UNIVERSIDAD SAN IGNACIO DE LOYOLA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

Carrera de Economía y Negocios Internacionales

EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE ESPÁRRAGOS EN LA PEA AGRÍCOLA DE ICA EN EL PERIODO DEL 2007-2018

Trabajo de investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en Economía y Negocios Internacionales

DELANY SOFÍA COLLANA FERNÁNDEZ

ÁNGELA VERÓNICA DE LA CRUZ LOPEZ

Lima - Perú
2019

“Evaluación de la relación de la producción de espárragos en la PEA agrícola de Ica en el periodo del 2007-2018”

Fecha de Sustentación y Aprobación: miércoles 20 de Noviembre del 2019

Miembros del Comité Evaluador:

Dr. Larios Meoño, Fernando

Dr. Mougenot, Benoit

Mg. Castañeda Limas, Roberto Oliver

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE **PAG.**
CARÁTULA……..... I
DEDICATORIA……..…..... II
RESUMEN……...……... III

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA……. 7
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA…….. 12
1.1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN……...…13
.
1.2. MARCO REFERENCIAL
1.2.1. ANTECEDENTES……..... …..14
1.2.2. MARCO TEÓRICO……...17

1.3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

1.3.1 OBJETIVO……..……...…...35
1.3.2 HIPÓTESIS..……...….36
MÉTODO

2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN…….……. 37
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN……..... 37
2.3.VARIABLES……..……..38
2.4. MUESTRA……..…41
2.4.1 DEFINICIÓN DE MUESTRA ……..... 41
2.4.2 ESTRUCTURA DE LA MUESTRA ……41
2.5. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN……. 42
2.6. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN……. 42
2.7. PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS…….… 42
2.8. PLAN DE ANÁLISIS
2.8.1. TRANSFORMACIÓN DE SERIES……..43
2.9. ANÁLISIS ECONOMÉTRICO
2.9.1. ESTACIONARIEDAD DE LAS SERIES……..….....45
2.9.2. CAUSALIDAD Y COINTEGRACIÓN DE LAS SERIES….…….…45
2.9.3.ESPECIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DEL MODELO ECONOMÉTRICO…….....45
2.9.4. EVALUACIÓN ECONOMÉTRICO POSTERIOR A LA ESTIMACIÓN DEL MODELO…….....46

RESULTADOS

3.1 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS……. ….47
3.2. DISCUSIÓN…….…… 56
3.2.1. RESULTADO VS HIPÓTESIS…….…..... …...…..56
3.2.2 RESULTADOS VS OTROS ESTUDIOS……... 57
3.2.3. RESULTADOS VS MARCO TEÓRICO……..… 58
3.3. CONCLUSIONES……..…….. 59

3.4. RECOMENDACIONES…….…… .61

REFERENCIAS ……64
ANEXOS……..66
INFOGRAFIAS
CUADROS ESTADÍSTICOS

ÍNDICE DE CUADROS:

CUADRO 1: TEST DE ESTACIONARIEDAD DE DICKEY FULLER AUMENTADO..…...47

CUADRO 2: CRITERIO DE ELECCIÓN DEL REZAGO ÓPTIMO DEL VAR…….…..47

CUADRO 3: TEST DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN: TEST DE TRACE…….48

CUADRO 4: TEST DE COINTEGRACIÓN DE JOHANSEN**:** TEST DE MAXIMIN EIGENVALUE…….…….....48

CUADRO 5: COEFICIENTES DEL VECTOR DE COINTEGRACIÓN……...49

CUADRO 6: TEST DE IMPULSO-RESPUESTA…….……...49

ÍNDICE DE TABLAS:

TABLA 1: CARACTERÍSTICAS DE LAS REGIONES NATURALES EN ICA ……..…….8

TABLA 2: PRINCIPALES PRODUCTOS DURANTE EL 2008-2017, EXPRESADO EN TONELADAS…….…….…….…9

TABLA 3: PRODUCTOS POR MAYOR VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE LA REGIÓN ICA …….……..……..10

TABLA 4: PEA DE ICA SEGÚN ACTIVIDAD ECONÓMICA – 2007…….22

TABLA 5: RENTABILIDAD DE LOS PRINCIPALES CULTIVOS DE ICA……. …..20

TABLA 6: MILLONES DE TONELADAS DE DIÓXIDO DE CARBONO…….……...25

TABLA 7: HUELLA AMBIENTAL EN LA REGIÓN ICA 2009-2016 MEDIDO EN HECTÁREAS GLOBALES…….…… ……...27

TABLA 8: TOTAL DE ÁREA AGRÍCOLA Y NO AGRÍCOLA DE ICA ESPECIFICADO POR PROVINCIAL DE ACUERDO A LA FORMA DE RIEGO….. ……. 28

TABLA 9: DISPONIBILIDAD DE AGUA PARA FINES AGRÍCOLAS, MEDIDOS EN METROS…….…….…….…….…….…….…….…….29
TABLA 10: DAÑOS EN LA AGRICULTURA CAUSADAS POR EL NIÑO COSTERO – NIÑO COSTERO 2017…….…….…….…. …….30
TABLA 11: VARIABLES DEL MODELO VEC…….…….... ...…….37
TABLA 12: VARIABLES DEL MODELO VEC, DETALLES OPERACIONALES…. ……....39
TABLA 13: VECTOR DE CORRECCION DEL ERROR (VEC).. …….……...51

INDICE DE GRAFICOS

GRÁFICO 1. ÁREA DEL CULTIVO MEDIO COSECHADO DE ESPÁRRAGOS, AJÍ, PIMENTÓN Y VID EN LA PROVINCIA DE ICA, 1991-2011 …….……..7

GRÁFICO 2: POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE OCUPADA SEGÚN ACTIVIDAD 2008 VS 2017….…….…….…….…….. ……..15

GRÁFICO 3. EMPLEO EN ICA, EN TÉRMINO DE ÍNDICE DE EMPLEO EN EMPRESAS PRIVADAS DE 10 A MÁS TRABAJADORES 2007-2018.…….……...19

GRÁFICO 4.PRODUCCIÓN AGROPECUARIA SEGÚN PRINCIPALES PRODUCTOS EN LA REGIÓN DE ICA EN MILES DE TONELADAS 2007-2018..…….20

GRÁFICO 5. RELACIÓN ENTRE EL EMPLEO EN ICA Y EL CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA REGIÓN DE ICA 2007-2018……....…...…....21

GRÁFICO 6: EMPLEO EN ICA, EN TÉRMINOS DE PERSONAS EMPLEADAS 2001-2021…….……..…….....….21
GRÁFICO 7: EMISIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL PERÚ EN MILLONES DE TONELADAS……..…….……...……...…..26
GRÁFICO 8: NIVEL DE HUELLA AMBIENTAL EN LA REGIÓN ICA 2009-2016..…...….28

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto:

A Dios, quien nos guía, cuida y acompaña en nuestro camino a ser excelentes profesionales, y que nos ha brindado las mejores oportunidades para desarrollarnos profesionalmente en una de las mejores universidades del Perú.

A nuestros padres, quienes nos han brindado amor y apoyo incondicional, esmerándose por darnos todo lo necesario para ser excelentes profesionales.

A nuestros profesores, los cuales nos han brindado los conocimientos y el apoyo necesario para la realización de este trabajo.

A Sehun, por la motivación que me ha brindado en todos estos años de carrera para esforzarme en cumplir todas mis metas y objetivos.

A Jimin por ser una gran fuente de inspiración y animarme siempre a continuar, gracias por acompañarme en esta etapa universitaria y nunca dejarme sola.

Resumen

La creciente oferta y demanda del espárrago en la industria alimentaria en nuestro país y en el exterior, han tenido un impacto económico en la región de Ica, departamento líder en la producción de espárragos; produciendo un acelerado crecimiento económico, superior a otros departamentos del Perú. Por este motivo, esta investigación se ha enfocado en analizar si existió una relación de largo plazo significativa entre las variables de producción agrícola del espárrago y la PEA de la Región Ica durante los años 2007 al 2018, aplicando un modelo econométrico VEC debido a la naturaleza de las variables; encontrándose tras la realización del test de Least Squares (Gauss-Newton/Marquardt Steps) y el Test de Wald, se encontró que la PEA de Ica tiene una relación de largo plazo significativa sobre la producción de espárragos, la cual a contribuido con el crecimiento económico que es producto del sobresaliente desarrollo y crecimiento del sector agrícola de la región de Ica.

Palabras clave: Relación de largo plazo significativa, producción agrícola, PEA de la Región de Ica, Modelo econométrico VEC.

Abstract

The growing supply and demand of asparagus in the food industry in our country and abroad, have had an economic impact in the region of Ica, leading department in the production of asparagus; producing an accelerated economic growth, superior to other departments of Peru. For this reason, this research has focused on analyzing whether there was a significant long-term relationship between the variables of agricultural production of asparagus and the PEA of the Ica Region during the years 2007 to 2018, applying an econometric VEC model due to the nature of the variables. The result found was that after the completion of the Least Squares test (Gauss-Newton / Marquardt Steps) and the Wald Test, it was found that the PEA of Ica has a significant long-term relationship on the production of asparagus, which has contributed to the growth economic that is the product of the outstanding development and growth of the agricultural sector of the Ica region.

Keywords: Significant long-term relationship, agricultural production, EAP of the Ica Region, VEC econometric model.

Introducción

Uno de los objetivos fundamentales de cada región del Perú es elevar su productividad y nivel de competitividad; para la región de Ica, cuya una de las actividades económicas principales es la agricultura el reto es aún mayor, esto se debe a que el ciclo biológico de cada cultivo es diferente por ende el análisis debe ser de manera específica. Para efectos de esta investigación se ha decidido tomar como objeto de estudio la producción de espárragos en Ica; a nivel nacional esta región concentra el 31% del total de cultivos de espárrago por lo que destaca como principal productor.

No obstante el cultivo de "Asparagus Officinalis" o mejor conocido como espárragos no siempre fue cosechado en Ica, su introducción empieza a partir de la décadas de los setenta debido a la crisis que se vivía en la época, en ese tiempo el cultivo de algodón, principal cultivo de ese momento, no estaba resultando rentable, por lo que se decide cambiar a la producción de espárragos.

En el desarrollo de la presente investigación se evalúa la relación de la Producción de Espárragos en la PEA Agrícola de Ica durante los periodos del 2007 al 2018, en aras de abordar este tópico la investigación está dividida en tres grandes apartados. Asimismo, se incorporan el análisis de variables ecosistémicas y económicas, integrando de esa manera modelos agronómicos y económicos.

El espárrago es un cultivo sensible y que necesita de mucha agua, la región de Ica por su parte concentra el mayor volumen de agua subterráneas en el Perú además de que su tipo de suelo es ideal para el cultivo de este vegetal; por ello en el primer apartado se describe el problema a investigar evaluando los antecedentes de estos estudios así como identificando y describiendo las variables, de igual forma se presenta el sustento teórico que brinda la validez a la investigación.

En el segundo apartado se describe la metodología utilizada, se propone el modelo econométrico y se presenta el resultado de los mismos. Se describe a mayor profundidad las variables a utilizar en el planteamiento del Modelo VAR para finalmente presentar el modelo final con las variables que son significativas para el modelo.

Esto conlleva a que en el tercer apartado se discuta la validez del modelo, se presenten los resultados y se llegue a las conclusiones finales tomando en cuenta las bases teóricas y el contexto actual, consecuentemente, se realice estimaciones futuras en torno al problema investigado.

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

La región de Ica está localizada en la costa sur del Perú, su superficie total equivale a 1.4% del territorio peruano. La región es bien conocida por sus extensos desiertos y dos lagunas, cuenta con cinco provincias: Chincha, Pisco, Ica, Palpa y Nazca; es imposible no pensar en Ica cuando se habla de Agricultura. De acuerdo al Índice de Competitividad Regional, preparado por el Instituto Peruano de Economía (IPE), las principales actividades económicas en la región son: Minería e hidrocarburo con un 10.1%, agricultura 10.1% y construcción 4.3%. (IPE, 2017); ahora la cantidad de empleo que genera la agricultura a nivel nacional según las cifras del MINAG es del 35% en relación con la región en mención el porcentaje es de 19.3% de los cuales gran parte corresponde a empleos para el sector rural, en términos simples la agricultura es el principal sostén para estas familias. De acuerdo a estas cifras el Sector agrícola es de gran importancia en la región iqueña principalmente por el gran número de puestos de trabajo que genera

El elemento principal en la agricultura es el agua además de ciertas condiciones climatológicas para el crecimiento óptimo de las plantas. En cuanto a la forma de riego en Ica se clasifican en dos, por irrigación y secano, a continuación, detalles de los mismos:

- Superficie por irrigación 91.3% de la superficie total de cultivo, lo que equivale a 117384.44 hectáreas de acuerdo al Informe del Gobierno Regional de Ica (GORE Ica), "*por irrigación*" significa que se utiliza como fuente de riego el agua que se canaliza de los ríos y canales, tomas y mitas. (GORE, 2017)

- Superficie por riego secano 8.7% de la superficie total de cultivo, lo que equivale a 3032.47 hectáreas de acuerdo al Informe del GORE Ica, "*por secano"* significa que la principal fuente de riego es la lluvia. Este último por lo general es muy predominante en las zonas de la serranía de dicha región (GORE, 2017)

Así de esta forma, la región cuenta con dos regiones naturales cada uno con características propias que serán detalladas en la Tabla 1.

Tabla 1: Características de las regiones naturales en Ica

Región Natural	Característica
Costa: Ica, Palpa, Nazca, Chincha y Pisco	Temperatura 17 ° a 32 ° Celsius
	Fuente de riego: ríos, mitos, tomas.
	Alta fertilidad del suelo.
	Actualmente se incorporan tecnologías agrícolas pero no es suficiente
	Topografía regular
Sierra: Algunos distritos de la provincia de Chincha.	Temperatura 10 ° a 32 ° Celsius
	Fuente de riego: lluvias
	Baja fertilidad del suelo debido a las variaciones climáticas, principalmente el calendario fluvial
	Métodos tradicional en cuanto al proceso agrícola
	Topografía accidentada

Fuente: GORE ICA

Elaboración propia

En los últimos 10 años con la mayor apertura de los mercados internacionales y nueva firmas de Tratados de Libre Comercio y consolidación de bloques comerciales el volumen de producción en el sector agro se ha ido incrementando, Ica evidentemente no ha sido ajena a ello y ha ido potenciándose y consolidándose en la producción de ciertos productos; no obstante, saber identificar hasta qué punto se puede mantener los volúmenes de producción o hasta cuándo se pueden proyectar el continuo crecimiento de los mismo está siendo cada vez más difícil debido a que por factores climatológicos el calendario de las cosechas se está adelantando o retrasando y en muchas ocasiones causa que ciertos cultivos no alcanzan el punto de producción óptima.

Por otro lado, cuando se habla de agricultura se tiene que tener en cuenta la correlación entre el clima y el crecimiento/producción de las plantas por superficie cosechada; tres factores climáticos tienen alta injerencia en ese proceso

- Temperatura: máxima y mínima

- Luz:intensidad y duración del día y la noche

- Agua: balance del agua y nivel de pH

Acerca de último factor en mención, se tiene que señalar que en cada provincia cerca del 48% no cuenta con agua permanentemente, tal es así que Pisco no cuenta con agua permanente en un 78.5% y Chincha en un 60.9%, estas son las dos provincias más afectadas, Kemper K., Sadoff C., & Grey, D., (2006), afirmaron que es muy importante invertir en infraestructura de agua para proteger los cultivos agrícolas contra la sequía y las inundaciones, dar a la población energía renovable y proporcionar suministro de agua a las áreas rurales y urbanas de un país para promover el cultivo de alimentos, Todo esto contribuye al crecimiento económico y la reducción de la pobreza en los países menos desarrollado. Entonces si tenemos un problema de escasez de agua y se quiere potenciar la agricultura se tienen que evaluar en qué medida ambas variables están correlacionadas, así como este problema está teniendo injerencia en el aumento de empleo estacional y mayor desempleo permanente.

A continuación, veamos cuales han sido los diez principales productos que se produjeron en Ica durante el 2008 al 2017, mismo que se ha expresado en una escala de matices verdes, en donde los más oscuros son los que han alcanzado mayor producción

Tabla 2: Principales productos durante el 2008-2017, expresado en toneladas

Principales Productos	Año									
Producción de Principales Productos - Subsector Agrícola	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Alfalfa	123,398.9	148,572.8	190,461.0	168,402.2	159,784.0	167,397.5	160,368.8	162,849.0	149,630.7	141,380.5
Algodón Rama	84,768.8	55,552.8	42,309.0	67,027.8	67,354.9	56,389.6	60,950.8	44,485.4	31,211.2	15,064.0
Camote	9,792.9	20,756.3	16,436.1	17,067.4	20,266.8	20,618.3	20,494.6	24,995.9	21,316.0	26,893.0
Cebolla	75,716.8	86,914.9	110,904.2	115,914.4	134,635.4	133,483.8	154,110.7	143,899.6	91,920.1	150,710.1
Espárrago	125,786.6	122,159.5	137,250.3	144,419.9	143,987.0	152,681.7	147,642.2	146,834.9	171,411.4	180,003.0
Maíz Amarillo Duro	70,949.4	113,893.8	93,787.6	92,730.6	108,302.8	119,731.4	129,087.3	181,320.7	167,414.2	223,833.8
Mandarina	18,360.4	26,072.8	39,677.9	42,508.3	55,755.0	68,563.6	74,191.9	81,488.9	99,623.3	118,610.9
Naranja	25,503.4	24,087.9	26,368.2	23,709.3	23,620.8	25,822.6	24,901.9	25,477.2	29,677.4	26,571.4
Palta	15,739.0	19,220.3	27,020.1	30,829.2	34,285.3	39,439.1	45,046.9	56,637.8	57,049.2	53,923.7
Papa	70,241.9	115,666.9	63,784.6	80,346.9	87,888.6	83,941.1	109,706.1	98,037.4	76,642.1	128,897.4
Sandía	9,143.3	13,135.8	12,816.6	14,032.5	17,169.9	14,785.8	18,978.2	16,561.8	10,518.0	16,261.2
Tomate	103,809.3	112,211.2	114,464.8	84,023.2	116,436.5	131,304.8	130,068.0	106,263.5	95,440.5	96,850.1
Uva	102,716.6	127,136.5	120,998.8	133,136.7	149,768.1	169,042.6	189,921.0	229,996.7	224,665.5	238,918.8
Zapallo	25,877.4	37,751.5	35,779.0	44,571.3	46,477.9	45,605.1	50,852.6	60,720.7	45,475.0	50,449.6

Fuente: Ministerio de Agricultura y Riego

Elaboración propia

De acuerdo al Índice de Competitividad Regional del 2017, se observa que hubo un incremento en la producción de los siguientes productos:

Tabla 3: Productos por mayor volumen de producción de la Región Ica

	Producto	Volumen	Comportamiento
1	**Cebolla**	101.6%	**Crecimiento**
2	**Alcachofa**	61.9%	
3	**Espárrago**	5.2%	
4	**Algodón**	-31.8%	**Decrecimiento**
5	**Pallares**	-27.5%	

Fuente: IPE(Instituto Peruano de Economía)

Elaboración propia

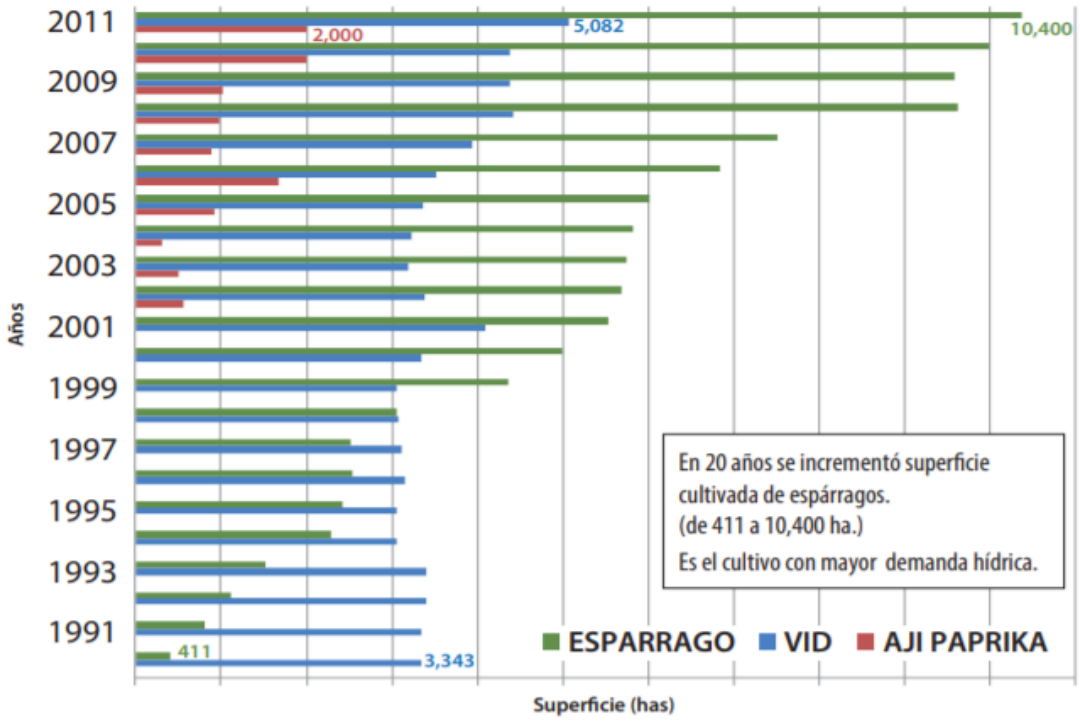
De acuerdo a su naturaleza los cultivos como el algodón, espárrago y uva son productos con gran sensibilidad al agua, en otras palabras, las parcelas necesitan un calendario estricto de riego de lo contrario se tiene una alta vulnerabilidad a perder las cosechas. Adicional a ello Miguel Galindo dice que:

> El cambio climático puede causar una reducción en los volúmenes producidos de alfalfa, arroz, café, maíz amarillo, pero también puede generar aumento en la producción de otros como el de la papa y camote, llegando a ser nuevas oportunidades de cultivo para aprovechar (Miguel Galindo, 2015)

De todos los productos mencionados arriba dos de ellos son los que principalmente se produce en Ica de acuerdo a la tabla 2. Entonces se podría estar evidenciando que el cambio climático tiene un impacto directo en el sector agrícola; sin embargo, se tiene que determinar en qué medida se produce este impacto y cómo afectaría a los cultivos principales, enfocándonos en el espárrago, cultivo de referencia de la presente investigación.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (s.f.), el espárrago es uno de los principales productos producidos en Ica, respecto a su tipo de cultivo necesita riego frecuente por tanto, como puede verse en el gráfico 1, se observa que el espárrago es el producto que ha presentado el mayor crecimiento en el área de cultivo (creció 25 veces más desde 1991 hasta 2011), con un área de 10,000 hectáreas hasta 2011.

Gráfico 1. Área del cultivo medio cosechado de espárragos, ají, pimentón y vid en la provincia de Ica, 1991-2011.



Fuente: Perú. Dirección de Información Agraria – MINAG (s.f.)

Cabe señalar que Perú es el mayor productor de espárragos del mundo, donde el 95% de los espárragos destinados a la exportación provienen de la región de Ica (Progressio, gota a gota, 2010).

1.1.2. Formulación del Problema

1.1.2.1. Problema General

¿Cuál es la relación que tiene la producción del espárrago en la PEA agrícola de la Región Ica desde los años 2007 al 2018?

1.1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál fue el coeficiente de velocidad de ajuste de la PEA de Ica para el periodo 2007-2018?
- ¿Cuál fue el coeficiente de velocidad de ajuste de la producción de espárrago en Ica para el periodo 2007-2018?

1.1.3. Justificación de la investigación

La importancia de esta investigación radica en que se analiza uno de los principales sectores económicos de la Región de Ica que, además, involucra a diversos grupos socioeconómicos como agricultores (medianos y grandes), negocios de agro-exportación y la población misma.

Como se mencionó, la agricultura es una de los principales conductores al crecimiento de la Región, por tanto promover y potenciar esta actividad es uno de los principales objetivos a nivel de gobernanza regional, por ende conocer las variables que la afectan es de suma importancias pues deriva en llevar un mayor control de la mismas para provocar impactos positivos, promover proyectos e incrementar la competitividad en la Región; lo cual indudablemente causa, también, un impacto local positivo ya sea en la creación de mayores puestos de trabajo, ingresos en las familias y mejora en la calidad de vida. Se busca que la presente investigación pueda abrir el panorama del sector agrícola iqueño y muestre la evolución de la misma lo que contribuye a que el gobierno regional a través del departamento de agricultura pueda canalizar las fortalezas y debilidades en aras de potenciarlas y amortiguarlas.

La implicancia práctica de la investigación está presente y es innegable, pues ayudará a resolver el problema de personas desempleadas estacionales por las variaciones en cuanto a los volúmenes de producción agrícola, así como se podrá orientar a Agricultores pequeños, medianos y grandes para trabajar en conjunto –con el GORE Ica- y/o individual

La utilidad de esta investigación es amplia pues servirá de ayuda a todas las personas que se encuentren interesadas en temas similares de investigación al propuesto en este documento, servirá como apoyo académico y ayudará a explicar y responder el comportamiento de ciertas variables, el valor teórico de la misma también se ve expresada pues se podrá utilizar ciertos aspectos de este investigación como símiles para otras regiones del País, utilizando los modelos propuestos y adoptándolos de acuerdo a los objetivos de estudios futuros, igualmente, se podrá conocer en cierta medida el comportamiento de las variables en estudio, grado de relación y causalidad de las mismas, además de que se presentaran recomendaciones y nuevas ideas para estudios futuros.

1.2 Marco referencial

1.2.1 Antecedentes

Por el lado nacional se tienen los siguientes estudios:

En el 2016 Ismael Muñoz profesor del departamento de Economía de la Pontificia Universidad Católica del Perú publicó en la revista *Anthoropologica* su investigación titulada "Agroexportación y sobrexplotación del acuífero de Ica en el Perú" en el cual se utiliza como principio dos modelos teóricos: "El dilema del prisionero"(hay un límite en cuanto a la descarga de agua, el número de pozos a perforar y la extracción del recurso hídrico) y "La tragedia de los recursos comunes" teóricamente este se entiende como el uso indiscriminado de un recurso común, de acuerdo al investigador esto se aplica a la región de Ica de la siguiente manera, al ser los acuíferos (aguas subterráneas) un recurso común pueden ser utilizados por todo aquel que disponga de la tecnología para extraerla, esto genera externalidades negativas pues el agricultor deseará maximizar sus beneficios a través de la explotación de este recurso; por otro lado, esto genera un impacto en los otros agricultores ya que para ellos resultará más difícil y costoso finalmente se conlleva a una sobre-explotación empujando a realizar perforaciones más profundas (traducido en mayores costes por el requerimiento de maquinarias para el proceso) y lo que desencadena en el deterioro completo del recurso.

La interrelación de las variables cambio climático y volumen de agua así como sus efectos en la agricultura también han sido estudiados por Najar, M. & Villena, M. (2015) en su trabajo de investigación titulado "Impacto del clima sobre el ingreso neto de los agricultores en el Perú: Enfoque Ricardiano". En asunto se postula a través de dos modelos el de producción y EPIC como las variables antes descritas afectan a la producción de los siete cultivos principales del Perú, determinados por el valor de producción bruta, y se busca identificar los parámetros óptimos de cada una de ellas para optimizar la producción. Como parte de la investigación se utilizaron sub-muestras de las regiones de las tres regiones del Perú, por tanto, los resultados fueron específicos para cada uno de ellas, así como también influye el tipo de producto a cosechar. Cabe resaltar que en el trabajo se incorporó otra variable, suelo además de estudiarse las variables que derivan de él.

Para ambas autoras en la costa durante el invierno la variable temperatura es directamente proporcional al ingreso, mayores temperaturas tienen un efecto positivo en

los ingresos, sin embargo, hay una relación inversa entre el nivel de precipitaciones y los ingresos; durante el verano la situación es adversa. Para la sierra se obtiene que conviene mayores lluvias y temperatura en verano, con respecto al suelo el suelo arcilloso es el mejor; por último, para el caso de la selva, alto niveles de temperatura en verano produce un efecto negativo y curiosamente tanto en verano como invierno altos niveles de precipitaciones con perjudiciales.

En la investigación realizada por Rosario Gómez y Francisco Flores (2015) denominada *Agricultura y servicios ecosistémicos: el caso del espárrago en Ica;* se brinda un análisis ecosistemico respecto a las producciones agrícolas específicamente el del espárrago en la región de Ica. Estas ideas están sustentadas por los conceptos de economía de ecosistemas y crecimiento verde, alineadas a los principios de las ODS. Por años la agricultura se ha evaluado bajos los enfoques de maximización de beneficios es decir en función de la producción y recta de restricción presupuestaria no obstante los factores ambientales ahora son indispensable en esta actividad económica ya que son un condicionamiento con efecto positivo o negativo sobre el resultado de las mismas. Los investigadores destacan que el análisis no solo se limita a agregar la variable ecológica sino que también existe un interrelación con factores sociales y económicos.

Por tanto se propone la mixtura entre los modelos agronómicos y económicos, idea vital para la realización de esta investigación, ello significa que además de evaluar el ciclo biológico del crecimiento del espárrago e identificar las variables ambientales se debe incorporar factores socieconómicos en tal sentido utilizan el modelo económico AquaCrop propuesto por la FAO en conjunto con la función de producción en un modelo Cobb Douglas.

De manera complementaria Postigo, J. (2014) en su publicación para la revista Debate Agrario, bajo el título Encarando el cambio climático en el Perú: las opciones de política. Explica la principal preocupación es que los efectos del cambio climático están siendo cada vez mayores, a pesar de que la producción de dióxido de carbón en el Perú es poca comparada con los demás países el impacto que recibirá será muy grande. Por ello medidas de adaptación, protección y prevención deben incrementarse, para que los efectos económicos y sociales que se desprendan de ellos sean sobre llevados.

La población más vulnerable es la rural, por ende, las políticas públicas en este sector deben priorizarse, poniendo particular énfasis en el sector agrícola de dónde la mayoría depende, con respecto a la administración del agua se deben enfatizar el almacenamiento, provisión y administración, nuevos proyectos de distribución de agua para el sector agro necesitan ser priorizados.

Galindo, L. M.; Alatorre Bremont, J.;& Reyes Martínez, O., (2015). En Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú publicado en el Trimestre Económico describe que el cambio climático afectará la elección de los cultivos a plantar que realizan los agricultores guiados por la época del año, es decir el calendario de cosecha tendrá un cambio drástico.

Es evidente que los agricultores prefieren plantar de acuerdo a las variaciones en el precio de los productos o de acuerdo a las expectativas acerca del clima y futuros precios de su cultivo, lo cual lo lleva a que en su mayoría se produzca pérdidas entre 8% -13%. El cambio climático será y ya es un determinante en el sector agrícola, la emisión de gases de efecto invernadero se incrementa cada vez más y con ellos el problema se agrava. En este contexto se espera que Latinoamérica y el Caribe sean las más afectadas en lo que respecta al sector agrícola, pues son áreas de mayor sensibilidad. El autor propone un extenso análisis en cuanto al suelo, clima y altitud para mostrar una combinación casi-perfecta de acuerdo a los más apropiados para cada cultivo.

Por el lado internacional, se tienen las siguientes investigaciones:

Cervantes-Godoy, D. and Dewbre J. (2010), afirma que la principal razón por la cual los países que han logrado reducir sus niveles de pobreza, es en gran medida debido al crecimiento del sector agrícola. Esto se explica por el impacto que tuvo el PBI agrícola/ trabajador con respecto a la reducción de la pobreza de cada país analizado: Brasil, Cameron, China, Costa Rica, República Dominicana, Egipto, Guatemala, Indonesia, México, Nicaragua, Panamá, Filipinas, Tayikistán, Tailandia y Tunicina. Es decir, el aumento progresivo de los trabajadores es atribuible al crecimiento del PBI agrícola de cada país analizado. Además, se observó que, durante el periodo de estudio de los países analizados, el incremento de los gastos públicos en investigación agrícola fue incrementándose exponencialmente, superando así a la región de la OCDE. Esta inversión tuvo buenos resultados debido a que la productividad de los factores aumentó y la pobreza

se redujo, por lo que se puede afirmar que, a mayor inversión en el sector agrícola, mayor crecimiento económico y menor pobreza existe en un país.

Complementariamente, Byerlee D., de Janvry A., and Sadoulet E. (2009), afirmaron que los impactos del cambio climático en la agricultura y de la población rural pobre producen altos costos sociales como es la crisis alimentaria. Por ello, es necesario enfocarse en el cuidado de la agricultura como vía para asegurar el crecimiento económico, la reducción de la pobreza, la reducción de las disparidades en los ingresos, brindar servicios ambientales y brindar la seguridad alimentaria. Cabe resaltar que el enfocarse en la industrialización en el sector agrario puede potenciar la agricultura, y esta a su vez favorece el desarrollo del país.

Por otro lado, la función del gobierno es importante debido a que su participación contribuye a superar los sesgos de las políticas anti agricultura, fortalece la gobernabilidad y prioriza las funciones de la agricultura en relación con los demás países.

A esto se suma la investigación realizada por Thomson y el equipo de Agricultura y Recursos Naturales del Departamento del Desarrollo Internacional de Reino Unido (DFID en inglés) (2004), el incremento de la productividad en la agricultura en Asia produjo un incremento en los ingresos de los productores, incremento en el salario de los trabajadores en este sector y se produjo una reducción de los precios de la comida. Por ello, concluyeron que mientras haya un incremento en la productividad agrícola, se producirá una mejora en el crecimiento económico de la región y una reducción de la pobreza. Sin embargo, el enfoque que le dan a su investigación está centrado en los pequeños agricultores que viven en las zonas rurales y que son pobres. Por ello, incluyen también como parte de solución la intervención de instituciones públicas para incentivar a estos pequeños productores para lograr el desarrollo agrícola a través de la mejora de la productividad para producir bienes agrícolas, los cuales pueden ser comercializados principalmente a nivel local.

1.2.2. Marco Teórico

Empleo

La población total para fines económicos es clasificada de acuerdo a su condición de actividad. El indicador propuesto por el INEI es dividir a la población total de con el parámetro de edad teniendo como referente a los menores de 14 y mayores de 15. La

población de 14 años en adelantes es catalogado en términos económicos como Población en edad de trabajar en adelante PET, a su vez se subdivide en Población económicamente activa e inactiva, siendo los acrónimos para cada uno de ellos PEA y PEI respectivamente.

Junto a las anteriores definiciones está unida la de mercado de trabajo definido como el universo de trabajo determinado por la oferta y demanda, la primera está determinada por las personas y la segunda por las empresas. El marco y/o las características del mercado de trabajo varían de acuerdo a países pues no solo influye la oferta y demanda sino aspectos como regulación laboral, políticas de empleo (activas o pasivas), nivel de apoyo del estado y el propio contexto del país así pues puede haber lugares con alta informalidad como el caso peruano y otros con baja.

La PEA abarca a la población que trabaja o que está en busca de un empleo, a su vez la población que trabaja se subdivide en los que cuentan con empleos formales y los que no; a los primeros se le cataloga en el ámbito de “adecuadamente empleados” y a los segundos como “subempleados”

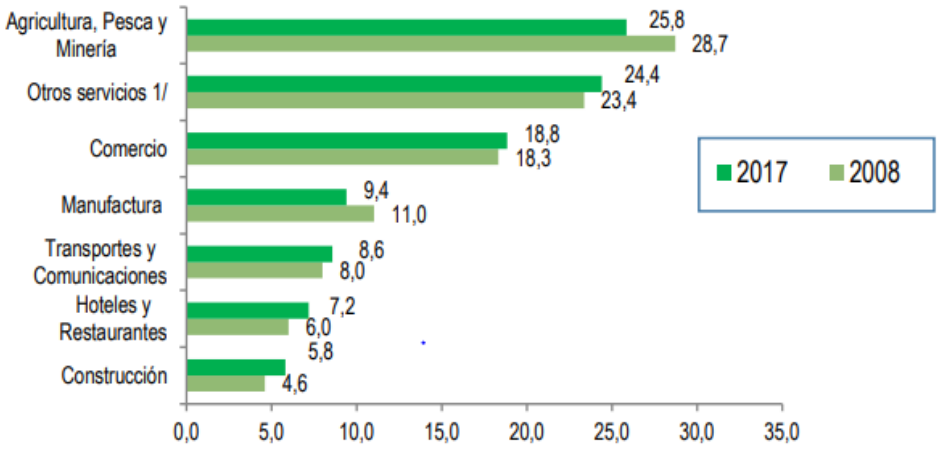
La categoría de adecuadamente empleado suma a toda la población en sus distintas actividades económicas y representan un ingreso positivo al estado pues también es indicador de que las empresas están siguiendo las regulaciones tributarias, además de que se respetan los salarios mínimos y horas de trabajo. Una forma de medir el mercado de trabajo es a través de la PEA y la población ocupada.

Según actividad para el año 2017 de acuerdo al INEI (2018) para el Perú la población económicamente ocupada (PEO) está distribuida de la siguiente manera:

> Al año 2017, la Agricultura, Pesca y Minería absorbe al 25,8% (4 millones 268 mil 600 personas) de trabajadores del país; Comercio es otro importante sector que concentra al 18,8% (3 millones 109 mil 400 personas) de ocupados, la actividad Manufactura reúne al 9,4% (1 millón 550 mil 700 personas) y Transportes y Comunicaciones agrupa al 8,6%, entre los principales. (INEI, 2018)

En el mismo estudio se señala que tomando como año base el 2008 al 2017 la PEA de actividades primarias y manufactura ha disminuido, mientras que en los demás sectores se ha incrementado. Esto se detalla en el siguiente gráfico:

Gráfico 2: Población económicamente ocupada según actividad 2008 vs 2017

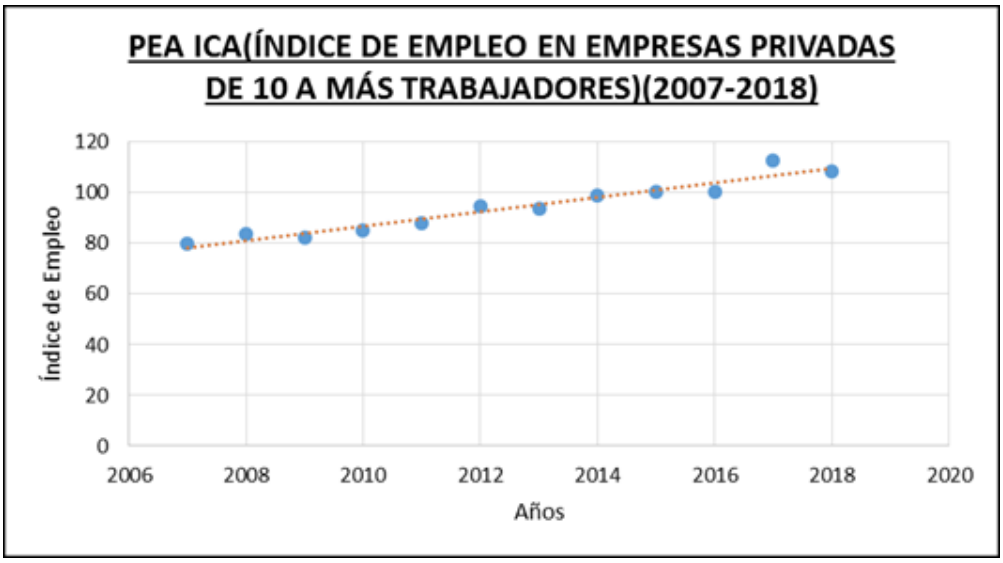


1/ Incluye: Electricidad, Gas y Agua, Intermediación Financiera, Actividades de Servicios Sociales , Administración Pública, Defensa, Enseñanza, entre los principales.

Fuente: INEI-Encuesta Nacional de Hogares

De acuerdo con la información estadística proporcionada por el INEI (2019), la población ocupada en la región de Ica mostró un crecimiento notable en la región de Ica de 2007 al 2017, pasando de 345.4 miles de personas en el 2007 a 407,9 mil de personas empleadas en 2017 (siendo el 2017 el último año actualizado en la información estadística del INEI)**.** Además, en el gráfico 3 se puede observar que el índice de empleo en empresas privadas de 10 a más trabajadores en la región de Ica, ha ido aumentado y presentando a su vez una tendencia creciente. Cabe resaltar que se tiene que tener en cuenta que la región de Ica presenta una gran concentración de empresas privadas agroexportadoras, es decir, dedicadas al sector agrícola de la región de Ica, razón por la cual se tomó este índice para una medición más precisa.

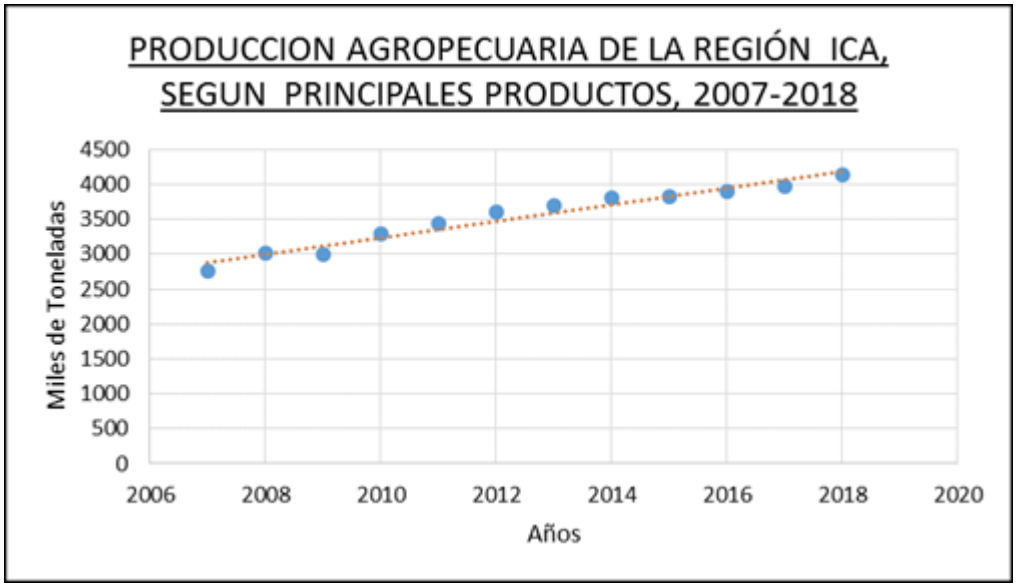
Gráfico 3. Empleo en Ica, en término de índice de empleo en empresas privadas de 10 a más trabajadores 2007-2018



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI(2019).
Elaboración: Propia

Asimismo, en el gráfico 4 se puede observar que durante el periodo de tiempo del 2006 al 2018, se ha incrementado la producción agrícola de principales productos en la región de Ica, mostrando una tendencia creciente.

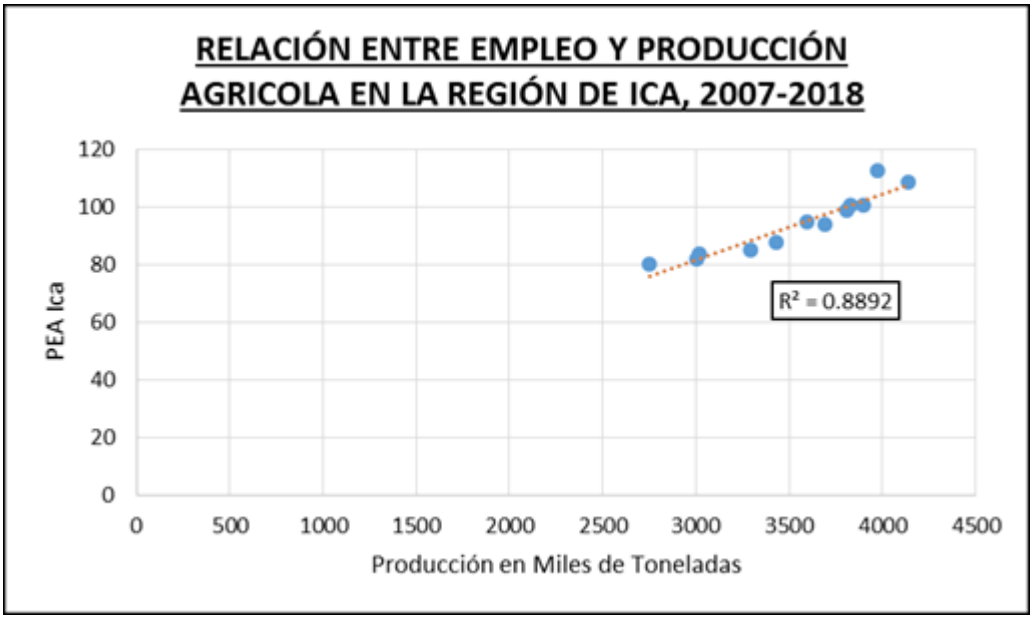
Gráfico 4. Producción Agropecuaria según principales productos en la Región de Ica en Miles de Toneladas 2007-2018



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI (2019).
Elaboración: Propia

Este crecimiento constante del empleo en esta región se debe principalmente al gran crecimiento de las empresas agrícolas establecidas en esta área, que han ampliado sus áreas agrícolas así como la producción de productos agrícolas en la región de Ica. Esto se muestra en el siguiente gráfico, donde el crecimiento de las áreas agrícolas se relaciona positivamente con el crecimiento de la población económicamente activa de Ica, con un buen coeficiente de correlación de 0.8892.

Gráfico 5. Relación entre el empleo en Ica y el crecimiento de la producción agrícola en la región de Ica 2007-2018

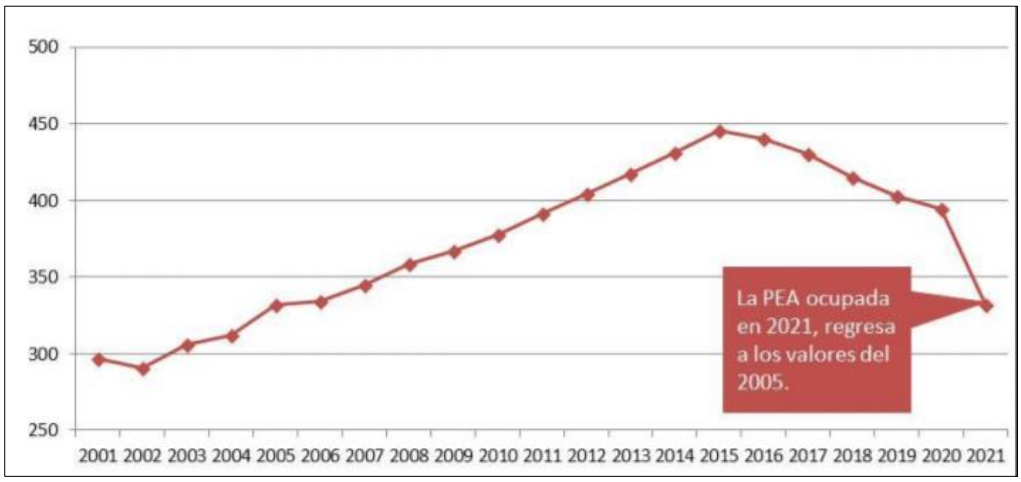


Fuente: INEI (2019)

Elaboración: Propia

Sin embargo, cabe señalar que la proyección realizada por el INEI (2011), para el año 2021, la población ocupada en la región de Ica mostrará una notable disminución de 71.7 mil trabajadores. Esta disminución del empleo en Ica estaría asociada con la escasez de agua debido a la sobreexplotación, lo que implicaría que los cultivos agrícolas no se irrigan, reduciendo la producción de las empresas y, a su vez, provocando una reducción en la fuerza laboral.

Gráfico 6. Empleo en Ica, en términos de personas empleadas 2001-2021



Fuente: Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, «Perú: Evolución de los Indicadores de Empleo e Ingresos por Departamentos, 2001-2010», Lima, 2011.

Sin embargo, dado el escenario mostrado, es importante mencionar que el aumento en la mano de obra es estacional, y esto se explica mejor por Suárez K. (2008), quien vincula el auge de la agro exportación que Ica ha tenido con Perú desde 2007, y han producido que el valor de las exportaciones de productos agrícolas no tradicionales alcanzó los US $ 1,500 millones, lo que equivale a casi el doble de los US $ 801 millones de 2004. La razón por la cual generó una demanda significativa de mano de obra que, debido a la naturaleza estacional del trabajo relacionado con la agricultura, es solo una demanda de trabajo temporal. A continuación se muestra una tabla de la PEA de Ica por actividad.

TABLA 4: PEA de Ica según actividad económica - 2018 expresado en porcentaje

Actividades	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016P/	2017E/
Agricultura, Ganadería, Caza y Silvicultura	**15.5**	**13.7**	**13.5**	**13.0**	**13.0**	**13.7**	**12.7**	**13.1**	**12.7**	**13.1**	**13.1**
Pesca y Acuicultura	1.8	2.1	2.6	1.1	2.8	1.1	0.9	0.9	1.6	0.7	1.1
Extracción de Petróleo, Gas y Minerales	10.0	11.8	10.7	11.9	12.7	13.3	14.4	15.3	15.7	15.7	16.1
Manufactura	27.2	25.7	26.1	25.8	25.4	23.3	22.3	21.0	20.2	19.6	19.3
Electricidad, Gas y Agua	1.1	1.1	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0	1.2	1.2	1.6	1.6
Construcción	5.2	10.3	10.6	11.2	9.9	10.1	12.8	12.0	11.7	11.1	11.4
Comercio	9.3	8.7	8.5	8.8	8.8	9.5	9.1	9.2	9.3	9.5	9.1

Transporte, Almacen., Correo y Mensajería	7.0	6.3	5.9	6.3	6.2	6.4	6.1	6.2	6.2	6.5	6.3
Alojamiento y Restaurantes	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.5
Telecom. y Otros Serv. de Información	1.6	1.7	1.7	1.9	1.9	2.2	2.3	2.3	2.5	2.7	2.9
Administración Pública y Defensa	3.0	2.6	3.2	3.3	3.1	3.4	3.1	3.3	3.2	3.3	3.3
Otros Servicios	16.8	14.6	14.8	14.5	13.8	14.5	13.8	14.1	14.2	14.7	14.3

Fuente INEI, 2018

Por otro lado, se ha de mencionar que en los niveles de empleo en el Perú se evidencia una alta tasa de población subempleada a causa de la informalidad y con respecto al sector agrícola el tipo de desempleo estacional. Desarrollando el primer punto, este se suscita dentro del marco de una economía informal, teniendo dos componentes trabajadores y unidades productivas, para ambos casos ninguno cumple con el marco laboral del estado. En el caso de Subempleo en la agricultura es muy común pues en su mayoría la mano de obra es tercerizada además de que la agricultura emplea en mayor medida a población rural quienes están dispuestos a aceptar cualquier trabajo bajo cualquier término laboral.

En lo que respecta al desempleo estacional es muy típico en el sector agrícola pues la característica de este sector es puntos muy altos de demanda de mano de obra, durante cosecha y siembra, y puntos bajos en todo lo que resta del ciclo. Por lo cual resulta importante analizar el nivel de producción del sector agrícola.

Producción Agrícola

La agricultura es una de las principales actividades económicas a nivel del país, pues es fuente primordial de empleo para regiones pobres, sin embargo, entender a

la producción agrícola en términos económicos va más allá de eso. Se entiende por sector agrícola a todo lo relacionado con la producción de alimentos, frutas, verduras, legumbres, tubérculos, entre otros. Es aquella actividad cuyo principal factor de producción es la tierra y mano de obra.

Genera impactos positivos en el empleo de personas ya sea de manera directa, contacto directo con el proceso de producción de cultivos o en el ámbito de la economía internacional con los productos de agro exportación afectando directamente a la balanza de pagos. Es así que las estructuras empresariales relacionadas a la agricultura son muy diversificadas desde unidades de producción agrícola, cooperativas, comunidades campesinas, pequeños y medianos productores y grandes unidades agrícolas con procesos complejos y completos.

En cuanto a su posición en el PBI está clasificada en el sector primario y después de la industria extractiva es la más significativa. De acuerdo al último estudio del INEI (2018) el sector agropecuario emplea al 34% de la PEA nacional, así como el 30% depende esta actividad económica.

En cuanto a la región de Ica la agricultura es una fuente de ingreso importante para las familias, dentro de los diez cultivos más importantes de la región destaca el espárrago. En la siguiente tabla se muestra el rendimiento promedio en base a los principales cultivos de la región.

Tabla 5: Rentabilidad de los principales cultivos de ICA

PRINCIPALES CULTIVOS	SIEMBRA (Ha)	COSECHA (Ha)	PRODUCCION (Tm)	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	PRECIO CHACRA
PROGRAMADOS					
ALGODON RAMA	19 858	22 573	54 529	2 415,67	1,91
FRIJOL GRANO SECO	258	256	326	1 273,44	3,50
MAIZ AMARILLO DURO	13 597	13 425	113 894	8 483,72	0,73
MAIZ AMILACEO	160	152	453	2 980,26	1,54
PAPA	3 541	3 542	115 667	32 655,84	0,53
TRIGO	49	51	90	1 764,71	1,79
REGIONALES					
ALFALFA	1 060	5 421	148 573	27 406,94	0,19
CAMOTE	1 095	1 099	20 756	18 886,26	0,40
CEBADA	69	69	136	1 971,01	0,84
CEBOLLA	141	176	5 392	30 636,36	0,75
ESPARRAGO	670	11 670	122 159	10 467,78	2,52
GARBANZO GRANO SECO	1 350	1 350	1 729	1 280,74	3,00
MAIZ CHALA	188	168	8 888	52 904,76	0,22
MANGO	20	686	7 940	11 574,34	1,21
NARANJA	16	953	24 088	25 275,97	0,95
PALLAR GRANO SECO	4 188	4 179	7 805	1 867,67	2,75
PALTA	1 105	1 771	19 220	10 852,63	2,22
PECANO	36	576	1 147	1 991,32	7,34
PLATANO	0	57	1 842	32 315,79	0,34
TOMATE	1 340	1 333	112 211	84 179,29	0,74
VID	600	6 087	127 137	20 886,64	2,08
YUCA	139	132	2 555	19 356,06	0,70
ZAPALLO	1 069	1 032	37 751	36 580,43	0,23

FUENTE: DIRECCION REGIONAL DE AGRICULTURA - ICA, Oficina de Información Agraria.

Fuente: GORE -Ica, 2017

Cambio Climático

En el cambio climático se evalúan muchos factores, pero para interés de la investigación nos centraremos en variaciones de la temperatura que a larga ocasionan variaciones en el ecosistema, generan nuevos microclimas volviéndose cada vez más extremos y en el peor de los casos acarrean desastres naturales por afecta el calendario natural. Se mide los efectos del cambio climático a través del flujo de dióxido de Carbono que a su vez entra en la cadena de gases del efecto invernadero. La data obtenida para la producción de dióxido de carbono es la siguiente

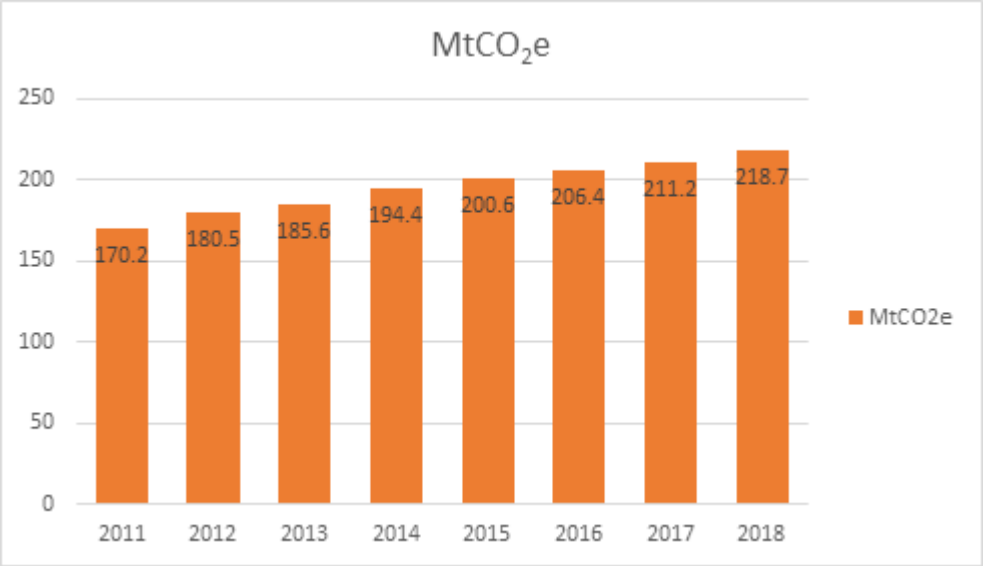
Tabla 6: Emisiones de dióxido de carbono equivalente per cápita

Año	Tonelada por habitante
2010	5.78
2012	5.68

Fuente SINIA 2019

Esto de acuerdo a la última actualización de la data procesada por el SINIA dirigido por el Ministerio del Ambiente.

Gráfico 7: Emisión de gases de efecto invernadero en el Perú en millones de toneladas



Fuente: SINIA, 2019

A pesar de que el problema de las emisiones de carbono parezcan irrelevantes son de gran importancia para el sector agrícola por las dos razones anteriormente explicadas en los antecedente, primero lo cultivos están totalmente condicionados al los sectores climatológicos y segundo la emisión de gases de efecto invernadero causan alteraciones en la naturaleza derivando en fenómenos naturales, por ejemplo en Perú a finales del 2016 e inicios del 2017 se produjo el Fenómeno del Niño Costero lo que causó, sequías en algunos lugares e inundaciones en otros, además del bloqueo de carreteras, y el deterioro de las infraestructuras de irrigación. De acuerdo al gráfico 2 hay una tendencia creciente

en los niveles de Gases de Efecto invernadero, entonces en el corto plazo no debe ser sorpresa que la seguridad ambiental esté en alerta roja.

Tabla 7: Huella ambiental en la región Ica 2009-2016 medido en hectáreas globales

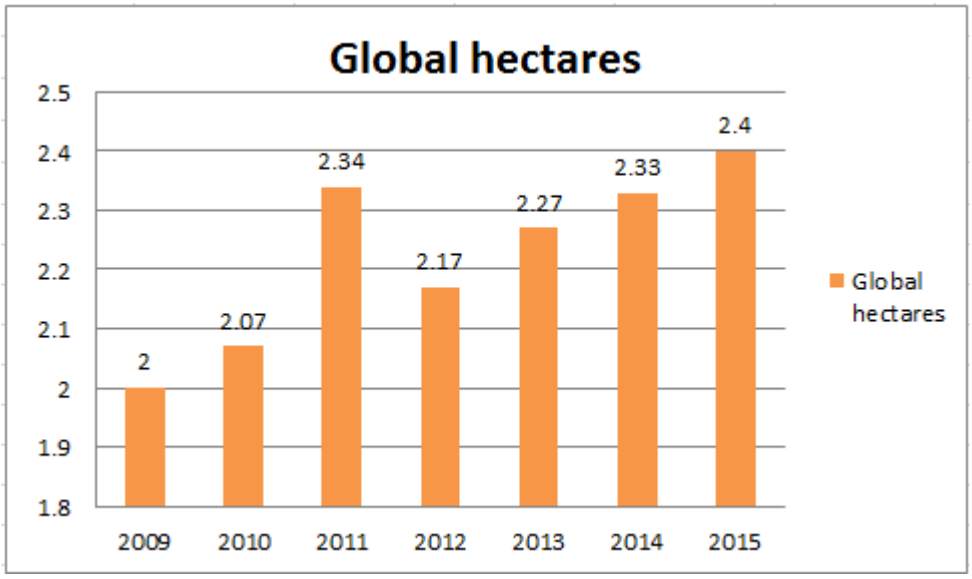
Año	Hectáreas Globales
2009	2
2010	2.07
2011	2.34
2012	2.17
2013	2.27
2014	2.33
2015	2.4
2016	2.53

Fuente: SINIA

Elaboración propia

Para un mejor entendimiento se procederá a realizar el gráfico respecto a la tabla, para así de manera didáctica evaluar mejor la evolución a través de los años.

Gráfico 8: Nivel de huella ambiental en la región Ica 2009-2016



Fuente: SINIA

Elaboración propia

En el nivel de huella ambiental se toma en cuenta los niveles de emisión de CO2, huella de bosques, huellas de cultivos, huella de tierras urbanizadas; como resultado se observa una tendencia creciente este comportamiento es similar al volumen de gases de efecto invernadero entonces vemos dos factores negativos que impactaran en la agricultura.

Tabla 8: Total de área Agrícola y no Agrícola de Ica especificado por provincial de acuerdo a la forma de riego

PROVINCIA	TOTAL (ha)	SUPERFICIE AGRÍCOLA (ha)			SUPERFICIE NO AGRICOLA (ha)					
		TOTAL	BAJO RIEGO	EN SECANO	TOTAL	PASTOS NATURALES			MONTES Y BOSQUES	OTRAS
						TOTAL	MANEJ	NO MANEJ		
- Chincha	81,334	24,238	22,217	2,021	57,096	43,913	4,301	39,612	427	12,756
- Ica	73,021	41,756	41,636	120	31,265	3,013	62	2,951	5,256	22,996
- Nazca	22,516	12,717	12,660	57	9,799	171	132	39	2,668	6,960
- Palpa	28,974	6,594	6,332	262	22,380	11,353	197	11,156	1,564	9,463
- Pisco	37,608	24,518	23,356	1,162	13,090	1,504	799	705	310	11,276
- Dpto. Ica	243,453	109,823	106,210	3,622	133,630	59,954	5,491	54,463	10,225	63,451

Fuente: INEI , PROFODUA

El área agrícola bajo irrigación es mayor que el área bajo secano; la provincia de Ica tiene la mayor área bajo irrigación y la menor área de secano, situación distinta sucede para la provincial de Chincha donde ambas formas de riego son predominantes,

Tabla 9: Disponibilidad de agua para fines agrícolas, medidos en metros

PROVINCIA	FUENTE SUPERFICIAL (Avenidas) *	FUENTE SUPERFICIAL (De Recuperación)	FUENTE SUBTERRANEA	FUENTE REGULADA	TOTAL
- CHINCHA	320	9	39	43	411
- ICA	255	-	394	60	709
- NAZCA	225	-	31	0	256
- PALPA	273	-	16	0	289
- PISCO	773	136	0	18	927
TOTALES	1,846	145	480	121	2,592

Fuente PROFODUA

Otras de las características de la Región Ica es las fuentes de agua del subsuelo, sin embargo en los años recientes esta fuente está siendo sobreexplotada. En un inicio el descubrimiento de estas fuentes significaron nuevas formas de oferta de agua y junto a ello mayor disponibilidad para las agricultores, desafortunadamente esto no duró mucho, en el 2007 se reportó que las reservas de agua del subsuelo estaban siendo acabadas por completo, por lo cual surge un nuevo problema regular el uso de estas fuentes, fue por ello que el uso de agua subterránea está casi limitada para las regiones más secas de Ica.

Sin embargo, es necesario precisar que los usos de estas fuentes serían de gran ayuda tan pronto como el recurso se maneja de manera eficiente y se implemente mejoras tecnológicas para su optimización, por ejemplo, casos como el de Israel, una de los países en el mundo con mayores inversiones en tecnología agrícola

En el tiempo en el que el descubrimiento de agua del subsuelo salió a la luz en el 2005 la región vio un incremento en la agricultura de la región, pero no solo debemos explicar ese fenómeno a este factor sino también al aumento de TLC y negocios para nuevas firmas en camino, así como mejoras en los términos de intercambio de productos agrícolas

Tabla 10: daños en la agricultura causadas por el Niño costero – Niño Costero 2017

DPTO	AREA DE CULTIVO AFECTADO (Has)	AREA DE CULTIVO PERDIDO (Has)
TOTAL PERU NIÑO COSTERO	**91.906**	**39.705**
ANCASH	8.178	2.110
AREQUIPA	6.657	605
AYACUCHO	2.990	1.579
CAJAMARCA	2.950	1.290
HUANCAVELICA	8.573	611
ICA	2.942	3.660
JUNIN	63	45
LA LIBERTAD	16.954	11.557
LAMBAYEQUE	4.009	2.464
LIMA	10.108	2.318
LORETO	2.300	1.065
PIURA	15.342	8.733
TUMBES	10.842	3.668

Fuente: SINPAD/COEN/INDECI
Elaboración: SD Aplicaciones Estadísticas/DIPPE/INDECI

Ica fue la séptima región con mayor área de cultivo afectado, de un total de 91 906 hectáreas de cultivo 2942 hectáreas de cultivo en Ica fueron afectadas, lo que significa que del total de hectáreas parte de los cultivos se perdieron o de lo contrario no alcanzaron a la producción máxima que se tenía especulado. Pero si vemos ahora el área de cultivo perdido la región se encuentra en el tercer puesto como la región más afectada, habiendo perdió un total de 3660 hectáreas de acuerdo a la data de la INDECI, lo que representa una pérdida completa para los agricultores sin oportunidades a salvamentos o recupero.

Agua

Según Suárez K. (2008), "una de las áreas más críticas es el valle de Río Seco-Villacurí, donde 179 productores comparten unas 13,000 hectáreas, donde la única fuente de agua es el subterráneo, de la cual cada año 120 millones de metros cúbicos (MMC), cuando la demanda real es de 160 a 200 MMC ". Esto indica que la demanda en la región de Ica no está totalmente cubierta, ya que hay un exceso de demanda y poca oferta de agua, por lo que recurren a la sobreexplotación y al uso de licencias.

La implementación de los acuíferos por parte de las empresas exportadoras en Ica para regar sus cultivos, ha llevado a la depredación de estos acuíferos, como se muestra en el Plan de Manejo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

> El proceso de expansión de la propiedad agrícola en Ica trajo consigo la necesidad de contar con mayores volúmenes de agua subterránea para la habilitación de las nuevas parcelas. Buscamos satisfacer la creciente demanda con el despliegue de tres estrategias: la compra de pozos en mal estado para reparación y uso; la compra de terrenos con pozos para la conducción de agua desde diferentes puntos a las fincas, y la perforación de nuevos pozos (Damonte, Pacheco y Grados, 2014).

El Ministerio de Agricultura e Irrigación (Minagri), en 2017 instaló en la región de Ica, el sistema de riego por goteo y la construcción de embalses, invirtiendo más de 11.2 millones de soles, para repotenciar la producción agrícola de 178 hectáreas de cultivos en Ica.

Por otro lado, también se puede hablar del agua como factor de producción, en donde autores como Zegarra (2014), explica que los factores de producción son todos los agentes que participan en un proceso productivo. Sin embargo, hay que diferenciar entre un flujo y un fondo, ya que el flujo es una entidad que desaparece o transforma al entrar o salir de un proceso productivo (que son los insumos), mientras que los fondos son entidades que pueden entrar y salir de un proceso productivo, sin desaparecer o transformarse en algo distinto.

Entonces, el funcionamiento productivo de una empresa estará integrada principalmente por el ingreso de insumos y fondos, y que posteriormente este proceso generará un flujo de desechos, productos y también a su vez flujos de recuperación generados dentro y fuera de la empresa (mantenimiento).

Zegarra (2014) explica que los insumos son en su mayoría materia prima, mientras que los fondos son de cuatro tipos: capital (K), trabajo (L), tierra (T) y naturaleza (N). Donde el capital está principalmente constituido por maquinaria, infraestructura, y equipos necesarios para el proceso productivo. El trabajo está constituido por los trabajadores. La tierra es el espacio físico donde se da el proceso productivo y finalmente la naturaleza

representa la presencia del aire, agua y energía solar, los cuales son necesarios para el proceso productivo.

Entonces, bajo esta premisa, el agua al ser un recurso natural y a su vez un factor productivo, este tiene implicancia en el proceso productivo, y más aún si este proceso productivo está relacionado con la agricultura (por su gran uso de agua para la producción de productos agrícolas). En base a ello se toma como uno de los modelos soporte del trabajo el de Cobb Douglas.

Modelo De Factores De Producción Cobb-Douglas

La Función de Producción Cobb-Douglas fue desarrollada por el economista y senador de estados unidos Paul Douglas y el matemático Charles Cobb.

Douglas P. (1927), observó que la distribución de la renta nacional entre el trabajo y el capital se estaban manteniendo constante durante un periodo largo, explicando así el hecho de que si un país se vuelve más próspero en el tiempo, la renta de los trabajadores y de los propietarios del capital, habían tenido un crecimiento a una tasa similar.

Por ello, con el fin de poder explicar si existía alguna función de producción que muestre participaciones constantes de los factores de producción si estos obtenían siempre su producto marginal. Por ello, esta función de producción debía de tener las siguientes propiedades:

- ✓ Renta del capital = PMgK * K = α* Y
- ✓ Renta del trabajo = PMgL * L = (1 – α)*Y

→Donde "α" es una constante que mide la participación del capital en la renta, y que está comprendida entre cero y uno.

Posteriormente se demostró que la función que cumplía con esta propiedad era la siguiente:

$$Y = f (K , L) = A K \alpha L (1-\alpha)$$

En esta función se incluyen básicamente dos factores de producción: Capital y Trabajo, los cuales explican la producción. Por otra parte, el parámetro A es mayor que cero, y este mide la productividad de la tecnología que existe.

Finalmente, esta función se le dio a conocer con el nombre de “Función de producción Cobb Douglas”.

Propiedades fundamentales de la Función de Producción COBB-DOUGLAS

La propiedad más notable de la función Cobb-Douglas es los “Rendimientos constantes de escala”, la cual indica que un aumento de igual grado porcentual en los factores de producción, producirán también un aumento de la misma magnitud en la producción del producto.

Esto se demuestra en la siguiente forma matemática, en donde “a” es el aumento porcentual que se aplica a cada variable:

$$f(aK, aL) = a\,f(K, L) = a\,Q$$

$$Y_t = AK_t^{\propto} L_t^{\beta} e^{ut}\ ln(A\,f(K,L) = a + \alpha Ln(K_t) + \beta Ln(L_t) \qquad (1)$$

Siendo $\propto y\ \beta$ las elasticidades.

En esta representación matemática se muestra que la producción Q también tuvo el mismo aumento “a”.

Por otro lado, se tiene la propiedad de la “Productividad Marginal” de los factores de producción Trabajo (L), Tierra (T) y Capital (K). Entonces, la representación matemática de la productividad marginal de la Trabajo se obtiene derivando la función de producción de Cobb-Douglas con respecto al factor L:

$$PMgL = \frac{\partial Q}{\partial L} = A\,\alpha\,T^{\alpha-1}\,L^{(1-\alpha)-1} = \alpha\,AT^{(\alpha-1)}\,L^{(1-\alpha)} \qquad (1.2)$$

De esta misma forma también se obtienen la productividad marginal del factor T y K:

$$PMgT = \frac{\partial Q}{\partial L} = A\,\alpha\,T^{\alpha}\,(1-\alpha)L^{(1-\alpha)-1} = (1-\alpha)\,AT^{\alpha}\,L^{-\alpha)} \qquad (1.3)$$

Modelo De Vectores Autoregresivos (VAR)

Según Gujarati (2009), el modelo de vectores autoregresivos tiene un enfoque de pronóstico económico, el cual está basado en series de tiempo.

Por otra parte, un modelo VAR tiene semejanza con los modelos de ecuaciones simultáneas, ya que considera muchas variables endógenas que son explicadas por sus valores rezagados. Por ello, se afirma que en un modelo VAR no hay presencia de variables exógenas.

Un modelo VAR está compuesto por modelos AR, conteniendo partes autoregresivos como se muestra a continuación en la especificación del modelo VAR:

$$Yt = \alpha 1\ Yt - 1 + \cdots + \alpha p\ Yt - p + \beta\ Xt + \varepsilon t$$

En donde Yt y Xt son vectores de “j” y “k” variables exógenas, “α”y “β” son matrices con los coeficientes a estimar, y “εt” es el vector de errores.

Modelo De Vectores De Corrección Del Error (VEC)

Se puede calificar al modelo VEC como un modelo VAR restringido, una de las características de este modelo es que las serias no son de carácter estacionaria, pero si están cointegradas. Por ello para desarrollar el modelo se determina el grado de cointegración mediante el método de Johansen, a continuación, detalles de la misma:

Se tiene el modelo VAR de orden r:

$$y_t = A_1 y_{t-1} + \cdots + A_r y_{t-r} + BX_t + \varepsilon_t$$

Al error se le conoce como vector de innovación y el Y_t es un vector de “n” variables no estacionarias a las cuales se deben identificar el grado de cointegración. El método de cointegración se puede llevar de manera manual utilizando a los coeficientes como grados de cointegración o mediante el E-views.

1.3. Objetivos e hipótesis

1.3.1 Objetivos

1.3.1.1 Objetivos General

- Determinar si existió una relación de largo plazo significativa entre las variables de producción agrícola del espárrago y la PEA de la Región Ica durante los años 2007 al 2018.

1.3.1.2 Objetivo Específico

- Calcular el coeficiente de velocidad de ajuste de la PEA de Ica durante los años 2007 al 2018.
- Calcular el coeficiente de velocidad de ajuste de la producción agrícola del espárrago durante los años 2007 al 2018.

1.3.2. Hipótesis

1.3.2.1. Hipótesis general

En base a lo revisado se postula que existe una relación de equilibrio a largo plazo significativa entre la producción del espárrago, PEA y PBI en la región de Ica para el periodo 2007-2018.

1.*3.2.2. Hipótesis específicas*

a) *Hipótesis Nula***:** El coeficiente de velocidad de ajuste de la producción de espárragos en la región de Ica fue igual a cero para el periodo 2007-2018.

Hipótesis Alternativa: El coeficiente de velocidad de ajuste de la producción de espárragos en la región de Ica fue negativo para el periodo 2007-2018.

b) *Hipótesis Nula***:** El coeficiente de velocidad de ajuste de la PEA de Ica fue igual a cero para el periodo 2007-2018.

*Hipótesis Alternativa***:** El coeficiente de velocidad de ajuste de la PEA de Ica fue negativo para el periodo 2007-2018.

CAPÍTULO 2: Metodología

En este capítulo se detalla el proceso que sigue la investigación, define los aspectos propios de la metodología, así como se explica el porqué de las mismas, de tal forma que se desarrollan aspectos como tipo de investigación, diseño, variables muestra, el plan de análisis entre otros.

De igual forma se menciona el proceso que se hizo para la obtención de los datos y los instrumentos utilizados para el tratamiento de los mismos. En la parte final del capítulo se muestra el modelo seguido (VEC) previamente determinado por las pruebas correspondientes mismas que se muestran en este capítulo.

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que sigue el presente trabajo según su objetivo es una investigación aplicada, pues se busca lograr un objetivo concreto, descrito ya en esta investigación, por lo cual se delimita el tiempo, espacio y objeto de estudio; según su profundidad es explicativa no solo se quiere develar resultados sino determinar el grado de causalidad y interrelación entre las variables, por ello se hace uso de muchos estudios anteriores y se busca mayores fuentes de datos que nos permitan comprender este proceso; según el tipo de datos es cuantitativa con una manipulación de las mismas no experimental, a través del desarrollo de la investigación las cuatro variables a analizar son cuantitativas y reales en adición se necesitan que sean de este corte pues el modelo que se propone se trabaja con variables de esas características además de que se propone un modelo matemático-econométrico, cuya originalidad, de los datos, no puede ser modificada para efectos de conseguir resultados verosímiles además de que al estar evaluando una realidad de nuestro país se necesita mantenerlas; a su vez, se utiliza el método hipotético deductivo con análisis de datos, acorde a su periodicidad, longitudinales y de corte transversal .

2.2. Diseño de Investigación

Se sigue un diseño no Experimental con las subcategorías de Diseño Longitudinales y Transversales, se analizan las siguientes variables: Volumen de agua, cambio climático, producción de espárragos, exportación neta por lo cual se analiza la data de cada una de las variables mencionadas durante 12 años, pero con una periodicidad

mensual, para sí lograr la obtención de un modelo más significativos y no tener problema con los rezagos, en cuanto a su dimensión es temporal. Además de acuerdo a las relaciones causa-efecto sigue un diseño retrospectivo, dado que los periodos de análisis son desde el 2007 al 2018 y se busca explicar la variación de la Producción de Espárragos en Ica a través de otras cuatro variables en el mismo periodo de tiempo

Dicho todo esto la metodología de diseño no experimental tiene un tipo de estudio correccional, explicado en el párrafo anterior, ayuda a que los resultados obtenidos estén de acorde a los objetivos propuestos en la tesis.

2.3. Variables

A continuación, se detallarán las variables que se utilizaron para la formación del modelo VEC, para ello en primera instancia se pasaran a definirlas y posteriormente se explicaran las unidades en las que se encuentran y el acrónimo respectivo de cada uno.

Para una mejor visualización se presentarán las características en tablas:

TABLA 11: Variables del modelo VEC

N°	Nombre Largo	Abreviatura	Definición Conceptual
1	Población económicamente activa de Ica	PEA	La población económicamente activa es la población en edad de trabajar y que se encuentran integrados o buscan integrarse al mercado laboral. Para el Perú, lo que incluye todas sus regiones, las personas en edad de trabajar se consideran a partir de los 14 años. Dado ello, entonces la PEA resulta de la suma de las personas que se encuentran trabajando más los que no están trabajando, pero buscando uno al momento de la encuesta o recolección de datos. Cabe resaltar que de acuerdo a la legislación laboral la edad de trabajo, para ser considerados en la data, varía de acuerdo a la actividad económica como este trabajo sigue un corte de agricultura se rescata que de acuerdo a las leyes peruanas

			la edad permisible es de 14 años. Ahora bien, debido a que la PEA está limitada a la región Ica los criterios de la definición son absolutamente los mismos y la data se busca bajo ese filtro.
2	Producción de espárrago	Prod. Espárrago	La producción de espárragos es el total de volumen producido de espárragos en la región de Ica durante cada año, no se limita a una variedad en particular. Se puede calcular de dos formas mediante el valor FOB o el volumen bruto de producción total.
3	Temperatura	T	La temperatura son los niveles de calor o frío percibidos durante todo un día la medida de la misma varía de acuerdo a las fuentes de información por tanto puede estar en Celsius o Fahrenheit
4	Probabilidad de la persistencia de agua	ProbVolAgua	Se refiere a la cantidad de agua disponible para la agricultura, la probabilidad de la persistencia es un método muy utilizado en el procesamiento de datos hidrométricos pues de alta precisión. La probabilidad se mide al 80% pues es el punto de equilibrio para la verosimilitud de los datos, se toma primero con fuente primaria el número de pozos disponibles para el riego, volumen de caudales, metraje de hectáreas orientadas al cultivo
5	Superficie Cosechada	Super_esp	Es la superficie total de tierras destinadas con fines agrícolas para el cultivo de espárrago.

Fuente: Elaboración propia

TABLA 12: Variables del modelo VEC, detalles operacionales

N°	Variable	Nombre corto en el modelo	Definición
1	Población económicamente activa de Ica	PEA_ICA	**Tipo de variable en el modelo econométrico:** Dependiente **Unidad de medida:** miles de personas **Frecuencia original de los datos:** Anual **Fuente de los datos:** INEI
2	Producción de espárrago en Ica	PROD_ESP	**Tipo de variable en el modelo econométrico:** Dependiente **Unidad de medida:** Toneladas **Frecuencia original de los datos:** Mensuales **Fuente de los datos:** INEI - BCRP
3	Temperatura	TEMP	**Tipo de variable en el modelo econométrico:** Independiente **Unidad de medida:** Celsius **Frecuencia original de los datos:** Diario **Fuente de los datos:** Senahmi
4	Probabilidad de la persistencia de agua	AGUA	**Tipo de variable en el modelo econométrico:** Independiente **Unidad de medida:** Volumen/m3 **Frecuencia original de los datos:** Mensual **Fuente de los datos:** ALA- ICA
5	Superficie Cosechada	Super_esp	**Tipo de variable en el modelo econométrico:** Independiente **Unidad de medida:** hectáreas cuadradas **Frecuencia original de los datos:** Mensual **Fuente de los datos:** INEI, MINAGRI

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo expuesto en las dos tablas anteriores se infiere que para el desarrollo del modelo econométrico de la tesis se utilizó cuatro variables, dos de ellas son explicadas por las otras dos variables.

2.4. Muestra

Los datos de la muestra son variables macroeconómicas del Perú, por tanto, el análisis es con respecto a la población al país en general, en base a ello el tratamiento de la muestra es algo particular pues son variables que involucra exclusivamente a un grupo de personas, comunidad o región y ya no a personas en particulares, existe una visión macro acerca de eso.

Debido a que se tiene un universo distinto y que el universo final es más amplio se opta por delimitar la investigación del 2007 al 2018, fechas en las que se tiene mayores conocimientos de la producción de espárrago y a nivel del contexto global, los términos de intercambio son buenos, cabe resaltar que durante ese periodo no se requirió alguna condición especial para la muestra

Con respecto a la disponibilidad de los datos, determinante principal de las fechas de estudios, se consultó previamente con las autoridades encargadas y se esperó a la confirmación de las fechas; en adición, para obtener un modelo econométrico más consistente se evalúa de forma mensual la data para lograr el análisis adecuado de rezagos.

En cuanto a la obtención de las mismas fueron proporcionadas por los encargados de manejar los portales de transparencia y acceso a la información de cada una de las instituciones encargadas de la recopilación y tratamiento datos de acuerdo a su naturaleza, en el caso de los datos correspondientes a hidrología y a la temperatura, fueron proporcionados directamente por el director regional del ANA-ICA y Senahmi, respectivamente.

2.4.1 Definición de la muestra

Conforme a lo anteriormente explicado, la definición de la muestra es de la siguiente manera: variables macroeconómicas del Perú orientadas a la región Ica de periodicidad mensual durante los años 2007-2018.

2.4.2 Estructura de la muestra

Estructura de la muestra única con un total de ciento cuarenta y dos variables. Datos puramente cuantitativos.

2.5. Instrumentos de Investigación

Como instrumentos se mencionan el uso de la teoría econométrica de series de tiempo, en especial el procesamiento de datos a través del modelo VEC, así como el uso de test de Dickey-Fuller, Jarque-Bera y modelos de Cointegración. En cuanto a la recopilación de teoría los buscadores como Google Scholar, Proquest, Ebsco Host y plataformas oficiales de Instituciones del Estado como privadas jugaron un rol importante y en cuanto a la bibliografía publicaciones pasadas. De la misma manera se acudió a las instituciones como el ANA y Senahmi para recibir la información de manera directa y acceder a las memorias de los mismos, consideradas como fuentes secundarias. Por otro lado, las demás variables fueron obtenidas de las fuentes secundarias de las páginas web de las instituciones del BCRP y Minagri.

Para el tratamiento de los datos se hizo uso del siguiente software: E-Views 8, ayuda en la creación del modelo econométrico y en el descarte de variables; y Excel, para la creación de gráficos y evaluación de tendencias.

2.6. Técnicas de investigación

En esta investigación se utilizarán las hojas de cálculo de Excel para la organización de los datos, para que posteriormente se los exporten al programa E-views 8 con la finalidad de realizar el análisis econométrico. Así también, se aplicará varios tests para poder definir y presentar el modelo final escogido de Vector de Corrección de Errores (VEC).

2.7. Procedimiento de recolección de datos

Para la recolección de datos se buscaron series con periodos mensuales desde enero del 2007 a octubre del 2018 para todas las variables, con un total de 142 observaciones. Las series de disponibilidad de agua y la temperatura en la región de Ica fueron obtenidas de fuentes secundarias tras una solicitud formal de requerimiento de información a las organizaciones de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) respectivamente. Por otro lado, los datos de producción de espárragos en Ica, la población económicamente activa (PEA) de Ica como Índice de empleo en empresas privadas con más de 10 trabajadores, y PBI agrícola de Ica, fueron obtenidos de la fuente secundaria de las página web del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP). Finalmente, los datos de la superficie terrestre

agrícola del espárrago en la región de Ica, fue obtenidos de la fuente secundaria de la página web del Minagri.

2.8. Plan de análisis

En esta sección de la investigación se procederá a presentar y explicar el modelo econométrico que se ha utilizado, siendo este el modelo de Regresión del Vector de Corrección del Error (VEC en inglés).

A continuación, se presenta el modelo econométrico de análisis escogido en esta investigación, el cual es el modelo del vector de corrección del error, siendo de la siguiente forma:

$$DLPROD_ESP_t = \hat{\alpha}_{20} + \theta_2\mu_{t-1} + \sum_{k=1}^{12} \hat{\theta}_{2k}\, DPEA_ICA + \sum_{k=1}^{12} \hat{\beta}_{2k}\, DLPROD_ESP_{t-k} + \hat{\lambda}_{21}DLSUP_ESP_t + \hat{\alpha}_{22}DAGUA_t + \hat{\lambda}_{23}DTEMP_t + \hat{\lambda}_{24}DLPBI_t + \hat{e}_2$$

$$DPEA_ICA_t = \hat{\alpha}_{10} + \theta_1\mu_{t-1} + \sum_{k=1}^{12} \hat{\theta}_{1k}\, DPEA_ICA_{t-k} + \sum_{k=1}^{12} \hat{\beta}_{1k}\, DLPROD_ESP_{t-k} + \hat{\lambda}_{11}DLSUP_ESP_t + \hat{\lambda}_{12}DAGUA_t + \hat{\lambda}_{13}DTEMP_t + \hat{\lambda}_{14}DLPBI_t + \hat{e}_1$$

Donde:

$DLPROD_ESP_t$: Primera diferencial de la producción de espárrago

$DLPROD_ESP_{t-k}$: Rezagos de la primera diferencia de la producción de espárragos, para todo k=1,2,i

$DPEA_ICA$: Primera diferencial del PEA de la región de Ica

$DPEA_ICA_{t-k}$: Rezagos de la primera diferencia de la PEA de la región de Ica, para todo k=1,2,i

$DLSUP_ESP_t$: Primera diferencial del logaritmo de la superficie disponible para el cultivo del espárrago de la región de Ica

$DAGUA_t$: Primera diferencial de la disponibilidad total de agua de la región de Ica

$DTEMP_t$: Primera diferencial de la temperatura promedio de la región de Ica

$DLPBI_t$: Primera diferencial del logaritmo del PBI de la región de Ica

$\hat{a}_{10}$: Coeficiente de velocidad de la PEA de la región Ica

$\hat{a}_{20}$: Coeficiente de velocidad de ajuste de la producción del espárrago

$\hat{u}_{t-1}$: Términos de corrección del error

θ:Coeficiente del término de corrección del error

$\hat{\beta}_{1k}$: Coeficientes del efecto parcial causados por $\Delta PROD_ESP_{t\text{-}k}$ para todo k=1,2,i

$\hat{\theta}_{2k}$: Coeficientes del efecto parcial causados por $\Delta PEA_ICA_{t\text{-}k}$ para todo k=1,2,i

$\hat{\lambda}_{jk}$: Coeficientes del efecto causado por las variables exógenas

e_{jk}: Shocks estándar o innovación pura de cada ecuación del VEC, para todo j=1, 2, …

Siendo $\hat{u}_t$ la regresión cointegrante de la siguiente forma:

$$\widehat{u_t} = DPROD_{ICA_t} - \beta_0 - \beta_1 DPEA_ICA_T - \beta_2 DSUP_{ESP_t} - \beta_3 DAGUA_t - \beta_4 DTEMP_t - DPBI_t \quad (1)$$

$$DPROD_{ICA_t} = \beta_0 + \beta_1 DPEA_ICA_T + \beta_2 DSUP_{ESP_t} - \beta_3 DAGUA_t - \beta_4 DTEMP_t - \beta_5 DPBI_t \quad (1.1)$$

Donde β es la división de los coeficientes de las variables entre el coeficiente del término de corrección del error. Además, todas las series antes mencionadas, no son estacionarias.

El parámetro de debe de cumplir con ciertos parámetros que son el tener un valor negativo y estar dentro de 0 y 1.

Posteriormente, se procedió en un comienzo a importar la data de Excel al programa E-Views 8, con el fin de poder realizar el análisis correspondiente con cada serie. Después, se procedió con la evaluación de los estadísticos de tendencia central para ver si algunas series necesitan ser transformadas en logaritmos. Asimismo, previamente al uso del modelo VEC, se realizan los tests econométricos correspondientes, aplicados de manera individual y conjunta a las series, como es el test de normalidad de “Jarque-Bera” con el fin de comprobar si las series siguen o no una distribución normal.

Posteriormente, con el fin de poder identificar a las variables endógenas del modelo, se realizó el test de Causalidad de Granger. Una vez obtenido el modelo con las endógenas correctas, se procede con la especificación del modelo y con la realización de los tests correspondientes.

Finalmente, se estima y explica la especificación econométrica del modelo, para poder mostrar la evidencia estadística de cointegración y correlación entre la PEA de la región de Ica y sus determinantes mencionados anteriormente, validando así el modelo luego de la realización de tests a los errores del modelo.

A continuación se explicará detalladamente los pasos a seguir en la metodología VEC que fue escogida para la realización de este trabajo:

2.8.1. Transformación de las series

Como primer paso para la realización de la metodología antes señalada, se procedió a realizar las transformaciones correspondientes de las series que presentaban una desviación estándar muy elevada. A estas series se les aplicó logaritmo con el fin de poder reducir y homogeneizar sus unidades de medida, y a su vez poder interpretarlas con variación porcentual o como elasticidades. A las variables que se le aplicó logaritmo fueron la producción de espárragos, superficie terrestre y el PBI de la región de Ica.

2.9. Análisis Econométrico

2.9.1 Estacionariedad de las Series

En este primer análisis se utilizó el test de raíz unitaria de Dickey Fuller-Aumentado, para poder evaluar si las series eran o no estacionarias. La realización de este test, descarta la utilización o no de un modelo VAR, puesto que si las series no son estacionarias en su nivel, el modelo correcto a seguir es el VEC.

2.9.2. Causalidad y cointegración de las series

Previamente obtenido la transformación de los datos, se procedió con la realización del test de Causalidad de Granger para poder obtener las variables endógenas del modelo, para que posteriormente se pueda especificar el modelo correctamente.

En el segundo análisis se procederá a la realización del test de cointegración de Johansen (1990), el cual indica si existe una relación a largo plazo entre las variable.

Después de haber determinado si existe o no cointegración, se procede nuevamente con la identificación de existencia de causalidad entre variables en caso no haya cointegración entre estas, utilizando así el test de Granger. En caso exista cointegración, el modelo adecuado a utilizar será el “Modelo de Corrección del Error” en vez del “Modelo de Variables Autoregresivas”, ya que según el teorema de Granger (1987), si hay un vector de cointegración, entonces existe un modelo VEC.

2.9.3. Especificación y estimación del Modelo Econométrico

Posteriormente, para poder elegir una buena especificación del modelo planteado, se utilizaron los criterios de información de Akaike (AIC) y el criterio bayesiano desarrollado por Schwarz (BIC), con el fin de poder ver el rezago óptimo del modelo. Después de haber realizado exitosamente este test, se le resta a ese rezago una unidad para poder correr el modelo VEC correctamente.

2.9.4. Evaluación del Modelo posterior a la estimación del modelo

Como último paso, se procederá a la realización del tercer paso que es la “evaluación del Modelo”. En esta parte final se realizará pruebas a los residuales de normalidad de errores (test de Jarque-Bera), la heterocedasticidad (test de White) y el test de autocorrelación con la aplicación del correlograma y a través del test LM, con el fin de que indiquen que el modelo es adecuado y por tanto válido. Finalmente, se procederá a comprobar cuáles fueron las variables que explicaron en mayor proporción a la Producción de Espárragos de la región de Ica.

Finalmente, se procedió a la realización el análisis de impulso-respuesta del modelo VEC final, evaluándose así la respuesta de la Producción de Espárragos de Ica ante el shock de cada una de las variables explicativas.

Resultados

En esta sección se procederá con el análisis respectivo del modelo planteado, buscando hallar la relación que tiene la producción de espárragos en la PEA de Ica.

3.1. Presentación de Resultados

Como primer paso se procedió a evaluar todas las variables con el fin de poder evaluar si seguían una distribución normal. Para ello, se procedió a realizar el test de Jarque-Bera con 95% de significancia, notándose que las series “Super_Esp”, “Prod_esp”, “Temp”, “PBI_Ica” y “Agua” tenían una probabilidad menor a 0.05, rechazando la hipótesis nula que indica la normalidad de las series. Por otro lado, se observó que la variable que seguía una distribución normal era la variable: “PEA_Ica”, con una probabilidad mayor a 0.05 (Anexo 1).

Posteriormente, las variables “Temp”, “Agua”, “Prod_esp”, “PEA_Ica”, “PBI_Ica” y “Super_esp” presentaban una desviación estándar muy alta, por lo que se las transformó aplicándoles logaritmos. Así de esta forma, se pudo descartar a las variables “Temp”, “Agua”, “PBI_Ica” y “Super_esp”, ya que aún presentaban una probabilidad menor a 0.05 que rechazaba la hipótesis nula de no normalidad en el test de Jarque-Bera. Sin embargo, las variables que seguían una distribución normal, con una probabilidad mayor a 0.05 y una desviación estándar reducida fueron “Prod_esp” y “PEA_Ica”, tal como se ve en el Cuadro 1; quedando finalmente en el modelo las variables de “LProd_esp”, y “LPEA_Ica” (Anexo 2).

Siguiendo con la metodología, se procedió a evaluar la causalidad entre las variables resultantes. Para ello se aplicó el test de “Causalidad de Granger”, el cual mostró que las variables “Lprod_esp” y “LPEA_Ica” presentaban una causalidad bidireccional con una probabilidad menor a 0.05 que rechaza la hipótesis nula de no causalidad. Esto a su vez nos indicó la presencia de dos variables exógenas del modelo.(Anexo 3).

Estos resultados nos indicaron que las variables endógenas “LPEA_Ica” y “Lprod_esp” se explican mutuamente.

Una vez obtenido las variables a utilizar en el modelo, se procede a realizar el test de “Dickey-Fuller Aumentado”, para evaluar si las series son estacionarias en su nivel. Los resultados después de haber aplicado el test antes mencionado se muestran en el cuadro 1, donde se observó que ambas series no eran estacionarias en su nivel, presentando

integración de primer orden con un T-Statistic mayor a 3 para ambas series y una probabilidad menor a 0.05 que rechaza la hipótesis nula de estacionariedad en primera diferencia al 1% de nivel de significancia.

Cuadro 1: Test de Estacionariedad de Dickey-Fuller Aumentado

Test Estadístico de Dickey-Fuller Aumentado al 1% n.s.		LPEA		LPROD_ESP	
		t-Statistic	Probabilidad	t-Statistic	Probabilidad
I(0)	Intercepto	0.3887	0.9818	-2.103304	0.2438
	Tendencia e Intercepto	-2.497960	0.3288	-1.549601	0.8072
	Ninguno	2.841629	0.9989	0.898259	0.9006
I(1)	Intercepto	-5.825395	0.00000	-6.504432	0.00000
	Tendencia e Intercepto	-5.876078	0.00000	-6.681275	0.00000
	Ninguno	-4.945787	0.00000	-6.453665	0.00000

Al estar las series en primeras diferencias, se descarta la corrida de un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR), quedando así como la alternativa más eficiente la corrida de un modelo de Vectores de Corrección de Errores (VEC). Sin embargo, antes de seguir con un modelo VEC, se procede a evaluar si hay existencia de cointegración. Para evaluar si hay o no cointegración, se procede previamente con la obtención de rezagos óptimos, corriendo así un modelo VAR en el programa E-views y seleccionando el test de “Lag Criteria”.

El resultado de los rezagos óptimos para el VAR fue de 8 rezagos como se ve en el cuadro 2, teniendo los criterios de evaluación de Akaike (AIC), Schwarz (SC) y Hannan-Quinn (HQ), los cuales presentan los valores mínimos de -4.449737, -3.596913 y -4.077007 respectivamente; escogiendo así el criterio de Schwarz con 8 rezagos por el principio de Parsimonia que indica a menor rezago mejor el modelo.

Cuadro 2: Criterio de Elección del Rezago Óptimo del VAR

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	80.76385	NA	0.001039	-1.193392	-1.149713	-1.175643
1	189.7376	212.9941	0.000212	-2.783903	-2.652867	-2.730656
2	234.7427	86.60076	0.000114	-3.405193	-3.186799	-3.316447
3	241.633	13.04981	0.000109	-3.448985	-3.143233	-3.324742
4	243.4469	3.380367	0.000113	-3.415862	-3.022752	-3.25612
5	252.3528	16.32762	0.000105	-3.490195	-3.009728	-3.294955

6	266.0283	24.65734	0.0000904	-3.636793	-3.068968	-3.406055
7	305.4876	69.95049	0.0000529	-4.174054	-3.518872	-3.907818
8	320.4039	25.99056	0.0000448	-4.339453	-3.596913*	-4.037719
9	326.9327	11.17802	0.0000432	-4.377768	-3.54787	-4.040535
10	335.6827	14.71592*	4.03e-05*	-4.449737*	-3.532482	-4.077007*

Después de haber obtenido el rezago óptimo del modelo VAR, se procede a realizar el test de "Cointegración de Johansen", analizando el test de Trace y el test de Maximun Eigenvalue, poniendo como rezago el número de rezagos óptimos obtenidos en el VAR menos 1; es decir, 7 rezagos.

Los resultados de esta corrida nos muestran que se rechaza la hipótesis nula en el test de Trace, el cual indica la existencia de cointegración, con una probabilidad de 0.0332 que es menor que 0.05, rechazando la hipótesis nula de no cointegración. Este test nos indica a su vez la presencia de una cointegración, como se puede ver en el cuadro 3.

Cuadro 3: Test de Cointegración de Johansen: Test de Trace

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)				
Hypothesized	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.123639	21.54278	20.26184	0.0332
At most 1	0.02838	3.857889	9.164546	0.4337
Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				

También se puede analizar el test de Maximun Eigenvalue, donde los resultados fueron iguales, teniendo una probabilidad de 0.0259 la cual es menor a 0.05, rechazando la hipótesis nula de no cointegración entre las variables. Estos resultados se pueden ver en el cuadro 4.

Cuadro 4: Test de Cointegración de Johansen**:** Test de Maximun Eigenvalue

Unrestricted Cointegration Rank Test (Maximum Eigenvalue)				
Hypothesized	Eigenvalue	Max-Eigen Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.123639	17.68489	15.8921	0.0259
At most 1	0.02838	3.857889	9.164546	0.4337
Max-eigenvalue test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level				

Por ello, se concluye que hay presencia de cointegración según el Test de Trace y el de Test de Maximun Eigenvalue.

La presencia de una cointegración nos indica que efectivamente el modelo a estimar es un VEC, siendo los coeficientes del vector de cointegración los que se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5: Coeficientes del vector de Cointegración

LPROD_ESP01	LPEA_ICA	C
1	-0.464409	-1.28033
	-0.17241	-0.78056

Así de esta forma, la especificación del modelo del vector de cointegración será de la siguiente forma:

$$\varsigma_1 = [1 - 0.464409 - 1.28033]$$

$$[1 \ -0.464409 - 1.28033][\ DLPROD_ESP_t \quad DPEA_ICA_t \ \ 1\ ]\sim I(0)$$

$$DLPROD_ESP_t\sim\ ,DLPEA_PEA_t\ \ I(1)$$

Siendo la ecuación de largo plazo como sigue:

$$\mu_t = DLPROD_ESP_t - 0.464409 - 1.28033\sim I(0) \qquad (1)$$

$$DLPROD_ESP_t = 1.28033 + 0.464409DLPEA_ICA_t + \mu_t \qquad (1.1)$$

Este resultado nos indica que existe una relación positiva a largo plazo entre la LPROD_ESP (Logaritmo de la producción de espárragos) y la variable PEA de Ica. Es decir, que un aumento en un 1% en la PEA de Ica producirá un aumento del 0.464409% en la producción de espárragos.

Por ello se procede a analizar el test de impulso respuesta:

Cuadro 6: Test de impulso-respuesta

Cointegrating Eq:	CointEq1
LPROD_ESP01(-1)	1
LPEA_ICA(-1)	-0.464409
	-0.17222
	[-2.75201]
C	-1.28033709585

	-0.78056
	[-1.64027]

Ello se realiza con el propósito de poder observar especialmente como es la reacción de la variable LProd_Esp frente a la innovación de la variable LPEA_Ica.

Entonces, después de realizar el test correspondiente, los resultados fueron positivos, debido a que la respuesta de la variable LProd_esp frente a una innovación inicial de la variable LPEA_Ica fue estable, sin embargo, al pasar al segundo mes hasta el sexto mes, se ve un aumento de la respuesta de la variable LProd_Esp frente a un shock (innovación) de la variable LPEA_Ica. Ya a partir del séptimo mes, se observa que la respuesta es negativa, cumpliéndose así lo planteado anteriormente en el VAR.

Por otro lado, se sabe que μ_t es equivalente a μ_{t-1} el cuál es el resultado del desfase de un periodo a la ecuación 1, resultando así la ecuación cointegrante CointEq1 del cuadro 6.

$$\mu_{t-1} = DPEA_ICA_{t-1} - 0.464409DLOROD_ESP_{t-1} - 1.28033 \qquad (1.2)$$

Posteriormente, siguiendo a Larios, J., Gonzales, C. y Álvarez, V., (2016), se procede a correr el modelo VEC (7) bivariado, como se ve en la Tabla 13, en donde se evaluará el coeficiente de la ecuación cointegrante μ_{t-1} , el R ajustado y R2 de cada ecuación y el F-Statistic de cada uno.

Como se observa en la Tabla 13, el R2 de la ecuación de D (LPROD_ESP) es de 0.737681, que indica que el modelo explica en un 73.7681% a la variable endógena; mientras que en D (LPEA_ICA) es de 0.651043, que también indica que hay una buena especificación del modelo.

Asimismo, en la tabla 11 se analiza el F-Statistic, el cual fue de 23.903332 y 15.85829, siendo significativo el modelo global para cada ecuación.

Tabla 13: Vector de Corrección del Error (VEC)

Error Correction:	D(LPROD_ESP01)	D(LPEA_ICA)
CointEq1	-0.515196	0.065157
	-0.12733	-0.06748
	[-4.04606]	[0.96562]
D(LPROD_ESP01(-1))	0.271275	0.066001
	-0.12707	-0.06734
	[2.13485]	[0.98015]
D(LPROD_ESP01(-2))	-0.069251	0.138879
	-0.12372	-0.06556
	[-0.55972]	[2.11821]
D(LPROD_ESP01(-3))	0.011935	0.058678
	-0.11835	-0.06271
	[0.10085]	[0.93565]
D(LPROD_ESP01(-4))	-0.258246	0.118802
	-0.10617	-0.05626
	[-2.43247]	[2.11167]
D(LPROD_ESP01(-5))	-0.024022	-0.014448
	-0.1043	-0.05527
	[-0.23032]	[-0.26140]
D(LPROD_ESP01(-6))	0.053084	-0.079745
	-0.09082	-0.04813
	[0.58449]	[-1.65692]
D(LPROD_ESP01(-7))	0.060666	0.011796
	-0.08962	-0.04749
	[0.67693]	[0.24838]
D(LPEA_ICA(-1))	-0.220726	-0.279274
	-0.16868	-0.08939
	[-1.30854]	[-3.12427]
D(LPEA_ICA(-2))	0.396503	-0.165933
	-0.13993	-0.07415
	[2.83349]	[-2.23766]
D(LPEA_ICA(-3))	0.19656	-0.137018
	-0.1426	-0.07557
	[1.37837]	[-1.81315]
D(LPEA_ICA(-4))	-0.192556	-0.018479
	-0.13921	-0.07377
	[-1.38325]	[-0.25050]
D(LPEA_ICA(-5))	0.176677	-0.208031
	-0.13274	-0.07034
	[1.33098]	[-2.95737]
D(LPEA_ICA(-6))	-0.445729	-0.606153
	-0.12013	-0.06366
	[-3.71027]	[-9.52144]
D(LPEA_ICA(-7))	-0.46041	-0.330524
	-0.15717	-0.08329
	[-2.92934]	[-3.96839]

R-squared	0.737681	0.651043
Adj. R-squared	0.70682	0.609989
Sum sq. resids	0.382906	1.363524
S.E. equation	0.056725	0.107043
F-statistic	23.90332	15.85829
Log likelihood	202.3353	117.2426
Akaike AIC	-2.796049	-1.526009
Schwarz SC	-2.471664	-1.201624
Mean dependent	0.004469	0.003061
S.D. dependent	0.104762	0.171403
Determinant resid covariance (dof adj.)	3.66E-05	
Determinant resid covariance	2.89E-05	
Log likelihood	320.001	
Akaike information criterion	-4.283596	
Schwarz criterion	-3.569949	

Así de esta forma, las series regresoras del modelo de Regresión del Vector de Corrección del Error (VEC) es la serie estimada μ_{t-1} , tal como se observa a continuación en el VEC (7) bivariado:

$$DLPEA_ICA_t = \hat{\alpha}_{10} + \theta_1 \mu_{t-1} + \sum_{k=1}^{7} \hat{\theta}_{1k}\, DLPEA_ICA_{t-k} + \sum_{k=1}^{7} \hat{\beta}_{1k}\, DLPROD_ESP_{t-k} + \hat{e}_1 \quad (3)$$

$$DLPROD_ESP_t = \hat{\alpha}_{20} + \theta_2 \mu_{t-1} + \sum_{k=1}^{7} \hat{\theta}_{2k}\, DLPEA_ICA + \sum_{k=1}^{7} \hat{\beta}_{2k}\, DLPROD_ESP_{t-k} + \hat{e}_2 \quad (4)$$

En este modelo VEC(7) bivariado, los términos $\hat{\alpha}_{10}$, μ_{t-1}, $\hat{\alpha}_{20}$, μ_{t-1} son los Términos de Corrección del Error, puesto que corrigen los desequilibrios de corto plazo que pueden existir entre las variables, con el fin de poder permitir a largo plazo la estacionariedad.

El valor a analizar es $\hat{\alpha}_{10}$ el cual tiene un valor de 0.065157, el cual es un valor muy cercano a 0, que indica que la serie LPEA_Ica responde lentamente ante los desequilibrios presentes en el corto plazo y que a su vez esta variable es débilmente exógena.

Este coeficiente a su vez es positivo, pero no es significativo, ya que su T-Statistic es de 0.96562 en valor absoluto, siendo menor a 2 dado un nivel de significancia del 5%, por lo cual no existe una relación a largo plazo con respecto a la corrección de desequilibrios; pero sí a corto plazo.(Cuadro 6).

Con respecto al valor de $\hat{\alpha}_{20}$, este presenta un valor negativo de -0.5151 con un T-Statistic de 4.04606, el cual es significativo al ser mayor a 2. Sin embargo,hay sospechas de que este término de corrección del error tampoco presente una relación a largo plazo de la variable LPEA_Ica hacia la LProd_Esp, puesto que el signo del coeficiente del término de corrección del error es positivo y cercano a 0, respondiendo lentamente ante los desequilibrios a corto plazo y siendo a su vez una variable débilmente exógena. (Cuadro 6).

Finalmente, con el fin de poder evaluar de forma más precisa, se procede a realizar el test de Least Squares (Gauss-Newton/Marquardt Steps) y el Test de Wald. Así de esta forma se podrá analizar si existe o no una relación a largo y corto plazo entre las variables LPROD_ESP y LPEA_ICA, con respecto a la corrección de desequilibrios.

Para ello, se procede a realizar la estimación de la primera ecuación mostrada a continuación, que incluye los coeficientes de cointegración.

$$DLPROD_ESP_t = \hat{C}_1 * \left(LPROD_{ESP-1} - 0.464409 * DLPEA_{ICA-1} - 15.09585\right) + \hat{C}_2 * D\left(LPEA_{ICA-1}\right) + \hat{C}_3 * D\left(LPEA_{ICA-2}\right) + \hat{C}_4 * D\left(LPEA_{ICA-3}\right) + \hat{C}_5 * D\left(LPEA_{ICA-4}\right) + \hat{C}_6 * D\left(LPEA_{ICA-5}\right) + \hat{C}_7 * D\left(LPEA_{ICA-6}\right) + \hat{C}_8 * D\left(LPEA_{ICA-7}\right) + \hat{C}_9 * D\left(LPROD_{ESP-1}\right) + \hat{C}_{10} * D\left(LPROD_{ESP-2}\right) + \hat{C}_{11} * D\left(LPROD_{ESP-3}\right) + \hat{C}_{12} * D\left(LPROD_{ESP-4}\right) + \hat{C}_{13} * D\left(LPROD_{ESP-5}\right) + \hat{C}_{14} * D\left(LPROD_{ESP-6}\right) + \hat{C}_{15} * D\left(LPROD_{ESP-7}\right) \quad (5)$$

Así de esta forma, se evalúa las probabilidades de $\hat{C}_1$ el cual es $\hat{\alpha}_{10}$ de la ecuación (3) o velocidad de ajuste entre el largo y corto plazo. Es decir, $\hat{C}_1$ es el coeficiente del modelo cointegrador $LPROD_{ESP-1} - 0.464409 * DLPEA_{ICA-1} - 1.28033$ en la ecuación (5).

Después de hacer el test de Least Squares (Gauss-Newton/Marquardt Steps), el coeficiente $\hat{C}_1$ es negativo y tiene una probabilidad de 0.00 menor a 0.05, por lo que existe causalidad a largo plazo de la variable PEA_Ica a la variable LProd_Esp (Anexo 4).

Por otro lado, se realizó el Test de Wald obteniendo una probabilidad menor a 0.05, rechazando la hipótesis nula que indica la no causalidad a corto plazo de la variable PEA_Ica hacia la variable LProd_Esp. (Anexo 5).

Asimismo, se procede a evaluar la segunda ecuación detallada a continuación:

$$DLPEA_ICA_t = \hat{C}_{16} * \left(LPROD_{ESP-1} - 0.464409 * DLPEA_{ICA-1} - 15.09585\right) + \hat{C}_{17} * D\left(LPEA_{ICA-1}\right) + \hat{C}_{18} * D\left(LPEA_{ICA-2}\right) + \hat{C}_{19} * D\left(LPEA_{ICA-3}\right) + \hat{C}_{20} * D\left(LPEA_{ICA-4}\right) + \hat{C}_{21} * D\left(LPEA_{ICA-5}\right) + \hat{C}_{22} * D\left(LPEA_{ICA-6}\right) + \hat{C}_{23} * D\left(LPEA_{ICA-7}\right) + \hat{C}_{24} * D\left(LPROD_{ESP-1}\right) + \hat{C}_{25} * D\left(LPROD_{ESP-2}\right) + \hat{C}_{26} * D\left(LPROD_{ESP-3}\right) + \hat{C}_{27} * D\left(LPROD_{ESP-4}\right) + \hat{C}_{28} * D\left(LPROD_{ESP-5}\right) + \hat{C}_{29} * D\left(LPROD_{ESP-6}\right) + \hat{C}_{30} * D\left(LPROD_{ESP-7}\right) \quad (6)$$

En esta ecuación (6) se evalúa el $\hat{C}_{16}$ que es equivalente a $\hat{\alpha}_{20}$ en la ecuación (4), el cual también es el coeficiente del modelo cointegrador $LPROD_{ESP-1} - 0.464409 * DLPEA_{ICA-1} - 1.28033$ en la ecuación (6).

Luego de haber realizado el test de Least Squares (Gauss-Newton/Marquardt Steps), el coeficiente $\hat{C}_{16}$ es positivo y tiene una probabilidad de 0.3362 mayor a 0.05, concluyendo que no existe causalidad a largo plazo de la variable LProd_Esp a la variable PEA_Ica (Anexo 6).

Por otro lado, se realizó el Test de Wald obteniendo una probabilidad de 0.000 menor a 0.05, rechazando la hipótesis nula que indica la no causalidad a corto plazo de la variable LProd_Esp hacia la variable PEA_Ica. (Anexo 7).

Así de esta forma se concluye efectivamente que para ambos casos el coeficiente de velocidad del vector de ajuste estimado es cercano a 0, teniendo una respuesta lenta ante los posibles desequilibrios producidos sólo a corto plazo, pero no a largo plazo. Además, ambas variables son débilmente exógenas con respecto a sus ecuaciones.

Finalmente, se evalúan los errores del modelo VEC, evaluando primero la normalidad de errores, utilizando los tres test de normalidad de los errores del VEC: Test de Cholesky (Lutkepohl), Test de Residual Correlation (Doornik-Hansen) y el Test de Residual Covariance (Urzua). Las probabilidades conjuntas obtenidas fueron 0.0665, 0.0289 y 0.1397 respectivamente, de los cuales dos de los Test presentan valores mayores a 0.05 que indican que no se rechaza la hipótesis nula que afirma que los errores son normales multivariados (Anexo 8).

Con respecto a la prueba de heterocedasticidad de los errores del modelo VEC, se aplicó el Test de Heterocedasticidad de los Errores del VEC con términos no cruzado, teniendo

una probabilidad de 0.1061, la cual es mayor a 0.05, indicando la no heterocedasticidad de los errores del modelo VEC. (Anexo 9).

Finalmente, la prueba de Autocorrelación se aplicó el Test de Serial Correlation LM de los errores del VEC, observando que la probabilidad en el rezago óptimo 7 es de 0.0744, que es mayor a 0.05, indicando que no hay presencia de autocorrelación. (Anexo 10).

3.2. Discusión

En la presente investigación se vio que las variables que en un inicio se incluyeron fueron descartadas. Esto fue principalmente debido a la reducida cantidad de observaciones incluidas, ya que su obtención fue limitada. Sin embargo, existe evidencia por diversos estudios de que existe un impacto por parte de la disponibilidad de agua, temperatura y superficie terrestre disponibles para la siembra.

Además, se encontró evidencia matemática de que existe relación y causalidad bidireccional entre la PEA de Ica y la producción de espárragos en la región de Ica.

Así también, se encontró que la variable disponibilidad de agua tenía causalidad bidireccional con respecto a la variable PEA y producción de espárragos, sin embargo, esta fue descartada puesto que al correr el modelo MCO, la variable agua no era significativa del todo. Esto nos muestra que efectivamente existe un impacto por parte del agua, pero que en este estudio no podrá ser analizada adecuadamente debido a que la disponibilidad de datos.

3.2.1. Resultados vs. Hipótesis

Después de haber realizado el análisis correspondiente del modelo VEC, se observó que se valida la hipótesis general, puesto que existe una relación de equilibrio largo plazo significativa de la Producción de espárragos a la PEA en la región de Ica para el periodo 2007-2018, ya que el coeficiente de cointegración presenta un T-Estadístico significativo mayor a 2, indicando la existencia de una relación a largo plazo entre estas variables.

Con respecto a la validación de las hipótesis específicas, se observó lo siguiente:

a) Se confirmó la hipótesis alterna que indica que el coeficiente de velocidad de ajuste de la Producción de Espárragos en la región de Ica fue negativo con un valor de -0.5151 para el periodo 2007-2018.

Sin embargo, como se analizó previamente este valor era significativo, por lo que confirmaba que existe una relación a largo plazo con respecto a la corrección de ajustes de desequilibrios entre las variables PEA de Ica y Producción de Espárragos. Además, se confirmó que efectivamente existe una relación a corto plazo de la variable PEA de Ica hacia la variable Producción de Espárragos de Ica, donde el valor -0.5151 al ser cercano a 0 tiene una lenta velocidad de ajuste para corregir los desequilibrios a corto plazo.

b) Finalmente se confirma la hipótesis nula que indica que el coeficiente de velocidad de ajuste de la PEA de la región de Ica fue cercano a 0, con un coeficiente positivo de 0.06515 para el periodo 2007-2018.

Al confirmarse la hipótesis alterna, se confirma que no existe una relación de largo plazo con respecto a la corrección de ajustes de desequilibrios entre estas variables, sin embargo, si existe una relación a corto plazo. El coeficiente 0.06515 al ser cercano a 0 indica que tiene una lenta velocidad de ajuste para corregir los desequilibrios a corto plazo.

3.2.2. Resultados vs. Otros Estudios:

La investigación realizada por Thomson y el equipo de Agricultura y Recursos Naturales del Departamento del Desarrollo Internacional de Reino Unido (DFID en inglés) (2004), efectivamente existe una relación entre la producción agrícola y la reducción de la pobreza en Asia en el largo plazo. Esto tiene más impacto cuando se aumenta la productividad en el sector de producción agrícola. Por ello, se corrobora que efectivamente el crecimiento de la PEA de Ica tiene un impacto positivo sobre la producción del espárrago, el cual es uno de los principales cultivos que produce la región de Ica, ya que contribuye en cierta proporción a que incremente la producción agrícola en Ica, generando a su vez que haya más empleo, y por ende se reduzca la pobreza en la región de Ica.

Esta relación en nuestra investigación se da en el corto y largo plazo. Sin embargo, con respecto al coeficiente de velocidad de ajuste para la variable Producción de Espárragos de Ica hacia la variable PEA en Ica , esta relación no fue significativa en el largo

plazo. Esto podría explicarse debido a que la productividad agrícola en la producción de espárragos en Ica no es del todo alta. Sin embargo, esto sería motivo de otra investigación más exhaustiva para evaluar el impacto de la productividad (inserción de la tecnología) en la Población Económicamente Activa de la región de Ica.

Por otro lado, el estudio hecho por el Departamento para el Desarrollo Internacional (2005), también presentó como conclusión que el sector agrícola en un país tiene impacto en la erradicación de la pobreza en las zonas principalmente rurales y también urbanas a corto y largo plazo. Para esto, también señalan que existe suficiente evidencia de que el aumento de la productividad agrícola con respecto a la implementación de la tecnología, beneficia a muchas personas a través de ingresos más altos, alimentos más económicos, y este genera empleo y beneficios en las áreas rurales y urbanas. Esto también respalda nuestros resultados en cierta parte, puesto que como se mencionó anteriormente, no existía una relación de largo plazo entre estas variables con respecto a la velocidad de ajuste de desequilibrios.

Asimismo, el estudio realizado por Wen L. (2010), aplica un modelo VEC, en donde tiene como resultados que el flujo de la fuerza laboral tiene un impacto a largo plazo sobre los precios de productos agrícolas. Entonces, se puede deducir que los precios de los productos agrícolas dependen de la producción de la misma, por lo que se confirma tras nuestros resultados que existir una relación a largo plazo entre la fuerza laboral (PEA) y la producción agrícola en la región de Ica.

Ante los resultados obtenidos en otros estudios, se podría resaltar que efectivamente hay relación a largo plazo entre la variable PEA hacia la variable Producción de Espárragos en Ica, siendo el caso de la región de Ica durante el periodo 2007 al 2018, en donde se evidenció ello. Pero cabe resaltar que, con respecto a la baja velocidad de ajuste obtenida en el modelo de investigación, podría estar relacionado a la ausencia de un aumento en la productividad agrícola en esta región y en nuestro país.

3.2.3. Resultados vs. Marco Teórico

De acuerdo al marco teórico la PEA y producción agrícola están estrechamente relacionados, esta conclusión se dio de manera general y en el modelo fue estudiado de forma específica quedando ambos en la misma línea. Esto refiere que tal como en la teoría se indicaba que gran parte de la PEA estaba justificada por el sector agropecuario ya sea en la generación de empleo directo e indirecto y además se explicaba que la agricultura es

uno de los mayores componentes de la PEA de Ica, en cuanto a nivel de empleo tanto el formal, subempleo y estacional. Evaluando de manera gráfica la evolución positiva de la PEA de Ica tiene una relación directa con el crecimiento y aumento de producción del sector agro, y junto a ello el aumento en la producción de espárragos.

En el modelo de acuerdo a los resultados obtenidos por la probabilidad en el test de causalidad de Granger no se rechaza la hipótesis alternativa de que el logaritmo de producción de espárrago cause un efecto Granger en la PEA de Ica y de manera opuesta, causalidad bidireccional.

Ahora bien, evaluando el efecto del sector agro en lo que respecta al mercado interno y externo para el caso del espárrago, cultivo de estudio del trabajo, es un producto de agro exportación por lo que su nivel de producción escala e impacta en demás sectores a diferencia de un producto neto al mercado interno.

En cuanto a la alta varianza de la producción de espárragos esta se ve explicada por que en los últimos diez años la evolución del volumen de este cultivo se ha incrementado de manera significativa motivo por programas de agro-exportación, así como la apertura de nuevas fronteras de comercio y el haber encontrado una demanda creciente por el producto en cuestión.

En cuanto a las variables de superficie cosechada se descarta porque si bien es cierta esta misma ha ido en aumento el incremento de la productividad no solo se ha debido a ella sino también a la introducción de nuevas tecnologías agrícolas que optimizan recursos y generan mayores márgenes de rendimiento, entonces de acuerdo al test de Granger no se evidencia ninguna causalidad entre ambas, por lo que muy probablemente esto sea solo una relación espuria.

En lo que va a Volumen hídrico de acuerdo a la teoría es un factor de cultivo indispensables y que acompaña al tipo de cultivo, que para el caso del espárrago era sensible y con riego frecuente, por lo cual se creía que en un inicio en el modelo global sería una variable significante sin embargo luego de corregir el modelo no supera la probabilidad el t- estadístico.

3.3. Conclusión

- Si existe una relación a largo plazo de la variable PEA de Ica hacia la variable de Producción de espárragos durante los periodos 2007-2018, por lo que se entiende

que mientras incremente el nivel de empleo en Ica a futuro, mayor será la producción de espárragos en Ica a través de los años.

- Existe una relación a corto plazo entre las variables PEA de Ica y Producción de espárragos durante los periodos 2007-2018, el cual también indica que en el corto plazo el aumento del nivel de empleo en la región de Ica, producirá un aumento de la producción del espárrago para el comercio interno y externo, teniendo un efecto positivo en la producción de espárragos en la región de Ica.

- Los valores de los términos de corrección del error son cercanos cero en ambas ecuaciones, por lo que las series PEA de Ica y Producción de espárragos, responden muy lentamente ante los desequilibrios a corto plazo, siendo variables débilmente exógenas. En otras palabras, ante una posible crisis o escasez de la mano de obra, se verá afectada la producción del espárrago. Este desequilibrio tenderá a corregirse de forma muy lenta, pudiendo ser mayor a un semestre o año para poder volver al equilibrio de producir de forma constante los espárragos, utilizando la mano de obra requerida para esta actividad.

- Por otro lado, en el modelo VEC se ve que el rezago óptimo es de 7, en otras palabras para percibir los efectos de la producción de espárrago en Ica sobre la PEA de la región tienen que pasar siete meses, así si hubo un incremento en la producción de espárragos en el mes 0 esto se verá reflejado en el mes 7 en la PEA Ica, lo que conduce a una explicación inmediata de por que el efecto de los daños causados por el fenómeno del niño a finales del 2016 e inicios del 2017 no se vieron reflejados inmediatamente sino hasta casi mitad de año en adelante.

- Por tanto si se plantea un plan estratégico de incremento de la PEA a través de ser intensivos en la producción de espárrago, se ha de tener en cuenta el rezago para evaluar los resultados del proyecto en la región y aplicar estrategias que aseguren la continuidad del mismo. Así mismo esto ayuda a prevenir pérdidas y da la oportunidad de amortiguar las caídas en la PEA por lo que a sabiendas del grado de afectación y el tiempo del reflejo del mismo en el mercado laboral iqueño se podrá contrarrestar impulsando otras industrias o productos.

- Ciertamente uno de los aspectos teóricos muy mencionados en el trabajo fue el “medio ambiente/cambio climático” debido al contexto actual muy variante e impredecible y al tipo de cultivo, delicado y sensible. Los modelos ecosistémicos

son vitales para este cultivo por lo que dichos factores necesitan ser monitoreados constantemente si se desea continuar con la producción de espárragos a largo plazo de manera sostenida. No se pueden dejar de lado esos factores, motivo por el cual en base al modelo y coeficiente obtenidos, estos proporcionan un panorama sombrío para la producción de espárragos en Ica, condicionado a que si las variables ecosistémicas no tienen un control constante y no mantiene su calidad y continuidad. Motivo por el cual hace indispensable el desarrollo tecnológico en las mismas así como el respaldo legal a través de los municipios y regiones para la protección de recursos, principalmente el agua.

- Si las variables ecosistémicas continúan sin ser tomadas en cuenta y sobre-explotadas (tragedia de los comunes) el impacto que esto generará en la agricultura es amplio, pero aún mayor en la de espárragos, que al ser un cultivo principal en Ica y tener un efecto directo en la PEA provocará desempleo en consecuencia los ingresos familiares disminuyen y miembros de la familia que antes no trabajaban se ven forzados a hacerlos lo que acarrea en aceptar ser sub-empleados o empleos informales, a nivel de Región se reduce el volumen de exportaciones y en conjunto todo ello causa menor crecimiento y competitividad. Por tanto como ha quedado demostrado en el modelo que el impacto de la producción de espárragos es alto en la PEA agrícola de Ica es momento de cambiar las formas de cultivo tradicional implementar tecnología para elevar la productividad y lograr que este cultivo sea sostenible en el largo plazo.

3.4. Recomendaciones

- En este presente trabajo de investigación se recomienda incorporar una tercera serie relacionada a la productividad agrícola, con el fin de poder enriquecer el análisis de cointegración y el modelo VEC.

- Para el caso de los datos hidrológicos las instituciones encargadas de la obtención no están divididas de manera regional o departamental sino por cuencas y el número de las mismas por lo que ciertas regiones pueden estar unidas a una misma autoridad nacional, en vista de ello se recomienda evaluar o generar un método para poder separar estos datos de acuerdo a las regiones o espacio de interés del investigador.

- Para acelerar los efectos de la producción en la PEA de Ica se recomienda incorporar mayor tecnología en el proceso productivo; a su vez, capacitar el capital humano para volverlo más eficiente de tal forma que se logre mayor eficiencia en el uso de recursos. Por otro lado, al pertenecer en mayor medida la mano de obra a sectores socio-económicos C-D se tendría que aplicar políticas públicas laborales activas hacia estos para que durante los periodos de baja oferta y alta demanda en el mercado laboral agrícola se utilice ese tiempo para seguir manteniendo el nivel de ingreso familiar. En otras palabras, tratar de diversificar la cartera de productos en torno al mismo sector u orientarlo a otro que también tenga potencial, como el de turismo ha venido incrementando su porcentaje respecto al PBI de Ica en los últimos cinco años.

- Por otro lado como se mencionó una debilidad de este sector es el alto desempleo estacional, pero una fortaleza es que cuando se produce la oferta de trabajo esta es muy alta y es fuente principal para las familias de NSE C-D, además la agricultura es un sector sostenible que contribuye al medio ambiente, por lo cual si lo comparamos con otros sectores de producción altamente contaminantes, el agro es una mejor opción que además de cumplir con los ODS tendría externalidades positivas tanto el PBI, ingreso de las familias y medio ambiente. En base a ello hacer que las familias no solo sean dependientes sino agentes económicos activos del sector implica que ellos esté en producción constante con ingresos estables, se tiene un aspecto a favor la amplia disponibilidad de tierras. pero no se cuenta con el nivel de capacitación necesario para que se convierta en ventaja competitiva y los retornos sean altos y no menores, o que tengan alta variabilidad por temas hidrológicos o de fenómenos naturales motivo por el cual sería recomendable la implementación de un programa para agricultores ya iniciados en este sector, los que recién están iniciando y los que desean ingresar. dicho programa tendría que contar con aspectos claves como la capacitación del agricultor en cuanto a las técnicas de cultivo, que como se mencionó antes implica mucho la utilización de tecnologías para cubrir las deficiencias ambientales, la especialización en otros productos de alta demanda en el mercado internacional, y la cosecha y siembra de productos de acuerdo a los calendarios climatológicos, todo ello acompañado de una enseñanza proactiva de los precios de chacra y precios de mercado para evitar

que sea el productor que al final se queda con las más bajas ganancias dentro del sistema productivo.

- Además, se recomienda que las entidades pertinentes de llevar a cabo el registro de las cuencas hidrográficas y los calendarios climatólogos tengan una mejor actualización de sus datos, puesto que muchos de ellos están hasta el 2014. A nivel de región se cuentan con datos pero que en la mayoría de casos no están digitalizados.
- Finalmente, el gobierno debe de poner más énfasis en políticas agrícolas con un enfoque más tecnológico, poniendo como ejemplo el caso de Israel, para que de esta forma se pueda mejorar la productividad en el sector agrícola y a su vez, repotenciar la producción y exportación de forma eficiente.

MATRIZ DE CONSISTENCIA:

	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
GENERAL	¿Cuál es la relación que tiene la PEA agrícola sobre la producción de espárragos de la Región Ica desde los años 2007 al 2018?	Determinar si existió una relación de largo plazo significativa entre las variables de producción agrícola del espárrago y la PEA de la Región Ica durante los años 2007 al 2018	En base a una relaci significativa del espárra periodo 200
ESPECÍFICO	¿Cuál fue el coeficiente de velocidad de ajuste de la producción de espárrago en Ica para el periodo 2007-2018?	Calcular el coeficiente de velocidad de ajuste de la producción agrícola del espárrago durante los años 2007 al 2018.	**Hipótesis Nu** ajuste de la P periodo 2007 **Hipótesis** A velocidad de negativo para
	¿Cuál fue el coeficiente de velocidad de ajuste de la PEA de Ica para el periodo 2007-2018?	Calcular el coeficiente de velocidad de ajuste de la PEA de Ica durante los años 2007 al 2018	**Hipótesis Nu** ajuste de la región de Ica 2007-2018. **Hipótesis** A velocidad d espárragos para el perio

REFERENCIAS

Autoridad Nacional del Agua (s.f.). La Gestión del Agua por Cuencas. Recuperado de https://www.mpfn.gob.pe/escuela/contenido/actividades/docs/3351_gestion_del_agua_por_cuencas_17_09_14_ing_antero_segundo_peralta_herrera.pdf

Autoridad Nacional del Agua (2013). Situación de los Acuíferos Ica, Villacurí y Lanchas. Recuperado de http://www2.congreso.gob.pe/sicr/comisiones/2012/com2012ciencia.nsf/0/1187fd07847ff5bc05257b5f00779859/$FILE/07_Situacion_Acuiferos_Ica.pdf

Byerlee, D., De Janvry, A., & Sadoulet, E. (2009). Agriculture for development: Toward a new paradigm. *Annu. Rev. Resour. Econ.*, *1*(1), 15-31.

Cervantes-Godoy, D., & Dewbre, J. (2010). Economic importance of agriculture for poverty reduction. Recuperado de https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5kmmv9s20944-en.pdf?expires=1573661317&id=id&accname=guest&checksum=A722AAB5D22579E85C3CDF09171B7766

Clima, Agro y Transferencia del Riego (2017). Los sectores agrícolas y pecuarios en el Perú. Recuperado de http://www.agroyriesgo.pe/informacion/cifras-y-datos/los-sectores-agricola-y-pecuario-en-el-peru/

Thomson, A. (2004). Agriculture, growth and poverty reduction. *Departement for Internasional Development Working Paper*.

Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.

Galindo, L. M., Alatorre Bremont, J. E., & Reyes Martínez, O. (2015). Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *El trimestre económico*, *82*(327), 489-519.

Gestión Social del Agua y del Ambiente (2016).Estudio de caso: Plan de gestión del acuífero de Ica y el proceso de formalización - regularización de pozos. Recuperado de http://cooperaccion.org.pe/wp-content/uploads/2018/02/Estudio2PlanAcuiferos.pdf

Gobierno Regional de Ica (2013). Plan operativo Institucional. Recuperado de http://www.peru.gob.pe/docs/PLANES/13990/PLAN_13990_Plan_Operativo_Institucional_2013_2013.pdf

Gobierno Regional de Ica (2017). Plan Estratégico Institucional 2018-2020. Recuperado de http://dreica.gob.pe/pdf/PLAN-ESTRATEGICO-INSTITUCIONAL-2018-2020.pdf

Gómez, R., & Flores, F. (2015). Agricultura y servicios ecosistémicos: el caso del espárrago en Ica. *Apuntes*, *42*(77), 09-55.

Gujarati, D., & Porter, D. (2010). Econometría (5ta. edición ed.). *México DF: Mc Graw Hill*.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018). Perú: Evolución de los indicadores de empleo e ingresos por Departamento, 2007-2017. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1537/libro.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). PBI de los departamentos según Actividad Económica- ICA. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/pbi-de-los-departamentos-segun-actividades-economicas-9110/

Instituto Peruano de Economía (2017). Índice de Competitividad Regional INCORE 2017. Recuperado de http://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2018/01/IPE-2017-%C3%8Dndice-de-Competitividad-Regional-INCORE.pdf

Instituto Nacional de Defensa Civil (2017). Boletín estadístico virtual de la gestión reactiva. Recuperado de https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201708091706381.pdf

Johansen, S., & Juselius, K. (1990). Maximum likelihood estimation and inference on cointegration—with applications to the demand for money. *Oxford Bulletin of Economics and statistics*, *52*(2), 169-210.

Larios, J. F., González-Taranco, C., & Álvarez, V. (2016). Investigación en economía y negocios: Metodología con aplicaciones en E-Views. *Recuperado de: http://repositorio. usil. edu. pe/handle/USIL/2527*.

Galindo, L. M., Alatorre Bremont, J. E., & Reyes Martínez, O. (2015). Adaptación al cambio climático a través de la elección de cultivos en Perú. *El trimestre económico*, *82*(327), 489-519.

Ministerio de Agricultura y Riego (s.f.). Producción Regional: Principales Departamentos Productores. Recuperado de http://minagri.gob.pe/portal/objetivos/28-sector-agrario/esparragos/236-produccion?start=3

Moretti, M. (2009). El modelo de crecimiento de Solow. *Portal de Promoción y Difusión Pública del Conocimiento Académico y Científico.* Recuperado de http://nulan.mdp.edu.ar/1854/1/01466.pdf

Muñoz Nájar Gonzales, M., & Villena Cardich, M. V. (2015). El impacto del clima sobre el ingreso neto de los agricultores en el Perú: enfoque ricardiano.

Muñoz, I. (2016). Agroexportación y sobrexplotación del acuífero de Ica en Perú. *Anthropologica*, *34*(37), 115-138.

Postigo, J. (2014). Encarando el cambio climático en el Perú: Las opciones de política. *Debate Agrario*, (46), 1.

Progressio (2010), Gota a Gota: Entendiendo el impacto de la huella hídrica del Reino Unido a través de un estudio de caso de los espárragos peruanos. Recuperado de http://www.redge.org.pe/sites/default/files/CEPESPROGRESSIO%20%20Gota-a-gota_resumen-ejecutivo.pdf

Sadoff, C., Kemper, K., & Grey, D. (2006). Calming Global Waters: managing a finite resource in a growing world. *Global issues for global citizens: an introduction to key development challenges. V. Bhargava, World Bank, Washington DC*, 265-284.

Sistema Nacional de Información Ambiental (2019). Indicadores Ambientales. Recuperado de https://sinia.minam.gob.pe/indicador/931

Vargas, B. (2014). La Función de producción COBB-DOUGLAS. Fides et Ratio-Revista de Difusión cultural y científica de la Universidad La Salle en Bolivia.

Wen, L. (2010). Empirical Study on the Impact of Rural Labor Force Flow on the Price of Agricultural Products-A Method Based on VEC Model. *Asian Agricultural Research*, *2*(1812-2016-143619), 25-29.

Zegarra, E. (2014). *Economía del agua: conceptos y aplicaciones para una mejor gestión*. Lima.

ANEXOS

Anexo 1: Análisis Descriptivo de cada Variable en su Nivel

	PEA_ICA	PBI	AGUA	PROD_ESP	SUPER_ESP	TEMP
Mean	93.75985	124.0854	9.317099	29.68889	13323.15	17.91588
Median	92.42095	108.3768	5.495	28.81894	13468.45	18.26

Maximum	140.9521	245.3631	58.17	50.18854	14092.2	23.73
Minimum	62.1663	72.32918	0.037	14.7205	11987.1	-8.5725
Std. Dev.	18.08446	42.12297	12.29909	7.123734	807.733	4.210755
Skewness	0.426196	0.965756	1.7958	0.719354	-0.597743	-2.530787
Kurtosis	2.644396	2.809773	5.705368	3.352744	1.760192	14.17393
Jarque-Bera	5.047083	22.28764	119.6267	12.98301	17.55065	890.3184
Probability	0.080175	0.000014	0	0.001516	0.000154	0
Sum	1.33E+04	17620.13	1323.028	4215.822	1891887	2544.056
Sum Sq. Dev.	4.61E+04	250182.6	21328.73	7155.409	91992987	2499.994
Observations	142	142	142	142	142	142

Anexo 2: Análisis descriptivo de las Variables Modificadas

	LPEA_ICA	LPROD_ESP
Mean	4.524249	3.363897
Median	4.528007	3.363165
Maximum	4.94842	3.915787
Minimum	4.129813	2.689241
Std. Dev.	0.19133	0.23587
Skewness	0.024072	0.062806
Kurtosis	2.33665	2.941302
Jarque-Bera	2.598809	0.112942
Probability	0.272694	0.945094

Anexo 3: Test de Causalidad de Granger

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.

LPROD_ESP does not Granger Cause LPEA_ICA	140	12.4941	1.00E-05
LPEA_ICA does not Granger Cause LPROD_ESP		15.3704	1.00E-06

Anexo 4: Test Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.515196	0.127333	-4.046056	0.0001
C(2)	0.271275	0.12707	2.134849	0.0348
C(3)	-0.069251	0.123724	-0.559722	0.5767
C(4)	0.011935	0.118345	0.100849	0.9198
C(5)	-0.258246	0.106166	-2.43247	0.0165
C(6)	-0.024022	0.104303	-0.230315	0.8182
C(7)	0.053084	0.090822	0.584489	0.56
C(8)	0.060666	0.08962	0.676929	0.4998
C(9)	-0.220726	0.168681	-1.308536	0.1932
C(10)	0.396503	0.139935	2.83349	0.0054
C(11)	0.19656	0.142603	1.378371	0.1707
C(12)	-0.192556	0.139205	-1.383254	0.1692
C(13)	0.176677	0.132742	1.330984	0.1857
C(14)	-0.445729	0.120134	-3.710272	0.0003
C(15)	-0.46041	0.157172	-2.929344	0.0041

Anexo 5: Wald Test

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	19.88193	(7, 119)	0.000
Chi-square	139.1735	7	0.000

Anexo 6: Test Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(16)	0.065157	0.067477	0.965623	0.3362
C(17)	0.066001	0.067338	0.980149	0.329
C(18)	0.138879	0.065564	2.118207	0.0362
C(19)	0.058678	0.062714	0.935647	0.3513
C(20)	0.118802	0.05626	2.111666	0.0368
C(21)	-0.014448	0.055273	-0.261401	0.7942
C(22)	-0.079745	0.048129	-1.656915	0.1002
C(23)	0.011796	0.047492	0.248381	0.8043
C(24)	-0.279274	0.089388	-3.12427	0.0022
C(25)	-0.165933	0.074155	-2.237661	0.0271
C(26)	-0.137018	0.075569	-1.813154	0.0723
C(27)	-0.018479	0.073768	-0.250496	0.8026
C(28)	-0.208031	0.070343	-2.957372	0.0037
C(29)	-0.606153	0.063662	-9.521441	0
C(30)	-0.330524	0.083289	-3.968392	0.0001

Anexo 7: Wald Test

Test Statistic	Value	df	Probability
F-statistic	6.671123	(7, 119)	0.0000
Chi-square	46.69786	7	0.0000

Anexo 8: Test de Normalidad de Errores del Modelo VEC

Anexo 8.1: Test de Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.30058	2.017785	1	0.1555
2	0.032599	0.023733	1	0.8776
Joint		2.041519	2	0.3603
Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.95922	0.009285	1	0.9232
2	4.098819	6.741333	1	0.0094
Joint		6.750619	2	0.0342
Component	Jarque-Bera	df	Prob.	
1	2.02707	2	0.3629	
2	6.765067	2	0.034	
Joint	8.792137	4	0.0665	

Anexo 8.2: Test de Orthogonalization: Residual Correlation (Doornik-Hansen)

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.31481	2.342303	1	0.1259
2	0.010578	0.002754	1	0.9582
Joint		2.345057	2	0.3096
Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.948507	0.117451	1	0.7318
2	4.065045	8.341318	1	0.0039
Joint		8.458769	2	0.0146
Component	Jarque-Bera	df	Prob.	
1	2.459754	2	0.2923	
2	8.344072	2	0.0154	
Joint	10.80383	4	0.0289	

Anexo 8.3: Test de Orthogonalization: Residual Covariance (Urzua)

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	-0.310748	2.254999	1	0.1332
2	0.01757	0.007209	1	0.9323
Joint		2.262208	2	0.3227
Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	2.952158	0.000072	1	0.9932
2	4.076709	7.844616	1	0.0051
Joint		7.844688	2	0.0198

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	2.255071	2	0.3238
2	7.851824	2	0.0197
Joint	13.53998	9	0.1397

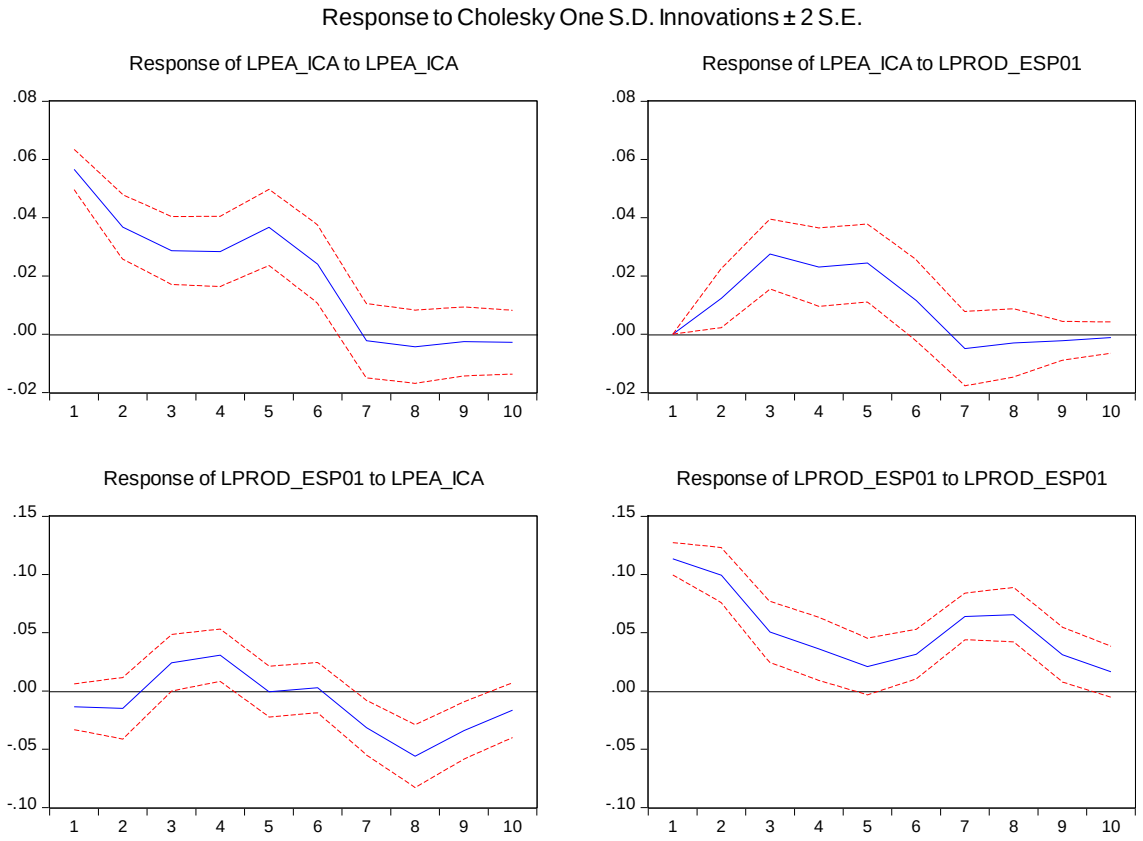
Anexo 9: Test de Heterocedasticidad de los Errores del VEC

Joint test:					
Chi-sq	df	Prob.			
107.0544	90	0.1061			
Individual components:					
Dependent	R-squared	F(30,103)	Prob.	Chi-sq(30)	Prob.
res1*res1	0.229381	1.021958	0.4492	30.73702	0.4284
res2*res2	0.277834	1.32088	0.1535	37.22969	0.1705
res2*res1	0.285434	1.371451	0.1239	38.24821	0.1435

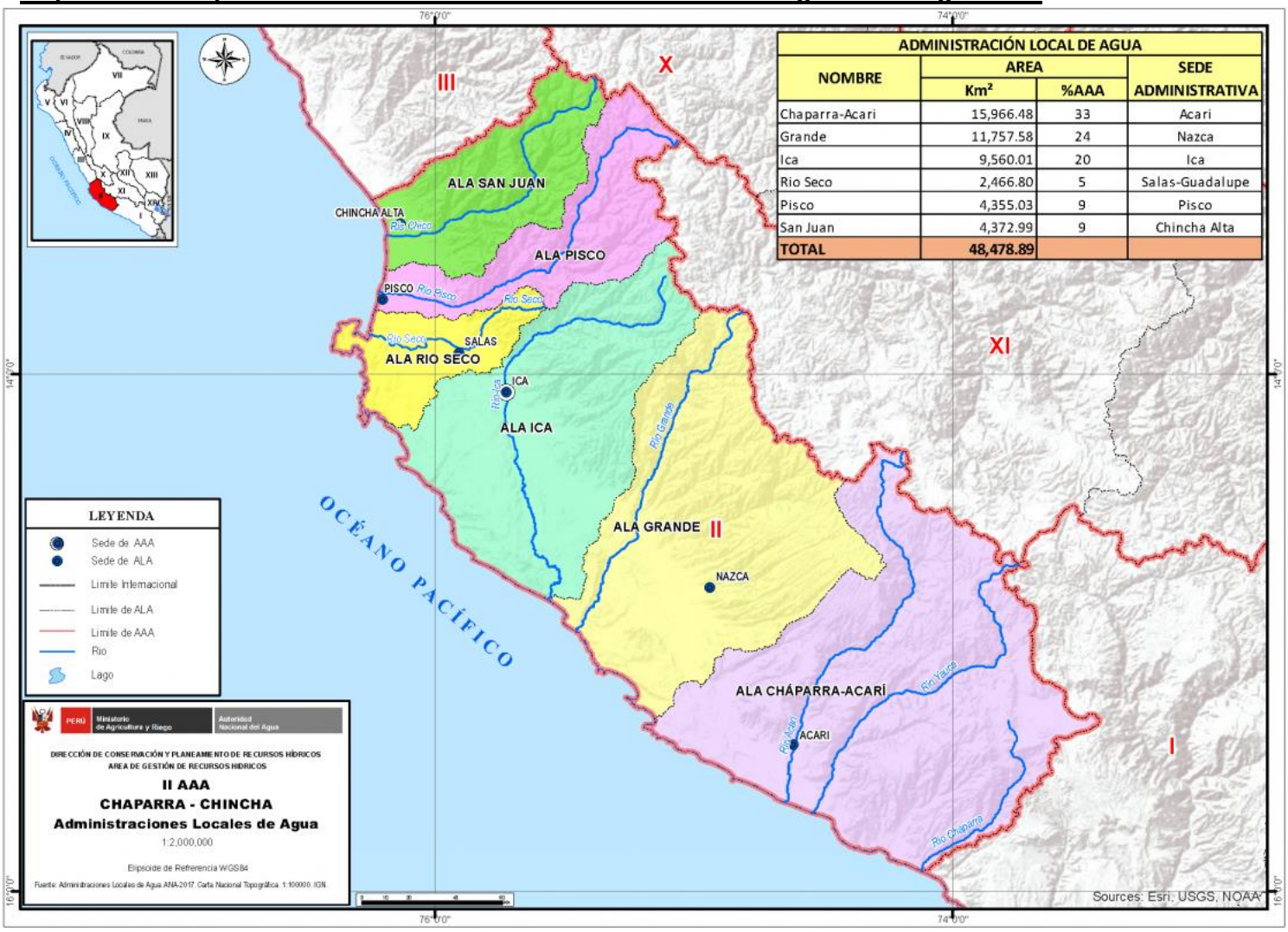
Anexo 10: Test de Serial Correlation LM de los Residuales del VEC

Lags	LM-Stat	Prob
1	12.99792	0.0113
2	18.63935	0.0009
3	24.12178	0.0001
4	11.11758	0.0253
5	10.32711	0.0353
6	40.94327	0
7	2.883929	0.5774
8	8.516623	0.0744
9	2.371627	0.6678
10	4.307813	0.3659

Anexo 11 : Test de Impulso Respuesta


Response to Cholesky One S.D. Innovations ± 2 S.E.
Response of LPEA_ICA to LPEA_ICA
Response of LPEA_ICA to LPROD_ESP01
Response of LPROD_ESP01 to LPEA_ICA
Response of LPROD_ESP01 to LPROD_ESP01
.08
.06
.04
.02
.00
-.02
.15
.10
.05
.00
-.05
-.10
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Mapa Hídrico especificando los límites de la administración de agua de la región ICA



Fuente: AAA-ICA

Reserva Explotable (2009, 2013 - 2014)

Acuífero	Reserva explotable (hm^3/año)	Explotación (hm^3/año) 2009	Explotación (hm^3/año) 2013 - 2014	Sobre explotación (hm^3/año) 2009	Sobre explotación (hm^3/año) 2013 - 2014
Ica	189	335	220	-146	-31
Villacurí	63	228	188	-165	-125
Lanchas	17	42	53	-25	-36

Fuente: Perú. Autoridad Nacional del Agua. Plan de Gestión del Acuífero de Ica - Villacurí - Lanchas (2014)

Fuente: Peru. Autoridad Nacional del Agua. Plan de Gestion del Acuifero de Ica- Villacuri-Lanchas (2014)

Licencias de uso de agua subterránea (2009 - 2014)

Tipos de Pozos	Valle de Ica		Villacurí - Lanchas	
	2009	2014	2009	2014
Pozos Utilizados	867	1242	896	1487
Pozos con Licencia	249	275	202	216
Pozos sin Licencia	615	840	694	1271

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, DCPRH y AAA Chaparra Chincha.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua, DCPRH y AAA Chaparra Chincha

Tamaño de la unidad agropecuaria en la provincia de Ica y variación (1994 - 2012)

Tamaño	Propiedad media por productor en ha		Variación
	1994	2012	
Hasta 4,99 ha	1.23	0.89	-27.25
De 5 a 99,99 ha	13.51	14.49	7.28
De 100 a 499,99 ha	178.21	213.26	19.67
De 500 o más	1373.63	6152.55	347.90

Fuente: III y IV Cenagro. Elaboración propia

Fuente: III y IV Cenagro.

Elaboracion propia.

Nivel freático y vida útil de pozos de agua subterránea (2012).Acuífero del valle de Ica

Distrito	Pozos utilizados	Explotación (hm^3/año)	Áreas bajo riego (ha)	Desc. Napa freática (m/año)	Vida útil de los pozos (años)
Pueblo Nuevo	79	42.04	2100	1.84	5
Tate	8	2.88	140	1.07	9
Pachacutec	27	12.61	630	1.30	8
Parcona	19	6.4	320	1.30	8
Los Aquijes	68	38.83	1940	1.41	7
La Tinguiña	62	19.9	1000	1.04	10
Santiago	260	131.42	6570	1.75	6
Subtanjalla	45	17.38	870	0.6	17
Ica	101	29.43	1470	0.75	13
San Juan Bautista	41	11.23	560	0.78	13
San José de los Molinos	30	9.83	490	0.48	21
Salas Guadalupe	23	9.88	495	0.78	13
Rosario de Yauca	13	0.80	40	0.34	29
Ocucaje	88	2.36	115	0.31	32
	Acuífero de Pampas de Villacurí				
Salas Villacurí	464	228	12800	1.76	6
	Acuífero de Pampas de Lanchas				
Paracas	435	34	3800	0.9	11
Fuente: Perú. Autoridad Nacional del Agua. DCPRH					

Fuente: Perú. Autoridad Nacional del Agua. DCPRH

Número, porcentaje, IRHS de los pozos por distrito Valle Ica - Villacurí (2008 - 2009)

Años	1990			1995			2000			2011		
Cultivos	Área	Prod.	Precio	Área	Prod.	Precio	Área	Prod.	Precio	Área	Prod.	Precio
Alcachofa	0	0	0	0	0	0	20	841	0.79	2648	16590	1.37
Tomate	22	1,848	0.29	103	8654	0.50	650	54600	0.28	942	84023	0.66
Páprika	0	0	0	5	28	3.33	56	309	3.13	1339	8741	5.552
Palta	440	688	2.25	344	538	1.88	363	1207	1.16	2124	30829	2.3
Cebolla	0	0	0	34	297	0.18	142	12596	0.56	1901	116031	0.54
Vid	3,510	17,385	0.87	3062	18797	0.57	3340	17460	1.01	7300	133137	1.9
Algodón	18,047	29,394	1.74	11333	17264	1.79	10698	22307	1.47	24353	67028	4.39
Espárragos	411	3,168	0.81	2423	18057	0.37	4997	49292	1.87	12783	144420	2.64

Fuente: Agrolca - MINAG.

Fuente: AgroIca-MINAG