temperatura*



**Coefficientes de correlación**, usando las observaciones 2001 - 2014 valor crítico al 5% (a dos colas) = 0,5324 para n = 14

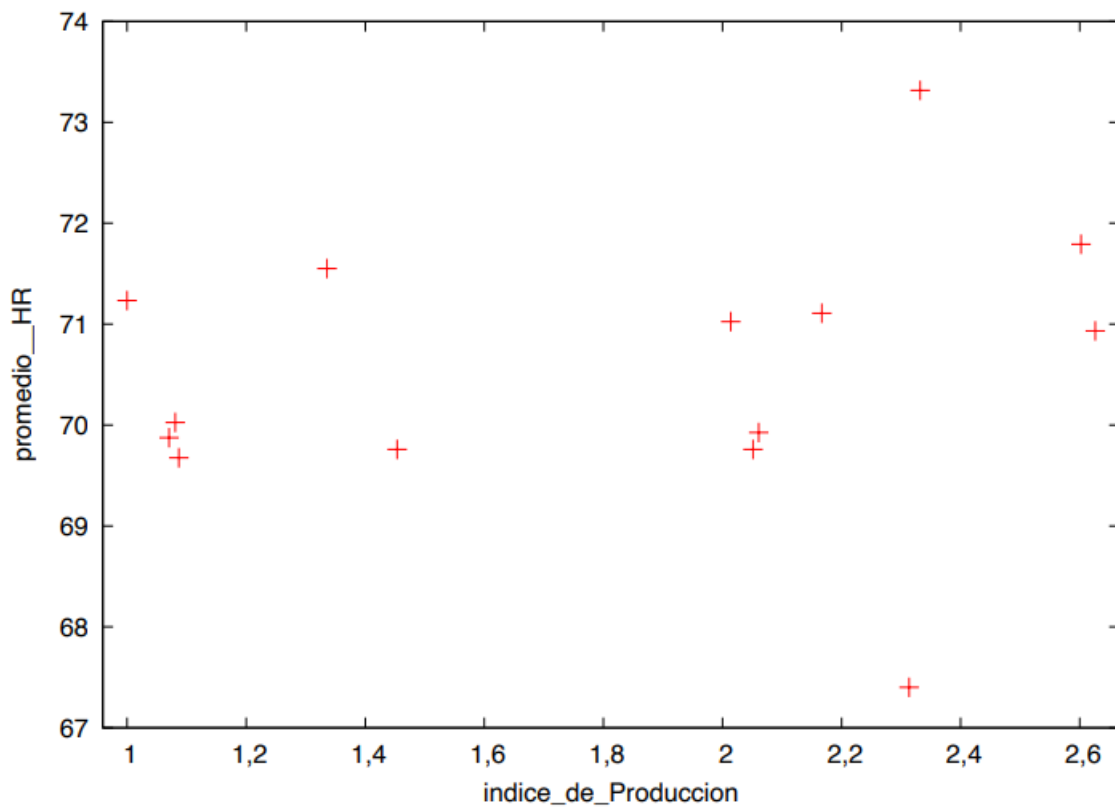
Indice_de_Producción	Promedio_temperaturas
1,0000	0,1256
	1,0000

**b) Relación entre la Producción y la Humedad Relativa promedio.**

La Figura 40 indica que no hay relación estadística entre estas dos variables; el reporte estadístico, da un coeficiente de correlación del 17.42 %.

**Figura 40**

*Relación entre la Producción y la Humedad Relativa*



**Coefficientes de correlación**, usando las observaciones 2001 - 2014 valor crítico al 5% (a dos colas) = 0,5324 para n = 14

Índice_de_Produccion	Promedio_HR
1,0000	0,1742
	1,0000

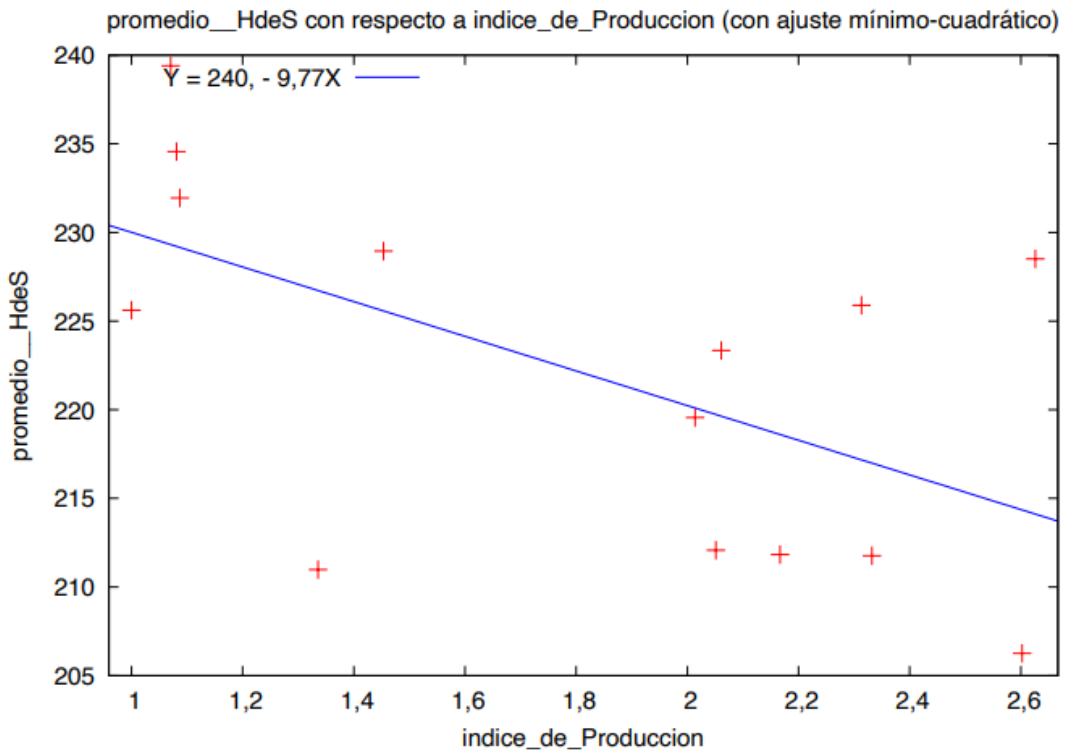


**c. Relación entre la Producción y las Horas de Sol promedio.**

Graficando la relación entre estas dos variables, tenemos la Figura 41, de donde obtenemos:

**Figura 41**

Relación entre la Producción y las Horas de Sol



**Coefficientes de correlación**, usando las observaciones 2001 - 2014 valor crítico al 5% (a dos colas) = 0,5324 para n = 14

Índice_de_Produccion	Promedio_HdeS
1,0000	-0,5753
1,0000	1,0000

La Figura 41 indica que hay ligera relación estadística entre estas dos variables; el reporte estadístico, da un coeficiente de correlación del -57.53 %. El valor negativo indica que la mayor cantidad de horas de sol afectan disminuyendo el índice de la producción física.

## **Segunda parte: Análisis multicriterio.**

### **a. Relación entre la producción física y los indicadores del clima.**

Se estudió la relación simultánea de las temperaturas, la Humedad Relativa y las Horas de Sol con los índices de la producción física. Para ello, se utilizó la relación funcional:  $Y = f(X)$

donde “Y” representa los índices cuantitativos de producción y “X” el vector de indicadores del clima que son la Temperatura (Temp), la Humedad Relativa (HR) y las Horas de Sol (HdeS). Para compatibilizar las dimensiones vectoriales se tomó los promedios anuales de Temperaturas, promedios anuales de HR y los promedios anuales de HdeSol.

La ecuación de comportamiento, asumiendo la hipótesis de linealidad, es:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \text{Temp} + \beta_2 \text{HR} + \beta_3 \text{HdeS} + \varepsilon$$

Donde  $\varepsilon$  es el error estadístico. Las derivadas parciales de Y con respecto a cada uno de los indicadores climáticos del modelo nos dan los coeficientes ( $\beta$ ) cuyo significado es la variación en el índice cuantitativo de la producción agrícola que explica la variación en una unidad de medida del respectivo indicador climático.

En el software estadístico se utilizó la opción de mínimos cuadrados ordinarios, en un sistema econométrico lineal, donde la variable dependiente es “Y” y las variables regresoras son los indicadores del clima.

La Tabla 26 de la página 178, resume la información que ingresó a los Cálculos mediante el software estadístico.

Se utilizó el Modelo 1 con Mínimos Cuadrados Ordinarios MCO y se obtuvo los resultados que figuran en las Tablas 27 y 28.

**Tabla 27***Estadísticos Principales para el Análisis Multicriterio.*

Modelo: MCO, usando las observaciones 2001-2014 (T = 14) Variable dependiente Índice\_de\_Producción

	<i>Coeficiente</i>	<i>Desviación Típica</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>valor p</i>
constante	14,1596	12,5795	1,126	0,2866
promedio___t emperaturas	0,177055	0,315256	0,5616	0,5867
promedio___ HR	-0,100368	0,133316	-0,7529	0,4689
promedio___ HdeS	-0,0407939	0,0175177	-2,329	0,0421
Media de la variable dep.	1,799607		D.T. de la variable dep.	0,602391
Suma de cuadrados. residuos	2,939146		D.T. de la regresión	0,542139
R-cuadrado	0,376952		R-cuadrado corregido	0,190038
F (3, 10)	2,016712		Valor p (de F)	0,175550
Log- verosimilitud	-8,938572		Criterio de Akaike	25,87714
Criterio de Schwarz	28,43337		Crit. de Hannan- Quinn	25,64052
rho	-0,069888		Durbin- Watson	1,717556

**Tabla 28***Matriz de Correlación de las Variables*

Coeficientes de correlación, usando las observaciones 2001 – 2014, valor crítico al 5% (a dos colas) = 0,5324 para n = 14

Índice_de_ producción	Promedio__ temperaturas	Promedio__ HR	promedio____ HdeS	<b>VARIABLE</b>
1,0000	0,1256	0,1742	-0,5753	Índice_de_ producción
	1,0000	0,1950	-0,0385	Promedio__temperaturas
		1,0000	-0,5404	Promedio____ HR
			1,0000	promedio____ HdeS

De acuerdo con la Tabla 27, el modelo estadístico para el análisis multicriterio es:

$$Y = 14,1596 + 0,177055 \text{ Temp} - 0,100368 \text{ HR} - 0,0407939 \text{ HdeS}$$

Se aprecia el efecto negativo de las variables Humedad relativa y Horas de sol sobre la variable Índice físico de la Producción y el efecto positivo de la variable Temperatura.

Esto significa que, tomando en cuenta las variables climáticas en acción conjunta sobre la producción, cada variación en el índice de producción es como sigue: cuando es aumento, el 17.7 % se explica con el incremento de temperatura; cuando es disminución, con el 10 % del aumento de la Humedad relativa del aire y el 4 % con el aumento de las Horas de sol.

En otras palabras, el aumento simultáneo de la temperatura, la humedad y las horas de sol afectaron a la producción sea aumentado o disminuyendo en diferentes intensidades, cada factor en forma independiente.

**b. Estimación de los valores de “Y” con el modelo estadístico.**

Utilizando el modelo obtenido, se calculó los valores estimados del índice de Producción, con la finalidad de analizar los residuos.

El resultado se muestra en la Tabla 29, donde se puede apreciar que los residuos por encima y por debajo de la línea de estimación dan suma cero, lo cual indica que la aproximación (la bondad) del ajuste es aceptable.

**Tabla 29**

*Valores Estimados y Residuo de la Variable “Y”*

Rango de estimación del modelo: 2001 – 2014.

Desviación típica de la regresión: 0,542139

Año	Indice_de_Producción	estimado	residuo
2001	1,0000	1,6940	-0,6940
2002	1,0870	1,5434	-0,4564
2003	1,0705	1,0955	-0,0250
2004	1,0810	1,2942	-0,2132
2005	1,4535	1,4775	-0,0240
2006	2,0140	1,8160	0,1980
2007	2,0513	2,1511	-0,0998
2008	2,1668	2,0952	0,0716
2009	2,3321	2,0237	0,3084
2010	2,3134	1,9983	0,3151
2011	2,0609	1,9728	0,0881
2012	2,6022	2,3599	0,2423
2013	2,6261	1,5210	1,1051
2014	1,3357	2,1519	-0,8162

### Test “F” de la regresión:

Se calculó el ANOVA de la regresión. El resultado se muestra en la Tabla 30.

**Tabla 30**

*Determinación del Test “F”*

Análisis de Varianza

	Suma de cuadrados	gl	Media de cuadrados
Regresión	1,93865	3	0,646217
Residuo	3,31234	10	0,331234
Total	5,25099	13	0,403922

$$R^2 = 1,93865 / 5,25099 = 0,369197$$

$$F(3, 10) = 0,646217 / 0,331234 = 1,95094 \text{ [valor } p \text{ 0,1855]}$$

La ratio de los cuadrados medios da 1.95094 (con p-valor de 0.1855, que es superior al valor crítico de 5 %), que cae en la región de aceptación del test F. Esto nos indica que no se puede rechazar la hipótesis, que los residuos de la regresión sean nulos o cercanos a cero, confirmando de este modo que la bondad del ajuste del modelo lineal del análisis multicriterio es aceptable.

## **Anexo 10.** *Aportes de la Tesis a la Investigación Científica.*

1. Para las variables atmosféricas el procesamiento estadístico de los datos se inicia con las pruebas de **consistencia** y de **validez** de la información.
2. Las pruebas de consistencia se realizan mediante el análisis exploratorio de datos AED, con el diagrama de cajas, el histograma, el análisis espectral y el periodograma, que permiten visualizar la presencia de ciclos u oscilaciones.
3. Las pruebas de validez consisten en el análisis confirmatorio de la No estacionariedad a través de las funciones de autocorrelación ACF y la de autocorrelación parcial ACFP y finalmente la No normalidad se efectúa mediante el test de normalidad.
4. Si la data estadística satisface las pruebas de consistencia y validez, se procede al análisis de componentes de la variable, identificando los **factores estacionales, la componente estacional y la componente tendencia**. Este análisis permite determinar cuál es el efecto del cambio climático CC en el clima de una circunscripción territorial determinada sobre la producción agrícola, utilizando la expresión analítica de la tendencia.
5. El **análisis multicriterio** utilizando un modelo lineal de mínimos cuadrados ordinarios MCO y la matriz de varianzas y covarianzas permite visualizar los efectos conjuntos de las variables explicativas sobre la variable explicada, así como las correlaciones internas entre las variables explicativas.