



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



**Región San Martín: trilogía (AAE) agua, agricultura, energía y
crecimiento económico, 2006 - 2015**

Tesis para optar el título profesional de Economista

AUTORES:

Gresi Osiris Pérez Grández

Silvia Roxana Del Aguila Isuiza

ASESOR

Econ. Edilberto Pezo Carmelo

Tarapoto - Perú

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS
ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



**Región San Martín: trilogía (AAE) agua, agricultura, energía y
crecimiento económico, 2006 - 2015**

AUTORES:

Gresi Osiris Pérez Grández

Silvia Roxana Del Aguila Isuiza

Sustentada y aprobada el día 27 de Junio del 2019, por los siguientes jurados:

Dra. Olga Maritza Requejo La Torre
Presidente

Econ. Mg. Juan Segundo Ríos Pérez
Secretario

Lic. Tur. Mtro. Jesús Rodríguez Sanchez
Vocal

Econ. Edilberto Pezo Carmelo
Asesor

Declaratoria de Autenticidad

Gresi Osiris Pérez Grández, con DNI N° 47400431 y **Silvia Roxana Del Aguila Isuiza**, con DNI N° 71851069 egresadas de la Facultad de Ciencias Económicas de la Escuela Profesional de Economía de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada **“Región San Martín: trilogía (AAE) agua, agricultura, energía y crecimiento económico, 2006 - 2015”**.

Declaramos bajo juramento que:


1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Tarapoto, 27 de Junio del 2019.


.....
Gresi Osiris Pérez Grández
DNI N° 47400431




.....
Silvia Roxana Del Aguila Isuiza
DNI N° 71851069



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres: Pérez Grandez Gresi Osiris	
Código de alumno : 108418	Teléfono: 932 969780
Correo electrónico : gresi_1991@hotmail.com	DNI: 47400431

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de: Ciencias Económicas
Escuela Profesional de: Economía

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajo de investigación	<input type="checkbox"/>
Trabajo de suficiencia profesional	<input type="checkbox"/>		

4. Datos de trabajo de investigación

Título: Región San Martín : trilogía (AAE) agua , agricultura, energía y crecimiento económico, 2006-2015
Año de publicación: 2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	<input checked="" type="checkbox"/>	Embargo	<input type="checkbox"/>
Acceso restringido **	<input type="checkbox"/>		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

01 / 08 / 2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Del Aguila Izuiza Silvia Roxana	
Código de alumno :	108437	Teléfono: 916652773
Correo electrónico :	amor_06-7@hotmail.com	DNI: 71851069

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ciencias Económicas
Escuela Profesional de:	Economía

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos de trabajo de investigación

Título:	Region San Martín : Trilogía (AAE) agua, agricultura, energía y crecimiento económico, 2006-2015
Año de publicación:	2019

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indiquen el sustento correspondiente:

6. Originalidad del archivo digital

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el Título Profesional o Grado Académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el Inciso 12.2, del Artículo 12° del Reglamento Nacional de Trabajos de Investigaciones para optar Grados Académicos y Títulos Profesionales –RENATI “**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**”.



.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM-T.

Fecha de recepción del documento:

01 / 08 / 2019



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM-T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

****Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

Dedicatoria

A Dios por habernos dado la vida y permitirnos haber llegado hasta este momento tan importante de nuestra formación profesional.

A mis padres Zenón y Tomasa y a mi esposo Juan Pablo por ser la razón de mi vida, por el apoyo y motivación incondicional en cada momento de mi formación moral, espiritual y académica.

A mis padres Americo y Alicia por haber confiado en mí y haberme brindado su apoyo incondicional necesarias para conseguir mis metas.

Los Autores

Agradecimiento

Agradecer a Dios, por bendecirnos, ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por hacer realidad este sueño anhelado.

Expresar nuestro sincero agradecimiento a nuestros docentes de la escuela profesional de Economía de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, sobre todo a nuestro asesor, Econ. Edilberto Pezo Carmelo, por su dedicación, su conocimiento, su experiencia, su paciencia y su motivación durante la realización de la tesis, “Region San Martín: trilogía (aae) agua, agricultura, energía y crecimiento económico, 2006-2015”

Finalmente el agradecimiento especial a nuestras familias por el apoyo económico y moral para la realización del presente proyecto.

Los Autores

Índice general

Dedicatoria	vi
Agradecimiento	vii
Índice general	viii
Índice de tablas	x
Índice de figuras.....	xi
Listado de siglas o abreviaturas	xiii
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
Introducción	1
CAPÍTULO I: REVISION BIBLIOGRÁFICA	3
1.1. Fundamento teórico científico.....	3
1.1.1 Antecedentes de la investigación	3
1.1.2 Bases teóricas	6
1.1.2.1 La huella hídrica.....	6
1.1.2.2 La productividad agrícola	9
1.1.2.3 Suministro energético.....	10
1.1.2.4 El crecimiento económico.....	11
1.1.2.5 Modelo de relación entre la trilogía agua, agricultura y energía (AAE) y el crecimiento económico.	13
1.2. Definición de términos básicos	14
CAPÍTULO II: MATERIAL Y METODOS	17
2.1 Objetivos.....	17
2.1.2 Objetivo general.....	17
2.1.3 Objetivos específicos.....	17
2.2 Hipótesis	17
2.2.1 Hipótesis general.....	17
2.2.2 Hipótesis específicas	17
2.3 Sistema de variables	18
2.4 Operacionalización de las Variables.....	19
2.5 Tipo y nivel de investigación	20

2.6	Diseño de investigación	20
2.7	Población y muestra	20
2.8	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
2.9	Técnicas de procesamientos y análisis de datos	21
2.10	Materiales y métodos.....	21
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		22
3.1	Resultados.....	22
3.2	Discusión	50
CONCLUSIONES.....		53
RECOMENDACIONES		54
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		55
ANEXOS		58
Anexo A: Matriz de consistencia.....		59
Anexo B: Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria/2006 - 2008		61
Anexo C: Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria/2009 - 2011		62
Anexo D: Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria/2012 - 2014		63
Anexo E: Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria/2015		64
Anexo F: Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria y agua potable.....		65
Anexo G: Cálculo de la huella hídrica por producción energética.....		66

Índice de tablas

Tabla 1	Operacionalización de las Variables.....	19
Tabla 2	Productos con mayor huella hídrica	23
Tabla 3	Proyectos hidroenergéticos de la región San Martín	32
Tabla 4	Producción energética global de la región San Martín	35
Tabla 5	PBI y la trilogía agua, agricultura y energía de la región San Martín	37
Tabla 6:	Estadísticos de tendencia central y de dispersión de cada variable de estudio	47
Tabla 7	Matriz de correlaciones	48
Tabla 8	Parámetros para la ecuación a obtener	49

Índice de figuras

Figura 1	Variación del PBI de la región San Martín	22
Figura 2	Variación de la huella hídrica del arroz, la yuca, el plátano y cacao	24
Figura 3	Variación de la huella hídrica del maíz amarillo y el café	25
Figura 4	Variación de la huella hídrica agropecuaria en la región San Martín	25
Figura 5	Variación de la huella hídrica de producción de agua potable en la región	26
Figura 6	Variación global de la huella hídrica agropecuaria	27
Figura 7	Producción agropecuaria de la región San Martín por año	28
Figura 8	Variación de la producción agropecuaria de la región San Martín	29
Figura 9	Variación de la producción agropecuaria de la región San Martín	30
Figura 10	Variación del PBI agropecuario de la región San Martín	31
Figura 11	Producción de energía eléctrica por tipo de generación de la región	33
Figura 12	Generación hidroenergética periodo 2006 – 2015.....	33
Figura 13	Generación térmica periodo 2006 – 2015.....	34
Figura 14	Huella hídrica de la producción de hidroenergía y térmica.....	36
Figura 15	PBI y PBI agropecuario de la región San Martín.....	38
Figura 16	Huella hídrica de producción energética, agropecuaria y agua potable.....	38
Figura 17	Prueba de normalidad del PBI de San Martín.....	39
Figura 18	Prueba de normalidad de la hh de la producción de agua potable y agropecuaria.....	40
Figura 19	Prueba de normalidad del PBI agrícola de San Martín.....	41
Figura 20	Prueba de normalidad de la hh de producción energética por hidroeléctrica y Térmica.....	42
Figura 21	Diagrama de dispersión del PBI región San Martín y la hh de la producción de agua potable y agropecuaria	43
Figura 22	Diagrama de dispersión del PBI región San Martín y el PBI agrícola de San Martín.....	44
Figura 23	Diagrama de dispersión del PBI región San Martín y hh de Producción energética por hidroeléctrica y térmica	45

Figura 24	Diagrama de dispersión del PBI región San Martín y hh de Producción energética por hidroeléctrica y térmica	46
-----------	---	----

Listado de siglas o abreviaturas

AAE:	Agua, Agricultura y Energía
LAC:	América Latina y el Caribe
PBI:	Producto Bruto Interno
CO₂:	Dióxido de carbono
UNESCO:	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y la Cultura
WFN:	Organización encargada de difundir la huella hídrica
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática
MINAGRI:	Ministerio de Agricultura y Riego
MCO:	Mínimos cuadrados ordinarios
BCRP:	Banco Central de Reserva del Perú
SEIN:	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
GWh:	Gigawatt-hora
hm³:	Hectómetro cúbico
m³:	Metro cúbico
tm:	Tonelada métrica
ONU:	Organización de las Naciones Unidas
WFN:	Red de Huella Hídrica
PEA:	Población Económicamente Activa
MCO:	Mínimos cuadrados ordinarios
DREM:	Dirección Regional de Energía y Minas
DRASAM:	Dirección de Agricultura San Martín

Resumen

En la región San Martín existe problemas en relación al recurso hídrico, reafirmando la necesidad de orientar acciones hacia su gestión integral, las que deben responder a las condiciones reales del territorio y a la resolución de los problemas del cambio climático.

El objetivo de la presente investigación es verificar mediante el calculo econométrico (MCO) que la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía tiene relación con el crecimiento económico observado en la región San Martín durante el periodo 2006-2015. La misma que se logró a través del tipo de investigación básica, bajo el diseño de investigación no experimental-correlacional.

Se utilizó la huella hídrica como indicador para la disponibilidad del recursos hídricos, la misma que permitirá cambiar las opiniones respecto a la escasez de agua vinculada a la seguridad alimentaria y energética en la región.

Se estableció un modelo econométrico lineal multiple permitiendo comparar la relación existente entre la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola, el suministro energético y el crecimiento económico en la región San Martín. Dicho análisis se realizó aplicando el método de mínimos cuadrados ordinarios.

La regresión realizada muestra que existe un coeficiente de determinación igual al **97.09%** mostrando que el crecimiento económico es explicado por la disponibilidad del Recurso hídrico, productividad agrícola y el suministro energético, existiendo además una relación fuerte entre dichas variables, pues se logra determinar un coeficiente de correlación del **0.98532** entre crecimiento económico y las demás variables.

Palabras clave: Crecimiento económico, Agua, Huella hídrica, Agricultura y Energía

Abstract

In the San Martín region there are problems in relation to the water resources, reaffirming the need to guide actions towards their integral management, which must respond to the real conditions of the territory and to the resolution of the problems of climate change.

The objective of this research is to verify through the econometric calculation (MCO) that the trilogy (AAE) water, agriculture and energy is related to the economic growth observed in the San Martín region during the period 2006-2015. The same was achieved through the type of research basic, with a level of explanatory research, under the design of non – experimental – correlational research.

The water footprint was used as an indicator for the availability of water resources, which will allow changing opinions regarding the scarcity of water linked to food and energy security in the region.

A multiple linear econometric model was established allowing to compare the existing relationship between the availability of water resources, agricultural productivity, energy supply and economic growth in the San Martín Region. This analysis was carried out applying the ordinary least squares method.

The regression analysis performed shows that there is a coefficient of determination equal to **97.09%** showing that economic growth is explained by the availability of water resources, agricultural productivity and energy supply, and there is also a strong relationship between these variables, since it is possible to determine a correlation coefficient of **0.98532** between economic growth and the other variables.

Keywords: Economic Growth, Water, Water Footprint, Agriculture and Energy



Introducción

Tensiones inducidas debidas a la rápida urbanización y el cambio climático están haciendo crecer la demanda en todos los usos del agua. Las ciudades de países en desarrollo deberán satisfacer la demanda de 70 millones de personas más cada año durante los próximos 20 años. Para 2030 se necesitará un 45 % más de agua sólo para satisfacer nuestras necesidades alimentarias. Además, más de 1300 millones de personas siguen sin tener acceso a la electricidad en todo el mundo y el cierre de la brecha de energía tiene consecuencias sobre el agua, usada para la extracción de combustible, como agua de refrigeración, o como fuente de la energía hidroeléctrica. (GWP e INBO, 2009, pág. 5)

La realidad socioeconómica de la región San Martín no está fuera de la realidad que muestra el proceso del cambio climático antes mencionado, por el contrario son múltiples y diversos los hechos que se manifiestan, con respecto a los cambios del clima que afectará el acceso futuro a agua potable, así como a agua para saneamiento, riego, agricultura, generación de energía hidroeléctrica y la posterior repercusión en la calidad de vida de los habitantes de la región.

Si bien es cierto, existen múltiples opiniones y escritos relacionados con el agua, agricultura y energía, pero poco se trata de entender la relación de estos recursos. Estas interrelaciones presentan sinergias obvias, por ejemplo, el uso de agua para generar energía hidroeléctrica, pero también competencias entre diferentes intereses y objetivos sectoriales, por ejemplo el uso de agua para la producción de productos alimenticios y biocombustible para energía. (GWP e INBO, 2009, pág. 7)

La trilogía (AAE) agua, agricultura y energía son elementos que suelen ser entendidos y tratados de forma aislada, sin embargo su relación ayuda a visibilizar y mejorar nuestro entendimiento sobre estas complejas variables, generando incognita su relación con el crecimiento económico.

Por tal motivo se realizó el presente estudio de investigación, donde se planteó como problema Si existe relación entre la Trilogía agua, agricultura, energía (AAE) con el crecimiento económico de la región San Martín observado durante el periodo 2006-2015.

Del mismo modo se planteó como objetivo general demostrar mediante el cálculo econométrico (MCO) que la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía tiene relación con el crecimiento económico observado en la región San Martín durante el periodo 2006-2015, con la finalidad de promover el uso eficiente de los recursos. Además se consideró como objetivos específicos: verificar el nivel de producción agrícola, el nivel de

disponibilidad del recurso agua, el nivel de producción energética y el nivel de crecimiento económico de la región San Martín periodo 2006-2015.

Enfocados en responder a la problemática de la investigación antes mencionado, se planteó la hipótesis siguiente: la trilogía agua, agricultura y energía (AAE) está directamente relacionado con el crecimiento económico de la región San Martín observado durante el periodo 2006-2015.

En tal sentido, el estudio de la trilogía agua, agricultura y energía (AAE), es de gran importancia debido a que se realiza un análisis conjunto entre dichas variables (agua, agricultura y energía), mejorando de esta manera su entendimiento y su importancia de realizar una buena gestión de estos recursos que son factores claves para el crecimiento de la región y país.

Sobre la metodología, se desarrolló una investigación básica, por permitir poner a prueba estadística las hipótesis derivadas de un modelo teórico, el nivel de investigación previsto es explicativa, pues se verificó la hipótesis de causa efecto planteado, buscando explicar los fenómenos sociales y económicos que contribuyen a la existencia de una relación directa entre la trilogía agua, agricultura, energía (AAE) y el crecimiento económico. El diseño es no experimental o ex post –factum-correlacional, siendo el propósito establecer el grado de relación o correlación entre la variable dependiente y las variables independientes. Además se estableció un modelo econométrico lineal múltiple a través del método de cuadrados mínimos ordinarios. Donde se logró obtener un coeficiente de determinación igual al 97.09 % y un coeficiente de correlación del 0.98532 mostrando que el crecimiento económico es explicado por la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola y suministro energético, existiendo una relación fuerte entre dichas variables.

El desarrollo de la investigación involucró la revisión bibliográfica en el capítulo I, donde se desarrolló una revisión del fundamento teórico científico que sustenta el trabajo y su respectiva definición de los términos básicos.

El capítulo II, muestra los métodos de investigación, nivel y diseños utilizados, la hipótesis y el sistema de variables con su respectiva operacionalización.

El capítulo III, corresponde a los resultados y discusión, obtenidos, a través de las técnicas de recolección de datos utilizados.

Finalmente se llegó a conclusiones y recomendaciones; aquí se finalizó la investigación donde se exponen las conclusiones a las que se llegaron en la investigación y recomendaciones en cuanto a los resultados obtenidos.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Fundamento teórico científico

Las bases teóricas son aquellos que los autores consideran como aspecto principal doctrinario normativo, sobre la cual se considera como la base fundamental para el desarrollo de nuestra investigación, estas teorías específicas se detallan a continuación:

1.1.1 Antecedentes de la investigación

En lo referente a otros estudios de investigación a nivel internacional y nacional se consideraron los siguientes:

A nivel internacional

Miralles (2014) describe la intensa relación trinómica agua, alimentos y energía en América Latina y el Caribe. Concluye que la planificación integrada de los recursos al trinomio AAE genera impacto positivo con el crecimiento económico sostenible en la región de América Latina y el Caribe (LAC), por lo que su estudio debe ser de manera conjunta. Ya que señala lo siguiente:

- El agua es necesaria para la producción de alimentos: el 90% de las tierras agrícolas de la región son de regado pluvial. En unos Andes con una oferta limitada de agua, existe agua suficiente para producir una dieta de 3.000 kcal, siendo de la misma, productos de origen animal en un 20%. Pero el cambio de los patrones de precipitación y la creciente demanda de alimentos están aumentando las necesidades de riego. Esto combinado con la urbanización, está haciendo aumentar la presión sobre los paisajes rurales y los suministros de agua.
- El agua es necesaria para la generación de energía: la energía hidroeléctrica suministra el 46% de la electricidad de la región, muy por encima del promedio mundial del 16%, pero sólo el 38% del potencial hidroeléctrico de la región se encuentra aprovechado. Además, para el cultivo y la producción de biocombustibles se requieren grandes cantidades de agua.
- La energía es necesaria para la producción de alimentos: este es el eslabón menos comprendido, pero la producción de alimentos, recolección, transporte, procesamiento, envasado, y comercialización utilizan recursos energéticos significativos.

- La energía es necesaria para el acceso a las fuentes de agua: la energía es necesaria para la desalación (que podría llegar a ser importante sobre todo en el Caribe), la distribución de agua y riego.
- La región de LAC es un exportador neto de agua: la huella hídrica (Hoekstra Mekonnen, 2011) varía ampliamente entre los países y existen intercambios de agua significativos dentro de la región. Por ejemplo, México es uno de los principales importadores de agua virtual en el mundo (91 Gm³/ año; Konar et al., 2011). Según Chapaign y Hoekstra (2004), la huella hídrica regional LAC es 1.136 m³/habitante/año. Para dar una idea de su variabilidad, las huellas hídricas por país de los siguientes países son: Argentina (1.404 m³/habitante/año), Brasil (1.381 m³/habitante/año), Ecuador (1.218 m³/habitante/ año), Perú (777 m³/habitante/ año), México (1.441 m³/habitante/ año), Honduras (778 m³/ habitante/año), Chile (803 m³/habitante/ año), Colombia (812 m³/ habitante/año) Venezuela (883 m³/habitante/año).

Olmeda (2006) se plantea como objetivo principal el análisis de la relación existente entre el agua y el crecimiento económico mediante un modelo econométrico tipo Cross-Country con datos de 143 países, siendo variable endógena el crecimiento medio del PBI y cuyas variables exógenas son: la inversión, el capital humano, la corrupción y la tasa de utilización de agua. Olmeda concluye lo siguiente.

- Existen multitud de estudios sobre los diferentes factores explicativos del crecimiento económico, sin embargo existen muy pocos que hayan utilizado los recursos hídricos. Las causas pueden ser bien la falta de información estadística del recurso dada su complejidad de medición, valoración, etc o bien su consideración de bien no económico al igual que el aire o la radiación solar.
- La repercusión de la escasez de agua en un territorio, como consecuencia de sus dotaciones físicas o derivado de su mala gestión, abarca varias perspectivas dados sus costes sociales, ambientales y económicos. En la parte empírica del estudio hemos considerado al agua como factor de producción y concretamente hemos analizado su relación con el crecimiento económico.
- La conclusión más significativa del modelo es que la variable “Tasa de utilización del agua”, como medida de la extracción o escasez relativa del recurso, resulta significativa al 95%, al igual que el resto de variables.

Feria (2016) se plantea como objetivo la relación existente entre el crecimiento económico y distintas variables energéticas. Feria concluye lo siguiente:

- La presente tesis dio nuevas evidencias de las relaciones entre el consumo energético, las emisiones de CO₂ y el PBI.
- Las relaciones son diferentes en los distintos periodos de tiempo, según el origen de la fuente de energía y según las fases de expansión y recesión.
- Se confirma la existencia de la energía y el crecimiento en Estados Unidos, pero señalando la necesidad de tener en cuenta que las relaciones a largo plazo entre las variables son cambiantes con el tiempo.

A nivel nacional

Banco Mundial (2017), describe que la agricultura no solo contribuye al crecimiento económico del país, sino a su diversificación productiva, generando empleos en mayor número y mejor calidad. Concluye lo siguiente.

- El valor agregado en la agricultura está creciendo a un buen ritmo, con un promedio de 3,3% al año en los últimos quince años.
- La agricultura comprende una parte importante del PBI alrededor del 11% cuando se consideran los vínculos progresivos y regresivos.
- Debido al crecimiento más rápido de otros sectores notablemente el de servicios en relación con la agricultura, la participación de este sector en la economía general ha disminuido, pero permanece siendo alto en comparación con otros países que se encuentran en etapas de desarrollo similares.
- La agricultura tiene una participación importante en el empleo: genera aproximadamente uno de cada cuatro puestos de trabajo en el país.
- La agricultura es la fuente principal de medios de subsistencia para muchos peruanos, entre los que se incluye una parte desproporcionada de peruanos pobres.
- La agricultura brinda un camino efectivo para salir de la pobreza, en el sentido de que el crecimiento proveniente de la agricultura tiene un impacto mayor en la reducción de la pobreza que el que se genera por otros sectores.
- El crecimiento agrícola ayuda a diversificar la economía y reduce la dependencia en industrias extractivas no renovables (petróleo, gas y minerales).
- En el futuro, la agricultura podría jugar un rol crítico en la mitigación del cambio climático, ayudando a controlar las emisiones de carbono.

1.1.2 Bases teóricas

Las bases teóricas son aquellos que consideramos como aspecto principal doctrinario normativo, sobre la cual se considera como la base fundamental para el desarrollo de nuestra investigación, por lo que nos hemos visto pertinente revisar las opiniones de los profesionales referentes a las variables de estudio.

1.1.2.1 La huella hídrica

Concepto

El concepto de huella hídrica fue usado por primera vez en el año 2002 por Arjen Hoekstra del Instituto para la Educación en Agua (UNESCO), citado por World Wildlife Fund Inc, (2013), y fue luego desarrollado por la universidad de Twente en los países bajos y por la Red de Huella Hídrica (WFN por sus siglas en inglés). El concepto de huella hídrica fue propuesto como un indicador alternativo a la medición de uso de agua, que a diferencia de las estadísticas tradicionales que sólo consideran el uso de agua de consumo, se refiere al volumen de agua usado para producir un producto, sumando los requerimientos a lo largo de la cadena de producción.

Huella hídrica de un producto agrícola

La huella hídrica de un cultivo está íntimamente ligada al lugar donde este se produce, es por ello que para calcular la huella hídrica de un cultivo se requiere conocer la altitud y las coordenadas geográficas del lugar donde se cultiva, así como dos series de datos; por un lado aquellos referidos a las condiciones meteorológicas del lugar donde se produce el cultivo (temperatura mínima y máxima, humedad relativa, velocidad del viento y precipitación, todas referidas a promedios mensuales). Por otro lado, es necesario contar con datos del propio cultivo: fechas de siembra y cosecha, volúmenes de producción anual y rendimiento promedio anual. La metodología propuesta por la WFN establece dos posibles escenarios, uno en base al crecimiento óptimo que supone el uso de agua de acuerdo a las necesidades propias del cultivo y la otra que se basa en datos reales de crecimiento, para lo cual además se deberá considerar datos de irrigación que, según el caso, pueden estar por encima o por debajo del requerimiento óptimo. (World Wildlife Fund Inc, 2013, pág. 13)

Huella hídrica en el Perú

La demanda hídrica nacional del Perú proviene de dos tipos de uso, consuntivo (agrícola, vivienda, industria y minería) y no consuntivo (energía y pesquería). Si bien los sectores productivos que más aportan al PBI nacional son la industria (15%), la minería e hidrocarburos (12%), comercio (11%), construcción (7%) y la agricultura (5%) (INEI, 2013), esto cambia significativamente cuando hablamos de uso del agua. En el Perú, como en la mayoría de los países del mundo, el sector agropecuario es el sector dominante en el uso del agua, generando el 90% de la huella hídrica de la producción nacional. (World Wildlife Fund Inc, 2013, pág. 16)

El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) ha clasificado la agricultura del país en cuatro tipos: producción de subsistencia, pequeños negocios rurales, producción comercial, agro-exportación y agricultura intensiva (MINAGRI, 2012). La agricultura rural es el sostén de aproximadamente el 30% de los hogares peruanos, en el ámbito rural esto significa 80% de los hogares rurales y en el ámbito urbano esta cifra se traduce en 10% de los hogares urbanos (Libélula, 2011), generando aproximadamente el 5,3% del PBI nacional. (INEI, 2013).

Por otro lado el sector pecuario aporta a estas cifras principalmente con la producción de aves, ganado vacuno, leche fresca, huevos y ganado porcino. En la mayoría de los países, el sector agropecuario es el sector dominante del uso del agua, y el Perú no es una excepción ya que aproximadamente el 90% de la huella hídrica nacional total de la producción se asocia con este sector, que comprende el uso de agua para la producción de cultivos y la crianza de ganado. (World Wildlife Fund Inc, 2013, pág. 17)

Rendón (2015) estudió la agricultura del valle de Ica en el periodo de 1950 al 2007 y midió los impactos ambientales, principalmente los relacionados con el uso de agua en la actividad agrícola, buscando encontrar el equilibrio entre el desarrollo económico generado por la agroexportación local y la gestión sostenible de los recursos naturales locales, en especial del agua.

Huella hídrica en la región San Martín

Existen múltiples opiniones y escritos relacionados con el agua, pero poco se trata de entender a este recursos en su doble dimensión de importancia, en su aspecto positivo y negativo; se puede evidenciar su contribución con el agro y la generación energética, al mismo tiempo que contribuye a la calidad de vida de la gente, pero es necesario resaltar que cambios en el crecimiento de la población, el rápido proceso de urbanización e

industrialización, la expansión de la agricultura, el turismo y el cambio climático, ejercen una presión cada vez mayor sobre el agua. Debido a esta creciente tensión, la gestión adecuada de este recurso vital es de crucial importancia. En muchos países ya están introduciendo un enfoque integrado de gestión de recursos hídricos a nivel nacional y de cuenca. Esto incluye la mejora de los acuerdos institucionales y las prácticas de trabajo. (GWP e INBO, 2009, pág. 6)

Estudiar la disponibilidad del recurso hídrico representa de mucha importancia en la actualidad, considerando que el problema del agua y su disponibilidad no se vincula solo a el cambio climático que contribuye a la escasez física del mismo sino a su inadecuada gestión. (GWP e INBO, 2009, pág. 7)

La región San Martín, es una de las tantas regiones que pertenecen a la vertiente del Atlántico, respondiendo a la disponibilidad del recurso hídrico, cuenta sin embargo con un escaso nivel de industrialización. La región tiene como actividad principal a la agricultura, la misma que se concentra generalmente en las zonas rurales de su territorio, donde por lo general se concentran los niveles de extrema pobreza. (Nicole, 2003, pág. 11)

Cabe destacar que estudios sobre disponibilidad del recurso hídrico exclusivamente para la región San Martín no existe, las instituciones responsables de la administración del agua no cuenta con un dato adecuado o estudio específico del mismo. Y entendiendo que las aguas superficiales son la expresión de la oferta hídrica pero que para fines de producción solo una parte de esa oferta sería utilizada, además considerando que el presente estudio esta enfocado a la participación del agua en el proceso productivo y su contribución al crecimiento económico de la región es que se aborda el tema de la disponibilidad del recurso hídrico a través del calculo de la huella hídrica agropecuaria de la región y el consumo de agua potable en las zonas urbanas, debido a que el enfoque no es meramente hidrológico clásico sino desde el punto de vista económico. (Nicole, 2003)

La huella hídrica de la región San Martín es abordada a través de la cantidad de agua utilizada en el proceso productivo agropecuario y la producción del agua potable en las áreas urbanas.

1.1.2.2 La productividad agrícola

La productividad agrícola en el Perú.

Villar (2007), concluye que la agricultura es una de las principales fuentes de ingreso para nuestro país, al contar con una inmensa variedad de productos agrícolas. La agricultura es la actividad más importante de los pobladores rurales, cuyas características son:

- Ocupa al 21% de la Población Económicamente Activa (2.7 millones de habitantes).
- Aporta el 9% al PBI nacional (US\$ 5.6 mil millones, a precios del año 1994).
- Produce el 11% del valor total de las exportaciones nacionales (US\$ 1,570 millones, 2005).
- Significa en infraestructura de riego, el 16% de la inversión a nivel nacional (137 millones de dólares).
- Representa el 80% de la provisión de alimentos para la población peruana.
- Dependencia alimentaria en importaciones: arroz, 3%; vacuno, 2%; ave, 1%; leche fresca, 12%; azúcar caña, 14%; trigo, 88%; aceites, 56%, entre otros.
- Los indicadores sociales reflejan la pobreza en zonas rurales: desnutrición (41%), analfabetismo (26%), con necesidades básicas insatisfechas (67%).
- Falta de acceso a servicios públicos básicos: educación, salud, saneamiento, infraestructura, seguridad alimentaria.

La productividad agrícola en la región San Martín

La región San Martín, por sus bondades naturales la producción agrícola es su mayor e importante sector que contribuye al crecimiento económico y que alberga a la mayor cantidad de mano de obra existente en la región, esta actividad económica ha venido sustentando el mayor porcentaje de crecimiento del PBI de la región San Martín. (INEI, 2013)

En los últimos años la actividad agrícola de San Martín ha integrado mayor tecnología a la explotación de la tierra, al utilizar maquinaria agrícola, fertilizantes y pesticidas, lo que ha permitido recuperar extensas áreas agrícolas antes abandonadas luego de una efímera producción bajo el sistema de rozo, tumba y quema, muy tradicional en la Amazonía. (INEI, 2013)

1.1.2.3 Suministro energético

La energía es la base de la economía. Actualmente, concebir un mundo sin energía sería algo utópico, ya que desde actividades primarias como la agricultura hasta los servicios comerciales se sustentan en ella para su puesta en marcha. (Fundación de la Innovación Bankinter, 2006, pág. 50)

La cercana relación existente entre la demanda de energía y el crecimiento económico viene medida por el crecimiento del PIB. Sin embargo, el hecho de que la economía sea más eficiente que antes en cuanto a su uso del combustible, junto con el mayor protagonismo del sector servicios, hace que se necesite menos energía para producir cada unidad de PIB. Admitiendo la dependencia energética de los combustibles fósiles que tiene la sociedad, es necesario tener presente que el posible agotamiento de éstos puede causar un aumento de la volatilidad de los precios de la energía, lo que puede provocar una disminución del crecimiento económico mundial y un aumento de la inflación. De hecho, los elevados costes del crudo y su carácter volátil, junto con los desequilibrios internacionales, están causando la preocupación de los países más industrializados por el riesgo que representan para el crecimiento económico mundial. (Fundación de la Innovación Bankinter, 2006, pág. 52)

Según el índice de desarrollo humano de las Naciones Unidas (ONU), el incremento de la calidad de vida está directamente asociado al aumento del consumo per cápita de electricidad. Sin energía, no pueden mantenerse los estándares de vida de las economías avanzadas. Sin energía, los países en desarrollo y emergentes nunca alcanzarán el crecimiento económico y la calidad de vida a la que aspiran y a la que tienen derecho. Sin energía, no se concibe el progreso de millones de personas. La energía satisface necesidades básicas humanas, por lo que su uso es sin duda positivo. En la medida en que se incremente y extienda el progreso, el consumo de energía aumentará e igualmente el crecimiento de su demanda dependerá del continuo aumento de la población. (Navarro , 2006, pág. 3)

Suministro energético en la región San Martín

La región San Martín cuenta con un potencial hidroenergético importante, como lo establece la actualización de la política energética periodo 2015 – 2030, cuenta con un potencial hidroenergético teórico de 5 392 MW, y de los cuales solo se vienen aprovechando el 0.14%, lo mismo que corresponde a las centrales hidroeléctricas del

GERA I Y GERA II, con producción de 6 y 2 GW respectivamente. (Dirección Regional de Energía y Minas, 2015, pág. 6)

1.1.2.4 El crecimiento económico

Kutznets (1966) ofreció una definición simple de crecimiento económico señalando que «es un incremento sostenido del producto per cápita o por trabajador». Así pues, desde este planteamiento, sería un aumento del valor de los bienes y servicios producidos por una economía durante un período de tiempo. (pág. 1)

Galindo (2011) manifiesta que una de las formas de medir el bienestar de la población de un país o de cualquier espacio territorial, es a través del Producto Bruto Interno (PBI) dado en un periodo determinado, a esta variación del PBI se considera crecimiento económico. Es importante destacar que existen diversas variables que aparte del incremento del PBI contribuyen al bienestar de las personas (nutrición, alfabetismo, mortalidad infantil, esperanza de vida).(pág. 40)

Los recursos naturales y el crecimiento económico

Para Sánchez (2011), en su artículo científico ¿Condicinan los recursos naturales el crecimiento económico?. La inclusión de los recursos naturales en el proceso de desarrollo de la teoría económica permite suponer su importancia para las posibilidades de crecimiento de largo plazo, de la misma manera que los desarrollos que en el ámbito macroeconómico involucran al medioambiente, entre los que se encuentran la curva de Kuznets con la cual se relaciona el ingreso per cápita con la degradación ambiental y el modelo de Nordhaus, el cual incluye el efecto de las emisiones de CO₂ sobre el crecimiento económico. (Sánchez, 2011, p. 121)

Sin embargo, los modelos de crecimiento económico no han incluido los recursos naturales y otros aspectos relacionados con el medioambiente como variables determinantes de crecimiento; es posible que esto sea debido a la presunción de rendimientos marginales decrecientes. No obstante, William Nordhaus (1992), citado por Sánchez (2011), hizo una primera aproximación a ello, llegando a caracterizar una economía cerrada a través de una función de producción del tipo Cobb-Douglas la cual incluye los recursos naturales y la tierra como variables determinantes del crecimiento.

No obstante, el desarrollo de este modelo representativo enfatiza la idea de que en el largo plazo una oferta fija de recursos naturales conduce a una caída sostenida del nivel de renta

y, por tanto, la economía debe responder a esta situación dirigiéndose hacia procedimientos productivos que empleen los recursos de forma menos intensiva, o a la aplicación de instrumentos económicos que garanticen el crecimiento, a su vez que se limita el agotamiento de los recursos. Es allí donde cobra importancia el papel de las instituciones a través de la formulación de mecanismos y políticas económicas ambientales que propendan por aliviar el deterioro ambiental ocasionado por altos niveles de crecimiento. En palabras de Acemoglu, Jonson y Robinson (2004, p. 2), citado por Sánchez (2011), “las instituciones importan en el crecimiento pues ellas condicionan la inversión en capital físico y humano, en tecnología y en la organización de la producción”. (Sánchez, 2011, p. 123)

Diferentes perspectivas acerca de la relación entre recursos naturales y crecimiento económico

A comienzos de la década de los setenta aparecen dos diferentes percepciones frente a la relación entre crecimiento y recursos naturales; la primera de ellas sustentaba la imposibilidad de mantener niveles de crecimiento sostenibles en el ámbito ambiental, mientras que la segunda, por el contrario, sugirió que el crecimiento económico podría ser benéfico para la calidad del medioambiente y que la vía para mejorar las condiciones ambientales se soportaba en altos niveles de crecimiento; solo así se lograrían mayores inversiones en investigación y desarrollo (I+D) y la generación de fondos para financiar políticas ambientales. (Sánchez, 2011, p. 123)

Según lo establece De Bruyn (2000, p. 5), citado por Sánchez (2011), expone que estas diferentes percepciones acerca de la relación entre crecimiento económico y recursos naturales, al adoptar como proxy la calidad del medioambiente, permitieron clasificar los diferentes enfoques que ha tenido el debate entre crecimiento y recursos, de la siguiente manera:

1. **La posición del defensor radical:** según De Bruyn (2000), citado por Sánchez (2011), esta posición postula una relación positiva entre crecimiento económico y calidad ambiental, dado que altos niveles de crecimiento producen fuertes innovaciones tecnológicas y cambios en los estilos de vida que pueden mejorar el medioambiente. Las recomendaciones de política son: incentivar el crecimiento y remover las barreras que obstaculizan la llegada de nuevas tecnologías y la efectiva protección al medioambiente. (Sánchez, 2011, p. 123)

2. **La posición del defensor condicional:** al igual que la anterior, asume una correlación positiva entre crecimiento y medioambiente; sin embargo, considera que mayores niveles de producción pueden tener efectos adversos para la calidad ambiental, pero, a su vez, esta mayor producción, incrementaría los fondos con los cuales pueden ser financiadas las políticas ambientales. (Sánchez, 2011, p. 124)
3. **La posición del antagonista débil:** postula que altos niveles de crecimiento causan deterioro al medioambiente; sin embargo, este detrimento podría ser mitigado por políticas ambientales, las cuales resultan ser menos efectivas que el mismo crecimiento económico, por tanto, la única solución existente consiste en reducir los niveles de crecimiento de ciertos sectores de la economía, con el fin de mejorar la calidad ambiental, acorde con Arrow (1995), citado por De Bruyn (2000, p. 6). (Sánchez, 2011, p. 124)
4. **La posición del antagonista fuerte:** considera que el crecimiento económico de largo plazo va siempre en contra de la calidad ambiental, por ello, políticas que mitiguen el deterioro ambiental pueden tener efectos temporales pero no mejoras sustanciales a la calidad ambiental. Según Meadows (1972), citado por De Bruyn (2000, p. 6), la recomendación de política es reducir el crecimiento económico en general. (Sánchez, 2011, p. 124)

Sánchez (2011), concluye respecto a lo antes mencionado que es posible afirmar que la pregunta: ¿el crecimiento económico se encuentra en conflicto con el medioambiente?, no ha encontrado una única y acertada respuesta y la evidencia generada en el intento por resolverla pone de manifiesto que no en todos los casos las economías ricas en recursos tienen ventaja sobre aquellas con recursos limitados. (Sánchez, 2011, p. 124)

1.1.2.5 Modelo de relación entre la trilogía agua, agricultura y energía (AAE) y el crecimiento económico.

Para determinar la relación existente entre la trilogía agua, agricultura y energía (AAE) con el crecimiento económico de la región de San Martín observado durante el periodo 2006-2015, se consultó al libro de Gujarati & Porter (2010), en el que se determinó utilizar el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), debido a que consiste en minimizar la suma de los cuadrados de las distancias verticales entre los valores de los datos y los de la regresión estimada, es decir minimiza la suma de los

residuos al cuadrado, teniendo como residuo la diferencia entre los datos observados y los valores del modelo.

Para Gujarati & Porter (2010), un modelo econométrico es un modelo económico con las especificaciones necesarias para su tratamiento empírico. (pág. 5)

El modelo de regresión que se utilizó fue el de regresión múltiple, que tomara la forma siguiente:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \mu$$

Donde Y es la variable dependiente, X_1 , X_2 y X_3 las variables explicativas (o regresoras), μ es el término de perturbación estocástica. a es el término del intercepto. Como es usual, este término da el efecto medio o promedio sobre Y de todas las variables excluidas del modelo, aunque su interpretación mecánica sea el valor promedio de Y cuando X_1 , X_2 y X_3 se igualan a cero. Los coeficientes β_1 , β_2 y β_3 se denominan coeficientes de regresión parcial.

Para los autores el modelo a encontrar es el siguiente:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \mu$$

Considerando que:

X_1 : Disponibilidad del Recurso Hídrico

X_2 : Productividad Agrícola

X_3 : Suministro Energético

Y : Crecimiento Económico

1.2. Definición de términos básicos

Agua

Es un recurso indispensable, no solo para el desarrollo de las actividades económicas sino también para la existencia de la vida misma, y en gran medida determina la localización de algunas actividades. (Córdova, 2009, pág. 35)

El uso del agua para diversas actividades como la generación de energía eléctrica, agricultura, agua de consumo doméstico, industria, minería y otros, implica una presión sobre su disponibilidad y calidad. (Córdova, 2009, pág. 58)

En el Perú el manejo y distribución del agua tiene un alto valor económico, determinado por sus usos e impactos que incluyen el riego agrícola, la generación de energía eléctrica, el control de inundaciones y la supervivencia humana. Si bien el agua es un bien natural gratuito, se necesita una infraestructura especial y costosa para cada caso de manejo, lo cual se refleja en la provisión del servicio (Córdova, 2009, pág. 59)

Agricultura

Es la labranza o cultivo de la tierra e incluye todos los trabajos relacionados al tratamiento del suelo y a la plantación de vegetales. Las actividades agrícolas suelen estar destinadas a la producción de alimentos y a la obtención de verduras, frutas, hortalizas y cereales. (Borja y Valdivia, 2015)

Crecimiento Económico

El crecimiento económico se define como el cambio porcentual del producto bruto interno (PBI) y el producto bruto interno per cápita. (Cannock y Gonzales, 1994)

Economía agrícola

Es una rama de la ciencia económica que se distingue por su mayor énfasis en el desarrollo teórico y en aplicaciones empíricas en un sector económico real, la agricultura, de suma importancia para países en desarrollo como el Perú. (Cannock y Gonzales, 1994)

Energía

La energía es uno de los pilares fundamentales del progreso humano. En la actualidad, el papel del sistema energético constituye una de las prioridades de la agenda científica, política, económica y social, dadas las amplias repercusiones que tiene sobre el conjunto del planeta. (Energía y Sociedad, 2013).

Huella Hídrica

La huella hídrica es un indicador que permite identificar las relaciones socio ambientales respecto al agua; está orientado especialmente hacia las actividades socioeconómicas, razón por la cual se presenta como el más importante factor de presión e impacto sobre los

recursos naturales. La conceptualización de la huella hídrica ayuda a visualizar el uso oculto del agua de diferentes productos ya comprender los efectos del consumo y el comercio frente al agua y su disponibilidad. (Fundación de la Innovación Bankinter, 2006, pág. 9)

Producto Bruto Interno Total

El Producto Interno Bruto (PIB) es el valor del flujo neto de bienes y servicios producidos en un país durante un período de referencia determinado. El PIB también se define como la suma del valor agregado bruto de todos los residentes de la economía (hogares, gobierno y empresas). (CEPAL, 2007)

Valor Agregado Agrícola

Se define como la diferencia entre el valor bruto de la producción, menos el valor de los bienes y servicios (consumo intermedio) que se usan en el proceso productivo. Comprende agricultura, caza, silvicultura y pesca, según las divisiones de la CIIU, revisión 2 (sectores económicos). Es común que se denomine a esta variable PIB agrícola. (CEPAL, 2007)

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Objetivos

2.1.2 Objetivo general

Demostrar que la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía mediante el cálculo econométrico tiene relación con el crecimiento económico con la finalidad de promover el uso eficiente de los recursos en la región San Martín durante el periodo 2006 – 2015.

2.1.3 Objetivos específicos

1. Comprobar el nivel de disponibilidad del recurso agua de la región San Martín periodo 2006-2015.
2. Verificar el nivel de producción agrícola de la región San Martín periodo 2006-2015.
3. Comprobar el nivel de producción energética de la región San Martín periodo 2006-2015.
4. Verificar el nivel de crecimiento económico de la región San Martín periodo 2006-2015.

2.2 Hipótesis

2.2.1 Hipótesis general

La trilogía agua, agricultura y energía (AAE) está directamente relacionado con el crecimiento económico de la Región San Martín observado durante el periodo 2006 – 2015.

2.2.2 Hipótesis específicas

1. Se evidencia el nivel de disponibilidad del recurso agua de la región San Martín periodo 2006-2015.
2. Existe un incremento en el nivel de producción agrícola de la región San Martín periodo 2006-2015.
3. Existe un incremento en el nivel de producción energética de la región San Martín periodo 2006-2015.
4. Se evidencia un incremento en el nivel de crecimiento económico de la región San Martín periodo 2006-2015.

2.3 Sistema de variables

Variable Independiente (X_1) : Disponibilidad del Recurso Hídrico

Variable Independiente (X_2) : Productividad Agrícola

Variable Independiente (X_3) : Suministro Energético

Variable Dependiente (Y) : Crecimiento Económico

2.4 Operacionalización de las Variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escalas de medición
Variable Independiente (X₁) Disponibilidad del Recurso Hídrico	Es un recurso indispensable, no solo para el desarrollo de las actividades económicas sino también para la existencia de la vida misma, y en gran medida determina la localización de algunas actividades (Córdova, 2009)	La disponibilidad del recurso hídrico se identificó a través de la variación de la Huella Hídrica Agropecuaria y de producción de Agua Potable de la Región San Martín	Económica	Variación de la Huella Hídrica Agropecuaria y Produccion de Agua Potable	Razón
Variable Independiente (X₂) Productividad Agrícola	Es una de las principales actividades económicas que se desarrollan en el medio rural de nuestro país. (Córdova, 2009)	La Productividad Agrícola se identificará a través de la variación del producto bruto interno agropecuario de la Región San Martín	Económica	Variación del PBI agropecuario	Razón
Variable Independiente (X₃) Suministro Energético	La energía es uno de los pilares fundamentales del progreso humano. En la actualidad, el papel del sistema energético constituye una de las prioridades de la agenda científica, política, económica y social. (Energía y Sociedad, 2013)	El suministro energético se identificará a través de la variación de la Huella Hídrica Energética de la Región San Martín	Económica	Variación de la Huella Hídrica Energética	Razón
Variable Dependiente (Y) Crecimiento Económico	El crecimiento económico se define como el cambio porcentual del producto bruto interno (PBI) y el producto bruto interno per cápita. (Cannock y Gonzales, 1994)	El crecimiento Económico se evalúa a través del comportamiento del Producto Bruto Interno (PBI).	Económica	Variación del Producto Bruto Interno	Razón

Nota: Elaboración Propia, (2017)

2.5 Tipo y nivel de investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizada, por permitir poner a prueba estadística las hipótesis derivadas de un modelo teórico, fue la investigación denominada investigación científica o **investigación básica**.

Nivel de investigación

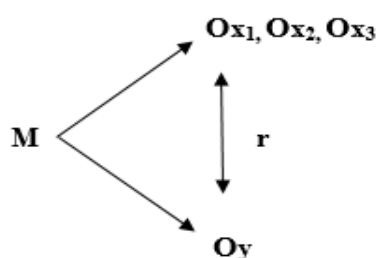
El nivel de la presente investigación fue **explicativa**, por que se buscó demostrar mediante el cálculo econométrico que la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía tiene relación con el crecimiento económico observado en la región San Martín durante el periodo 2006 – 2015. Tal como lo explican, Hernández et al. (2010), este nivel de estudio está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

2.6 Diseño de investigación

El presente proyecto de investigación utilizó el diseño de investigación no experimental o ex post-factum – Correlacional. Se estableció el grado de relación o correlación entre la variable dependiente y las variables independientes.

DONDE:

- M:** Región San Martín.
r: Relación.
X₁: Disponibilidad del recurso hídrico.
X₂: Productividad agrícola.
X₃: Suministro energético.
Y : Crecimiento económico.



2.7 Población y muestra

En la presente investigación no se realizó calculo alguno de muestra, debido a que no se aplicó encuesta alguna, por considerarse que los datos se encontraban en el acervo documentario de las instituciones vinculadas al manejo de información del estado, como son el Ministerio de agricultura y riego (MINAGRI), Dirección Regional de Agricultura

San Martín (DRASAM), Instituto nacional de estadística e informática (INEI), Banco central de reserva del Perú (BCRP), haciendo un total de 04 instituciones del Estado.

2.8 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que permitió la obtención de los datos requeridos para realizar el análisis fueron el fichaje y análisis documental, cuyos instrumentos fueron las fichas textuales y la guía documental respectivamente. Las fuentes de información fueron los libros especializados, tesis, documentos de trabajo, artículos, manuales, guías metodológicas del Ministerio de agricultura y riego (MINAGRI), Dirección Regional de Agricultura San Martín (DRASAM), las síntesis económicas del Banco Central de Reserva del Perú (BCR), además de los compendios estadísticos del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

2.9 Tecnicas de procesamientos y análisis de datos

Basado en las técnicas e instrumentos de recolección de datos se analizó principalmente la información correspondiente a los indicadores de la investigación, se elaboró tablas estadísticas, así se logró la interpretación de los resultados obtenidos, los mismos que fueron procesados y presentados a través de tablas, gráficas y apreciaciones descriptivas, se utilizó programas como el Microsoft Excel, SPSS y el Eviews, de esta forma se permitió el análisis correspondiente a la contrastación de la hipótesis, con los resultados obtenidos.

2.10 Materiales y métodos

Se utilizó el método hipotético – deductivo, para demostrar mediante el cálculo econométrico que la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía tiene relación con el crecimiento económico observado en la región San Martín durante el periodo 2006 – 2015. Como lo establece Ñaupas et al. (2014), consiste en ir de la hipótesis a la deducción para determinar la verdad o la falsedad de los hechos procesos o conocimientos mediante el principio de falsación. Comprende cuatro pasos: observación o descubrimiento de un problema, formulación de una hipótesis, deducción de consecuencias contrastables (observables y medibles) de la hipótesis.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

Análisis del crecimiento económico en la región San Martín periodo 2006 – 2015.

Siendo materia del presente estudio identificar la relación entre el crecimiento económico de la región San Martín y la trilogía agua, agricultura y energía, se analizó cada una de las variables de estudio. Para ello como parte del análisis se muestra la variación del PBI de la región en el periodo del 2006 – 2015, la misma que es el punto de partida para comprender el entorno en que se desenvuelve los esfuerzos por lograr el crecimiento económico de la región San Martín.

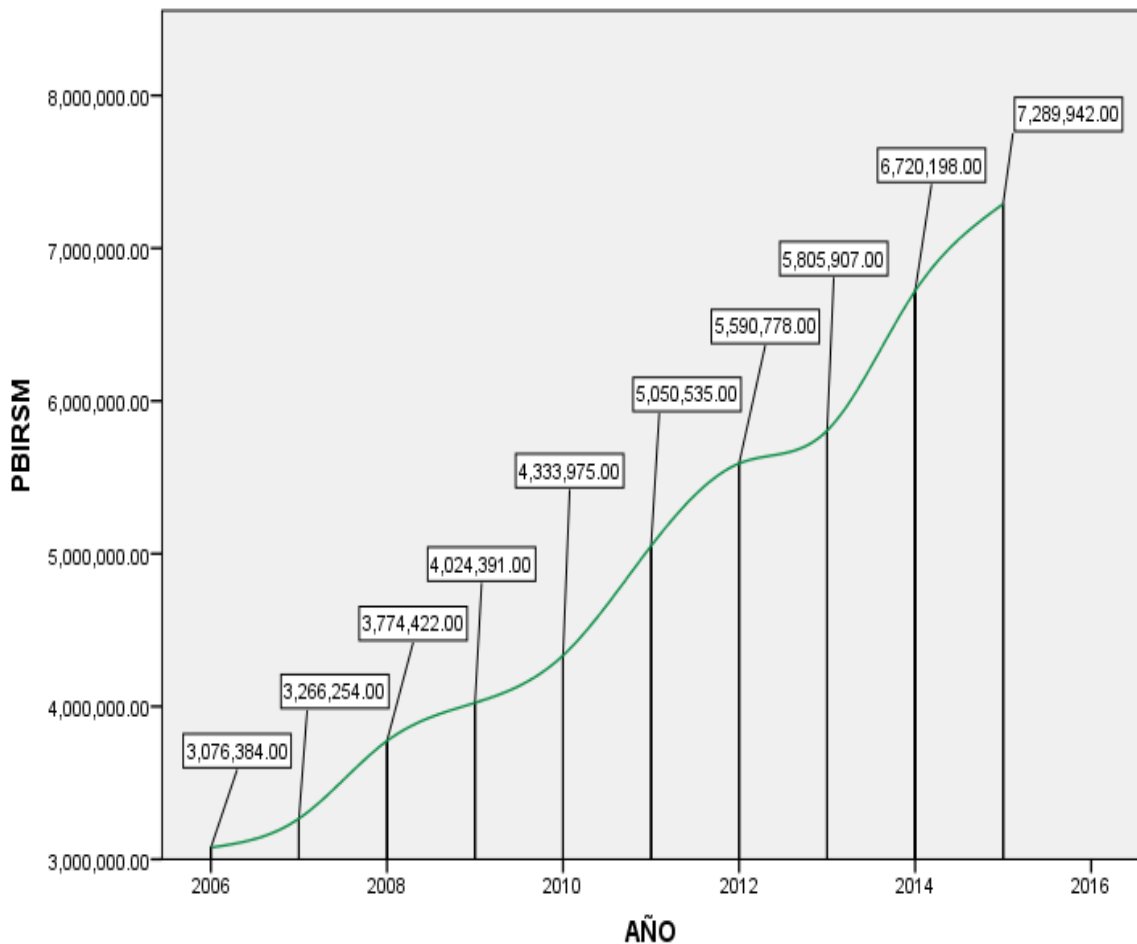


Figura 1. Variación del PBI de la región San Martín. Fuente: INEI, (2017)

El producto bruto interno de la region San Martín tiene una tendencia creciente (Figura 1), siendo importante su crecimiento a lo largo del periodo de estudio. Esto se obtuvo por incremento de productividad de los factores y al mismo tiempo acumulación de

capital, es decir se ha logrado mayor eficiencia en la producción de bienes y servicios, así como el mejoramiento de la infraestructura productiva y fortalecimiento de capital humano. La tendencia se muestra muy alentadora toda vez que de los tres millones de miles de soles el 2006 se llegó a sobrepasar los cuatro millones de miles de soles de nivel de producción el año 2009, para luego evidenciar un salto a más de siete millones de miles de soles en un periodo de 6 años, lo mismo que reafirma cierta expectativa en el crecimiento en la región San Martín en el periodo 2006 – 2015, materia del presente estudio.

Análisis de la disponibilidad del recurso hídrico en la región San Martín

La región San Martín, es una de las tantas regiones que pertenecen a la vertiente del Atlántico, respondiendo a la disponibilidad del recurso hídrico, cuenta sin embargo con un escaso nivel de industrialización. La región tiene como actividad principal a la agricultura, la misma que se concentra generalmente en las zonas rurales de su territorio, donde por lo general se concentran los niveles de extrema pobreza. (Nicole, 2003, pág. 11)

Tabla 2

Productos con mayor huella hídrica.

Producto	Arroz	yuca	plátano	Palma aceitera	Maíz amarillo	cacao	café	Carne de vacuno
Huella hídrica	733,81	157,48	782,07	440,78	243,01	808,86	449,95	361,72

Fuente: Arévalo, (2012) y World Wildlife Fund Inc, (2013)

La huella hídrica de la región San Martín es abordada a través de la cantidad de agua utilizada en el proceso productivo agropecuario y la producción del agua potable en las áreas urbanas. Con respecto a la huella hídrica de la producción agropecuaria se puede constatar que existe una concepción muy enraizada donde se sostiene que es la producción del arroz que estaría utilizando mayor recurso hídrico, los indicadores utilizados por el presente estudio muestra que el producto que mayor huella hídrica tiene es el cacao seguido del plátano, arroz, café, palma aceitera, carne de vacuno, maíz amarillo y la yuca respectivamente, en hectómetros cúbicos. Estos datos se muestran en la tabla 2.

La figura siguiente muestra la variación de cada uno de los productos de mayor huella hídrica en su proceso productivo en hectómetros cúbicos: el arroz, la yuca, el plátano, la palma aceitera, carne de vacuno y el cacao.

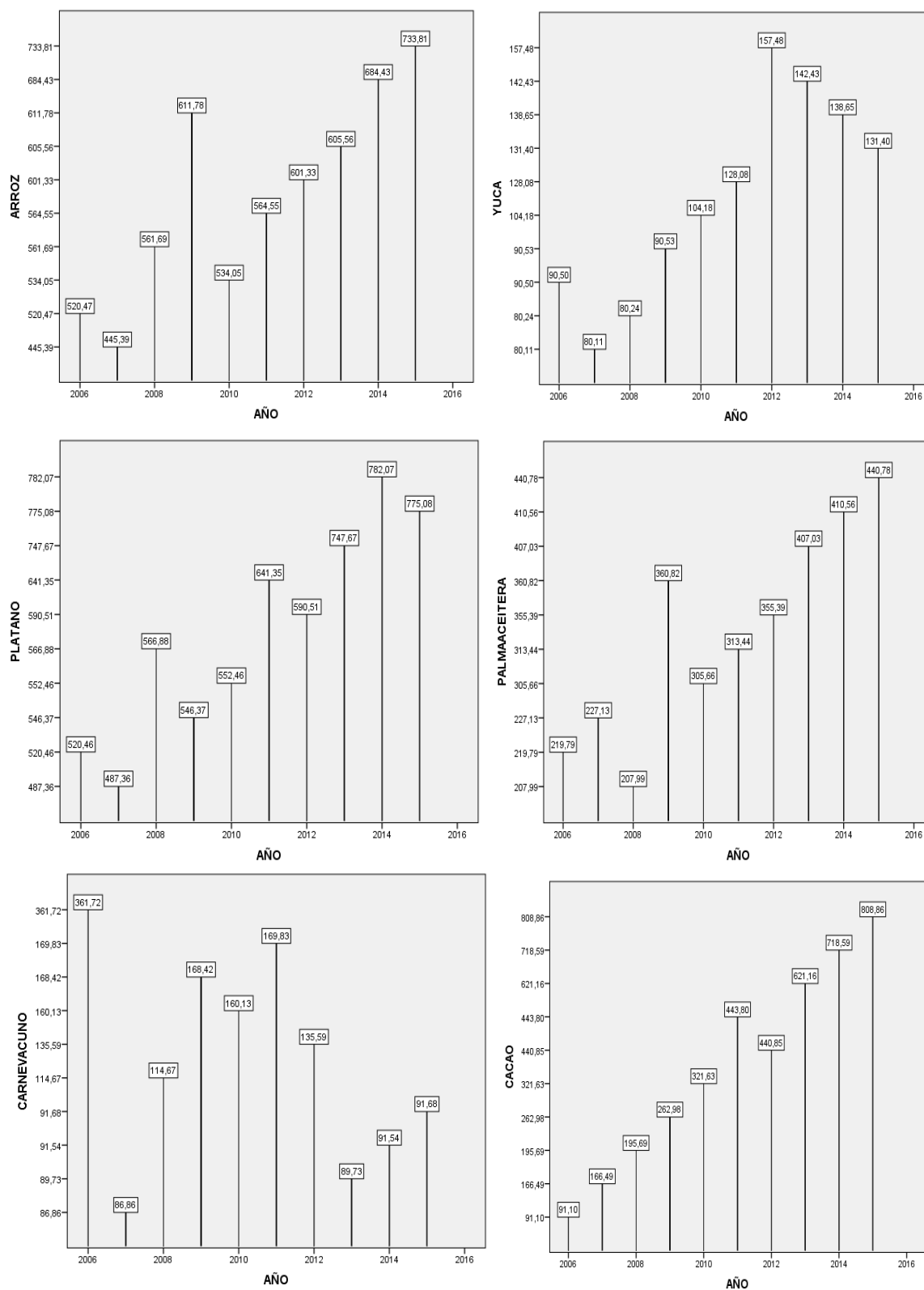


Figura 2. Variación de la huella hídrica del arroz, la yuca, el plátano, la palma aceitera, carne de vacuno y el cacao. Fuente: Arévalo, (2012) y World Wildlife Fund Inc, (2013)

La figura 3 muestra la variación de la huella hídrica del maíz amarillo y del café de la región San Martín

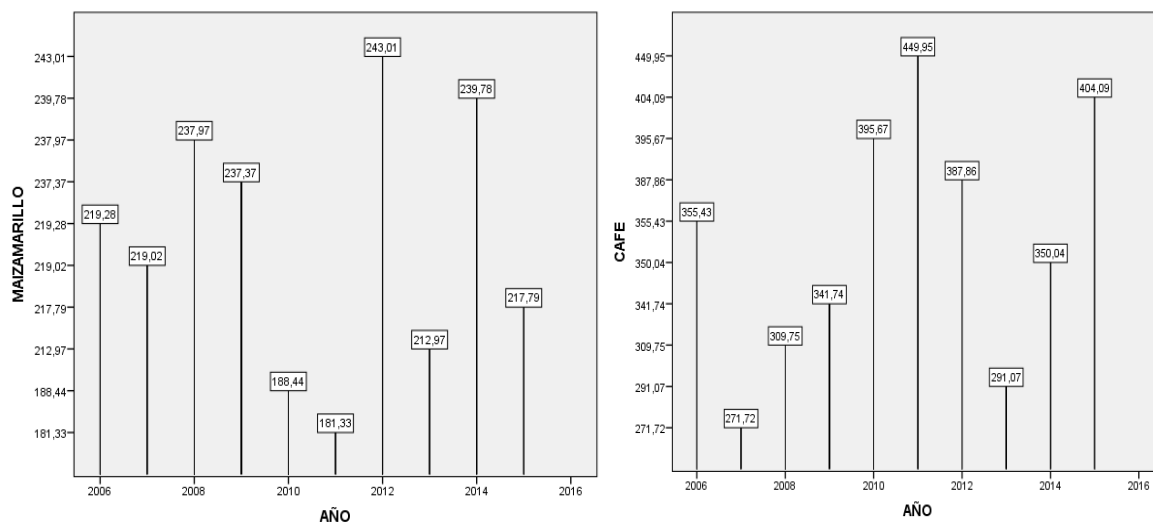


Figura 3. Variación de la huella hídrica del maíz amarillo y el café. Fuente: Arévalo, (2012) y World Wildlife Fund Inc, (2013)

La concentración del consumo del agua en la región esta representada por la huella hídrica de la producción agropecuaria, la misma que muestra un avance ascendente permanente acorde al incremento en la producción agropecuaria y por ende a la necesidad de satisfacer el consumo principalmente regional, esta variación se muestra en hectómetros cúbicos en la figura siguiente:

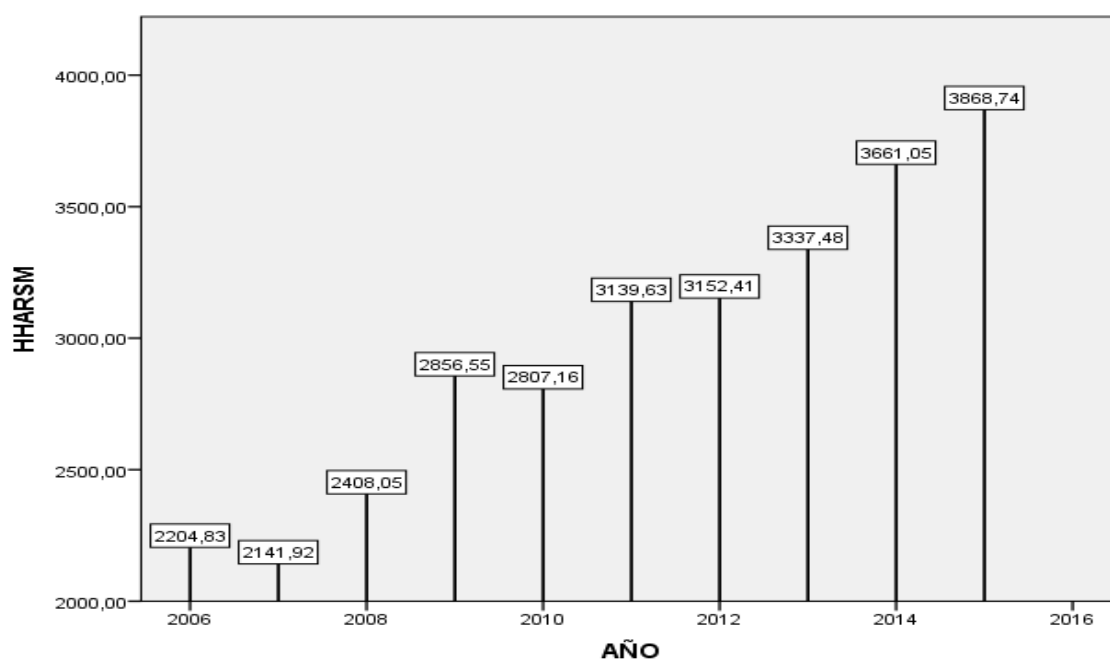


Figura 4. Variación de la huella hídrica agropecuaria en la región San Martín. Fuente: Arévalo, (2012) y World Wildlife Fund Inc, (2013)

No muy representativo en la huella hídrica es el consumo o la producción de agua potable pero sin embargo resulta procedente se considere para los cálculos y la discusión a realizar materia de la presente investigación, su variación respectiva se presenta en la siguiente figura:

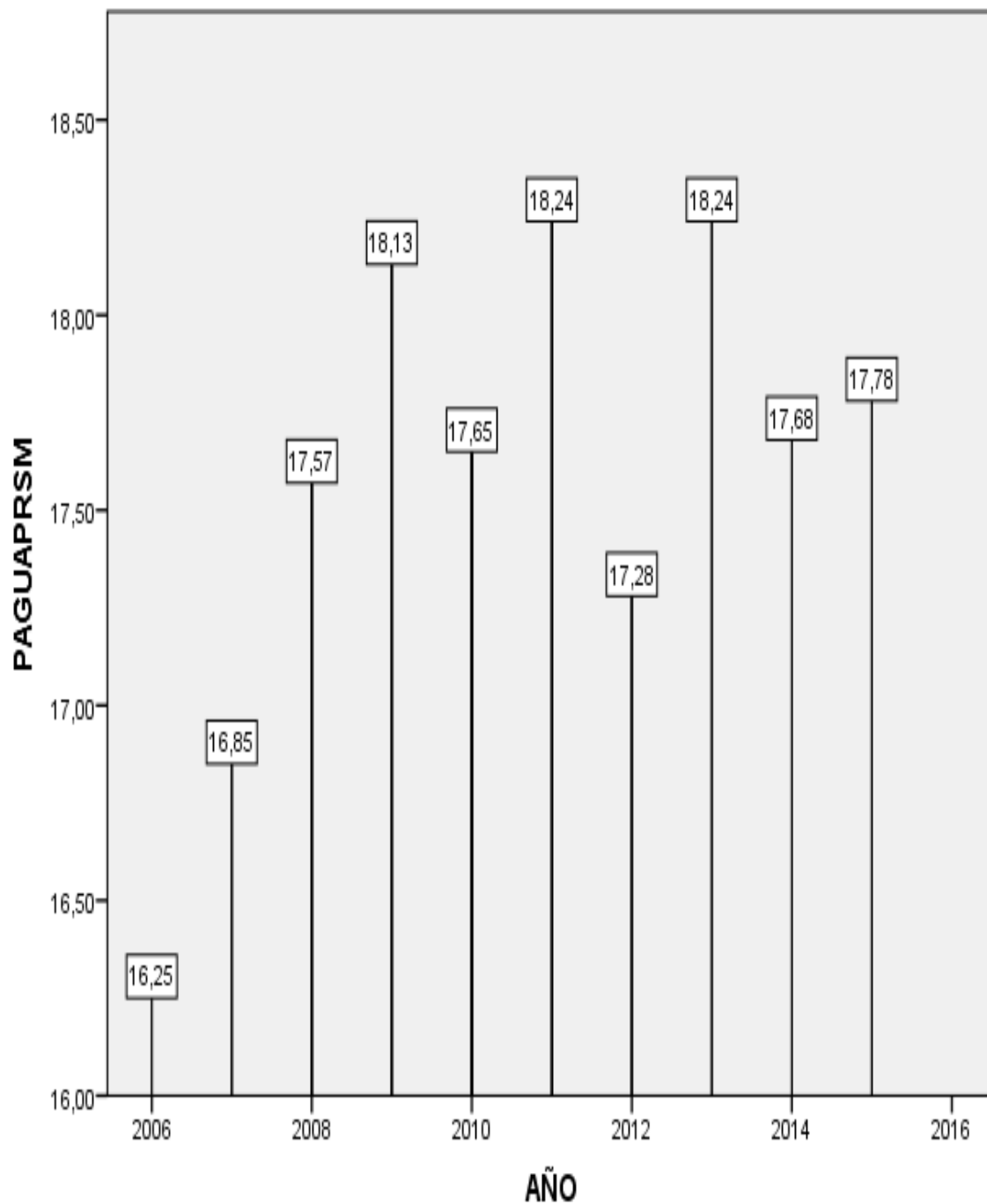


Figura 5. Variación de la huella hídrica de producción de agua potable en la región San Martín. Fuente: Arévalo, (2012) y World Wildlife Fund Inc, (2013)

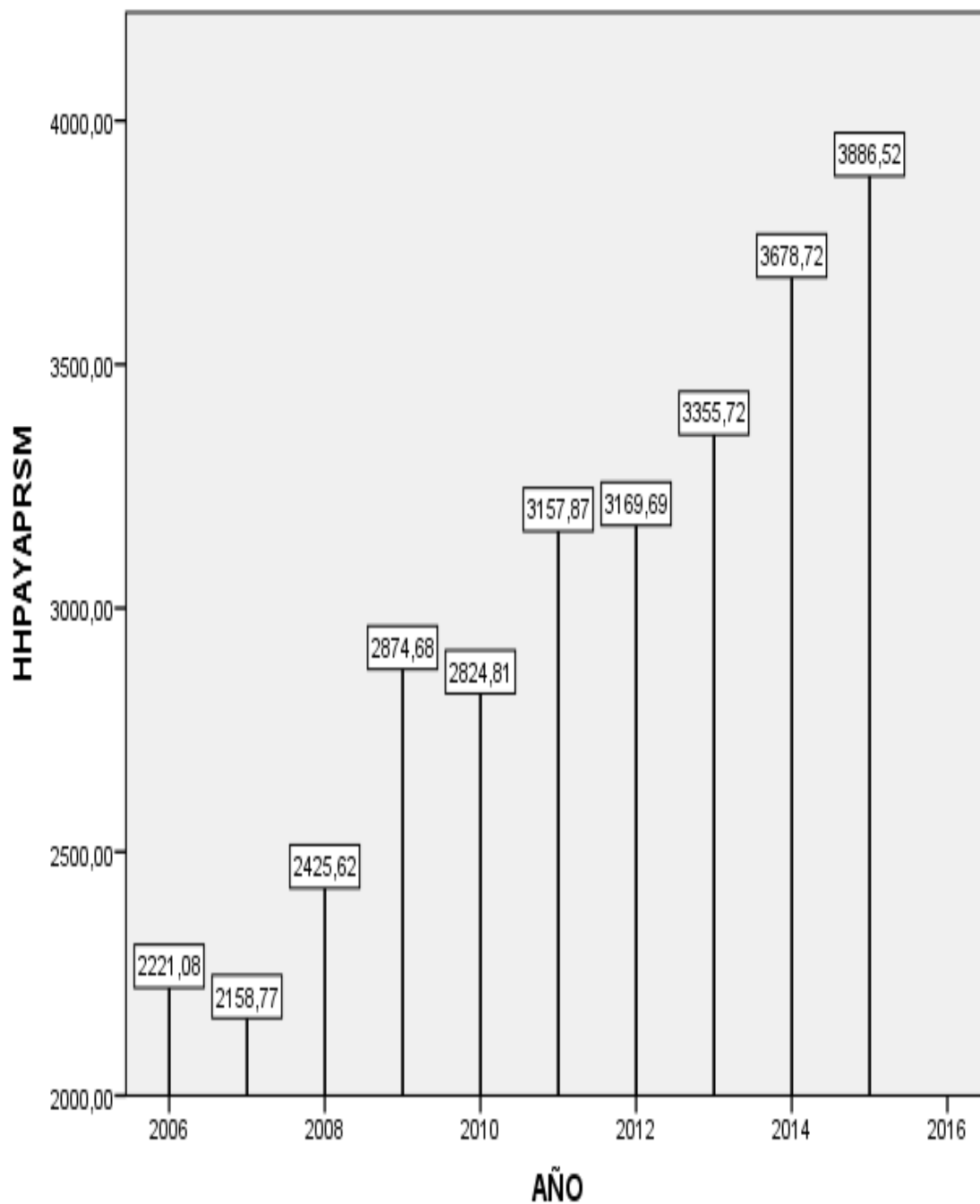


Figura 6. Variación global de la huella hídrica agropecuaria y la producción de agua potable en la región San Martín. Fuente: Arévalo, (2012) y World Wildlife Fund Inc, (2013)

El consolidado de la huella hídrica (Figura 6), a considerado en la discusión del presente estudio la sumatoria de la huella hídrica agropecuaria y la producción de agua potable en hectómetros cúbicos.

Análisis de la productividad agrícola en la región San Martín periodo 2006 – 2015.

En la región San Martín, por sus bondades naturales la producción agrícola es su mayor e importante sector que contribuye al crecimiento económico y que alberga a la mayor cantidad de mano de obra existente en la región, esta actividad económica ha venido sustentando el mayor porcentaje de crecimiento del PBI de la región San Martín.

La producción a lo largo de la década de estudio periodo 2006 – 2015, muestra determinadas características e importantes líneas de orientación de la producción siendo el arroz el producto que muestra mayor dinamismo en su crecimiento, seguido por el plátano, la palma aceitera, la caña de azúcar, el maíz amarillo y la yuca respectivamente, las mismas que se muestran en la gráfica 7.

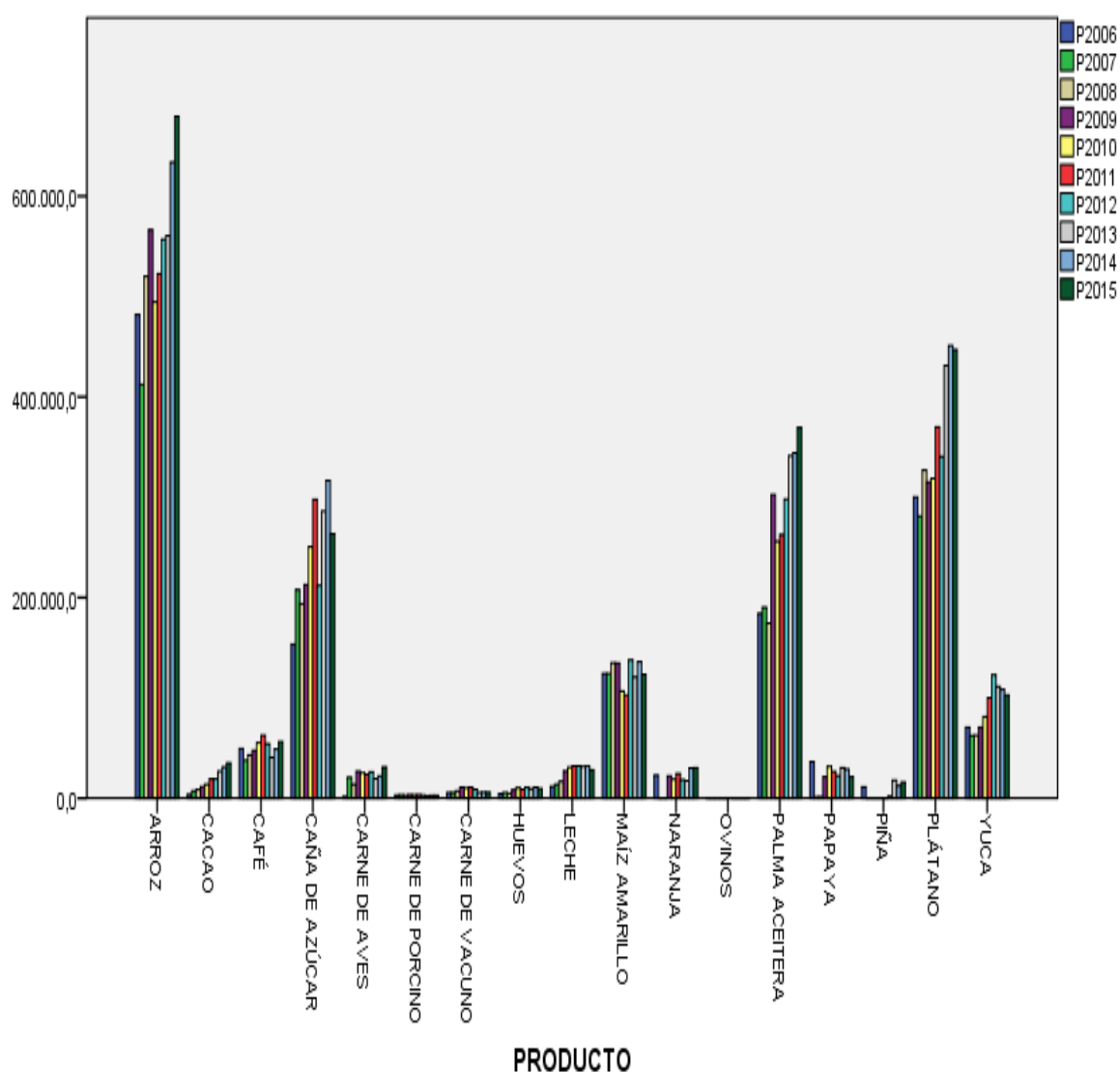


Figura 7. Producción agropecuaria de la región San Martín por año. Fuente: Arévalo, (2012) y World Wildlife Fund Inc, (2013)

Para mostrar lo mencionado en el párrafo anterior se muestra el análisis de dos momentos a través de sus respectivos gráficos, el año 2006 inicio de periodo de estudio y el año 2015 término del periodo de estudio, se demostró la predominancia del arroz a nivel de producción en toneladas sobre todos los demás productos agrícolas y pecuarios de la región San Martín Figura 8 y 9.

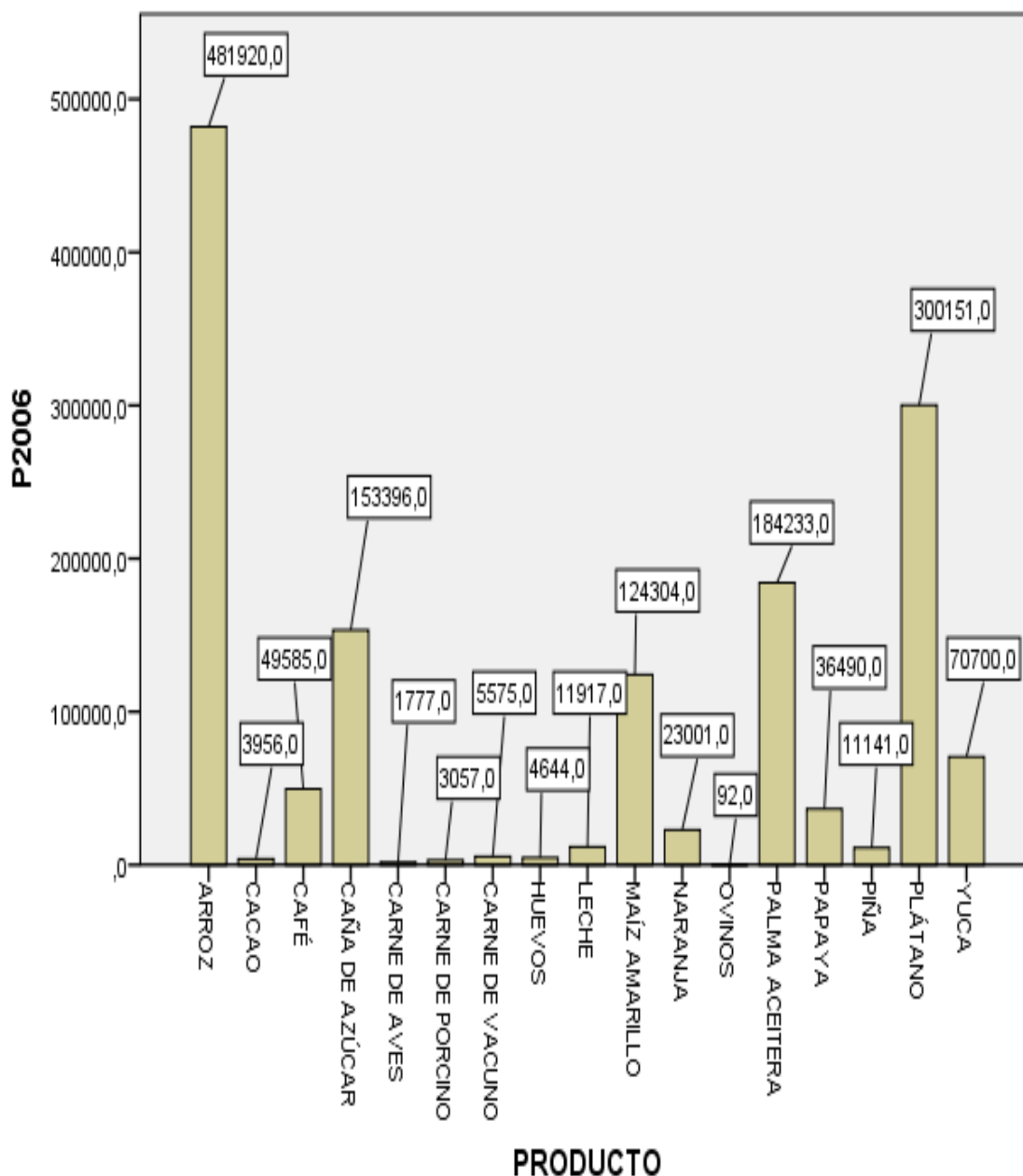


Figura 8. Variación de la Producción agropecuaria de la región San Martín – 2006. Fuente: INEI, (2017)

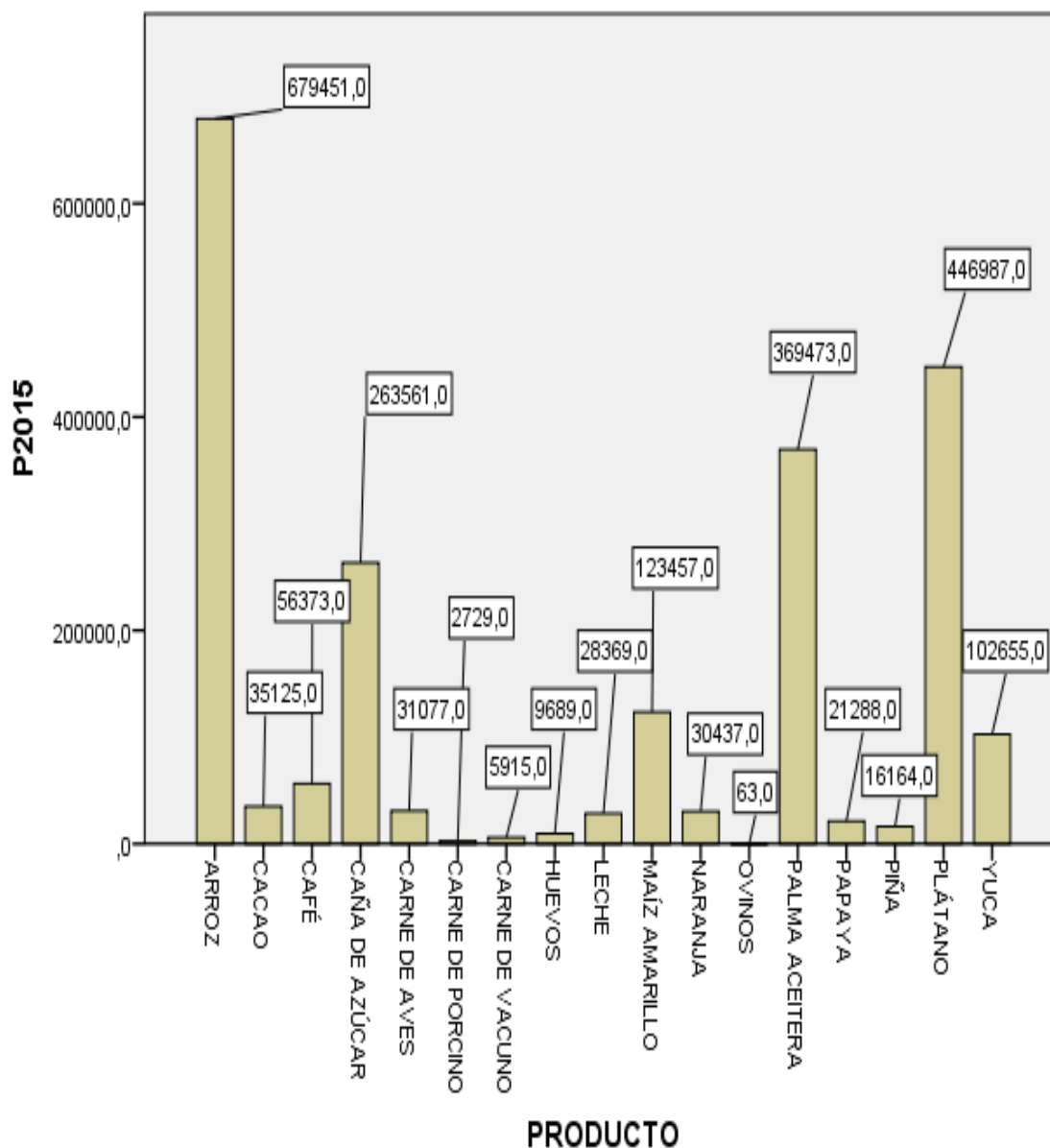


Figura 9. Variación de la producción agropecuaria de la región San Martín -2015. Fuente: INEI, (2017)

El PBI agropecuario de la región San Martín en miles de soles, muestra un crecimiento permanente en el periodo de estudio, al mismo tiempo se puede notar una leve caída en el año 2013, y una recuperación rápida a partir del año 2014 continuando así su tendencia ascendente figura 10.

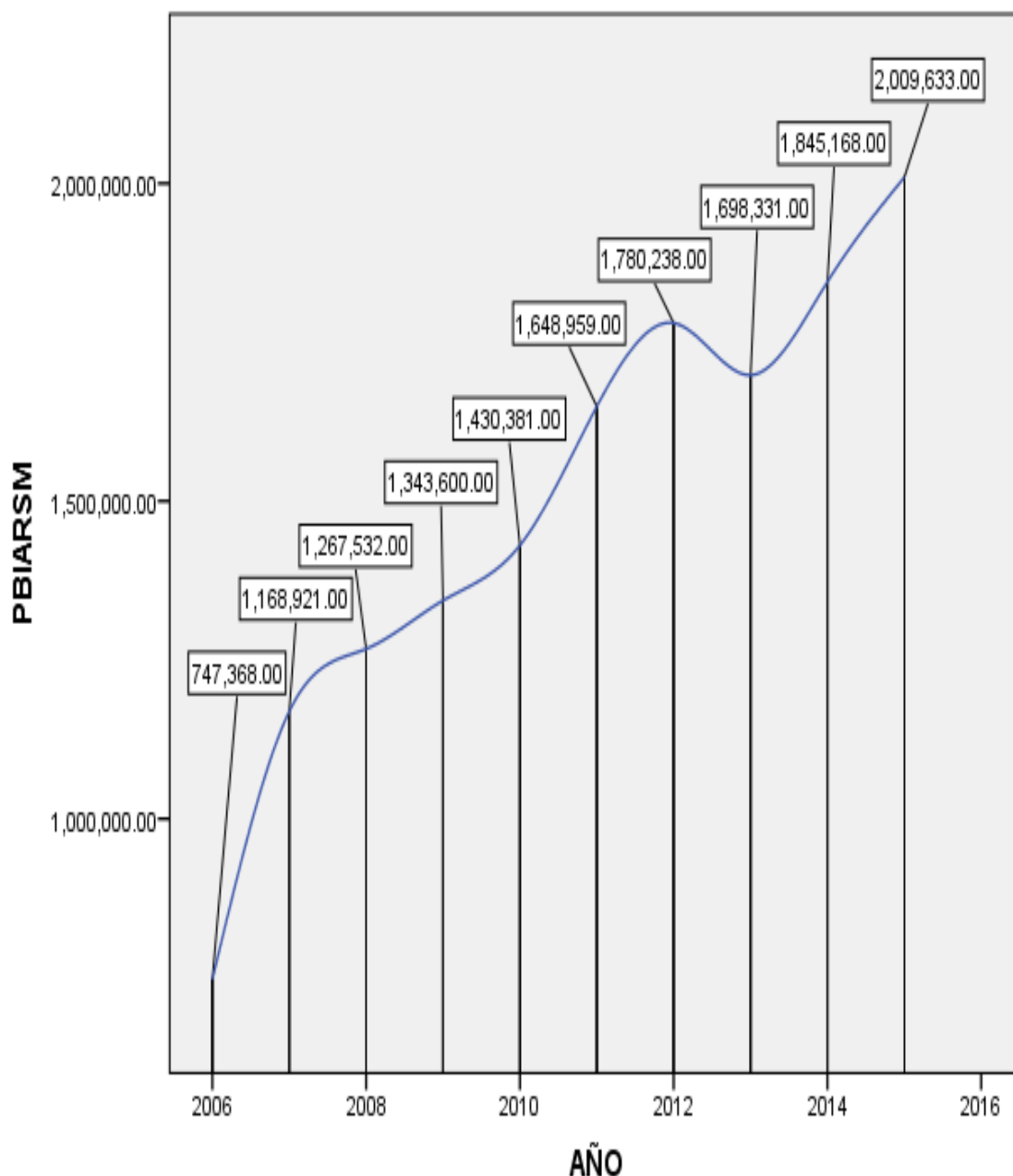


Figura 10. Variación del PBI agropecuario de la región San Martín. Fuente: INEI, (2017)

Análisis del suministro energético en la región San Martín

La energía es la base de la economía. Actualmente, concebir un mundo sin energía sería algo utópico, ya que desde actividades primarias como la agricultura hasta los servicios comerciales se sustentan en ella para su puesta en marcha. (Fundación de la Innovación Bankinter, 2006, pág. 50).

La región San Martín cuenta con un potencial hidroenergético importante, como lo establece la actualización de la política energética periodo 2015 – 2030, cuenta con un potencial hidroenergético teórico de 5 392 MW, y de los cuales solo se vienen

aprovechando el 0.14%, lo mismo que corresponde a las centrales hidroeléctricas del GERA I Y GERA II, con producción de 6 y 2 GW respectivamente. (Dirección Regional de Energía y Minas, 2015, pág. 6)

La región San Martín al año 2015 cuenta con una cobertura eléctrica de 87.8%, ocupando el puesto número 14 de los 24 departamentos del Perú según el índice de competitividad regional publicado por el instituto peruano de economía. Al mismo tiempo que nos ubica en el puesto 23 en relación al costo de la electricidad, siendo la energía más cara del país. (Dirección Regional de Energía y Minas, 2015, pág. 7)

En el mismo sentido del párrafo anterior se cuenta con un conjunto de fuentes identificadas de proyectos hidroenergéticos, siendo un reto de la gestión del gobierno regional de San Martín impulsarlos, estos proyectos son los siguientes:

Tabla 3

Proyectos hidroenergéticos de la región San Martín

Proyecto	Potencia (MW)	Ubicación
C.H. MAYO I	459	SAN MARTÍN
C.H. MAYO II	345	SAN MARTÍN
C.H. MAYO III	242	SAN MARTÍN
C.H. MAYO IV	115	SAN MARTÍN
C.H. TOCACHE I	17	SAN MARTÍN
C.H. TOCACHE II	9	SAN MARTÍN
C.H. LAS PALMAS	200	SAN MARTÍN
C.H. LAS ORQUIDEAS	16.2	SAN MARTÍN
C.H. NARANJOS II	5.8	SAN MARTÍN
C.H. SHIMA	5	SAN MARTÍN
C.H. CHAMBIRA	9	SAN MARTÍN
C.H. SHUNTE	8	SAN MARTÍN
C.H. SAUCE	21	SAN MARTÍN
C.H. PONGO DE AGUIRRE	1000	SAN MARTÍN
C.H. EL VALLE	720	SAN MARTÍN
C.H. CAYUMBA	460	SAN MARTÍN
C.H. MACEDA	60	SAN MARTÍN

Fuente: Dirección de concesiones eléctricas-DGE (2014.03.05) y DREM-SM (2015)

La generación de energía eléctrica en la región San Martín, como se indica en la actualización de la política energética periodo 2015 – 2030, es la siguiente:

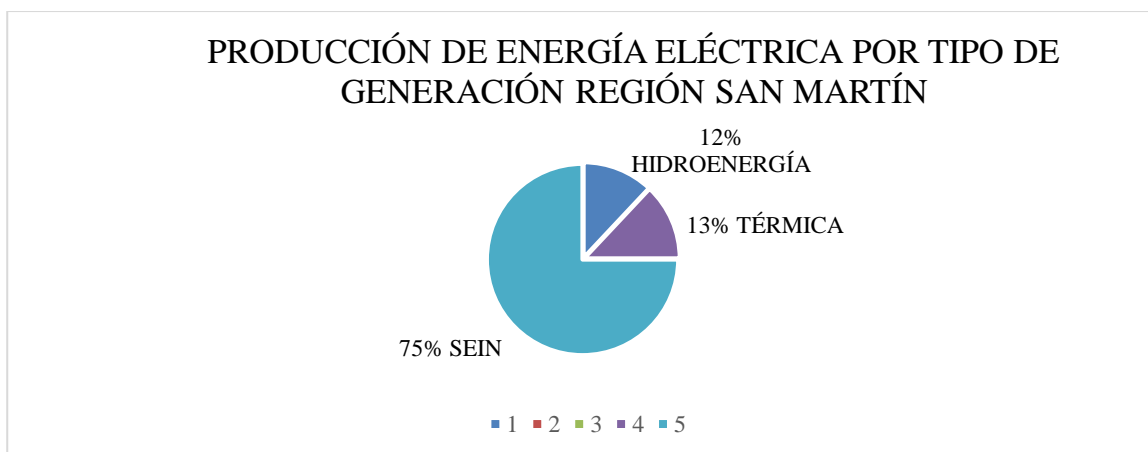


Figura 11. Producción de energía eléctrica por tipo de generación de la región San Martín. Fuente: Dirección regional de energía y minas, (2015)

La producción de energía eléctrica a través de la generación hidroenergética en el periodo de estudio desde el año 2006 muestra una tendencia incremental sufriendo una baja producción en el año 2010 para posteriormente iniciar un proceso de recuperación y variación progresiva hacia el incremento de la producción hasta el año 2015, tal como lo muestra la figura 12:

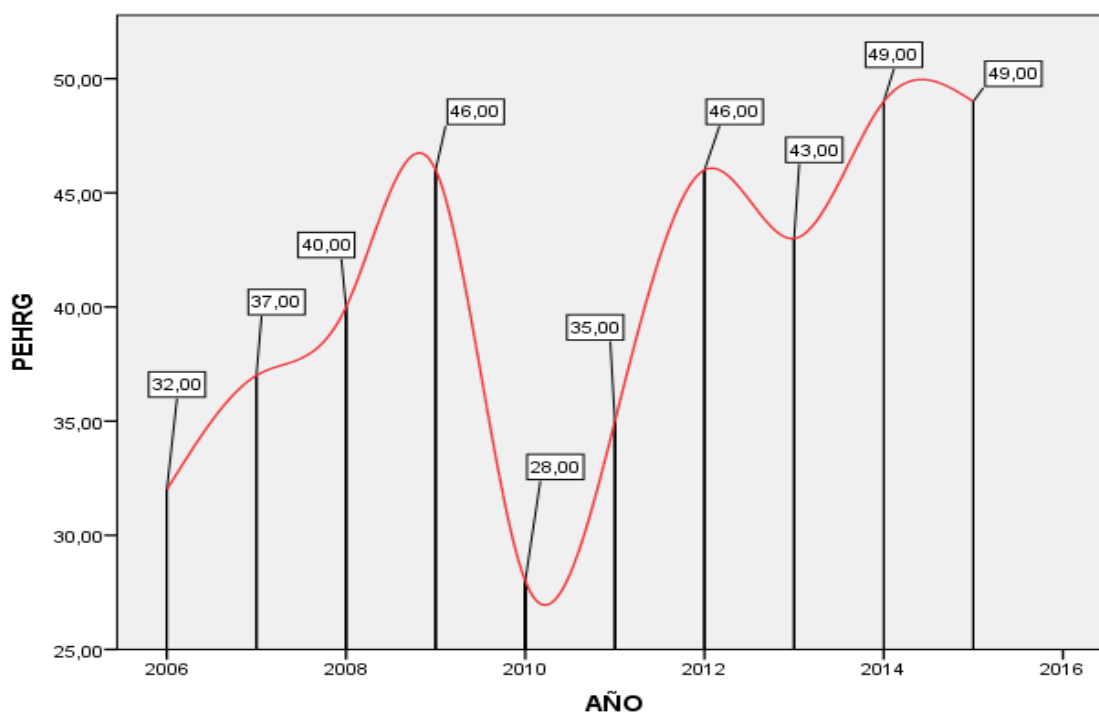


Figura 12. Generación hidroenergética periodo 2006 – 2015. Fuente: INEI, (2017)

La producción de energía eléctrica a través de la generación térmica en el periodo de estudio desde el año 2006 muestra una tendencia incremental hasta el año 2010, sufriendo

una baja en la producción en el año 2011 para posteriormente mostrar cierta recuperación pero ya no a los niveles mostrados anteriormente de 150 GWh a 13 GWh en el 2015, este comportamiento a través del tiempo se muestra en la figura 13:

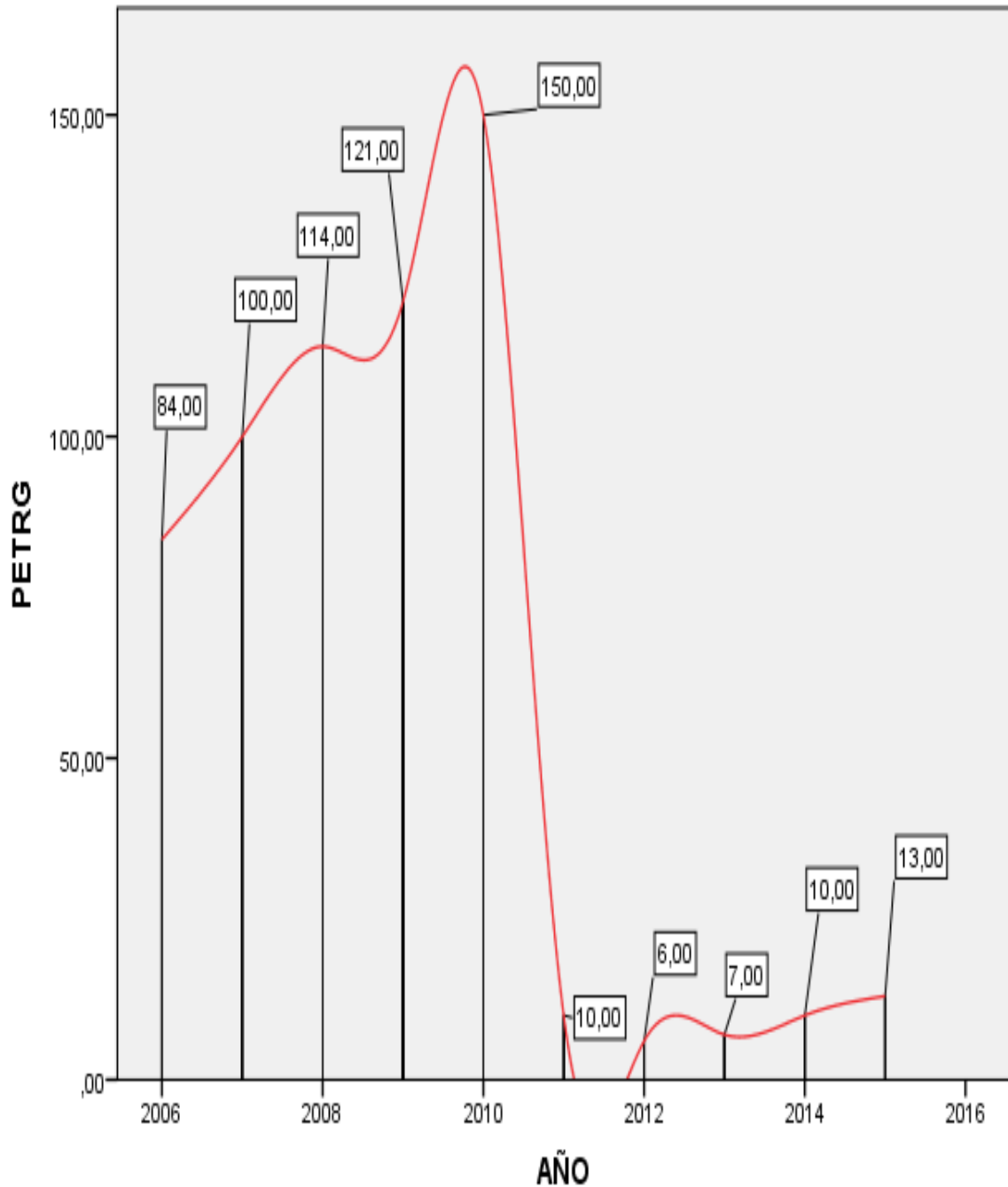


Figura 13. Generación térmica periodo 2006 – 2015. Fuente: INEI,(2017)

La variación de la producción energética global de la región San Martín (Tabla 4), indica que la región ha tenido una evaluación tendiente a la reducción en la producción energética, explicada por el acceso al sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN)

Tabla 4

Producción energética global de la región San Martín

Descripción	Producción de electricidad GWh	Producción de electricidad GWh	Producción de electricidad GWh
Año	Hidraulica	Térmica	Total
2006	32.00	84.00	116.00
2007	37.00	100.00	137.00
2008	40.00	114.00	154.00
2009	46.00	121.00	167.00
2010	28.00	150.00	178.00
2011	35.00	10.00	45.00
2012	46.00	6.00	52.00
2013	43.00	7.00	50.00
2014	49.00	10.00	59.00
2015	49.00	13.00	62.00

Fuente: INEI, (2015)

La huella hídrica generada por la producción de energía eléctrica a través de la generación térmica e hidroenergética a la vez y expresada en hectómetros cúbicos, va de acorde a los niveles de producción energética en la región considerando la reducción de generación térmica y el limitado incremento de generación hidroenergética, al mismo tiempo teniendo en cuenta la dependencia energética del sistema eléctrico interconectado nacional (SEIN).

Es de suma importancia entender como es el comportamiento de la huella hídrica de generación energética en la región San Martín y su participación en la generación de producción y crecimiento, comprometiendo un importante recurso como es el agua. Esta variación a lo largo del periodo de estudio 2006 – 2015 se muestra en la figura 14:

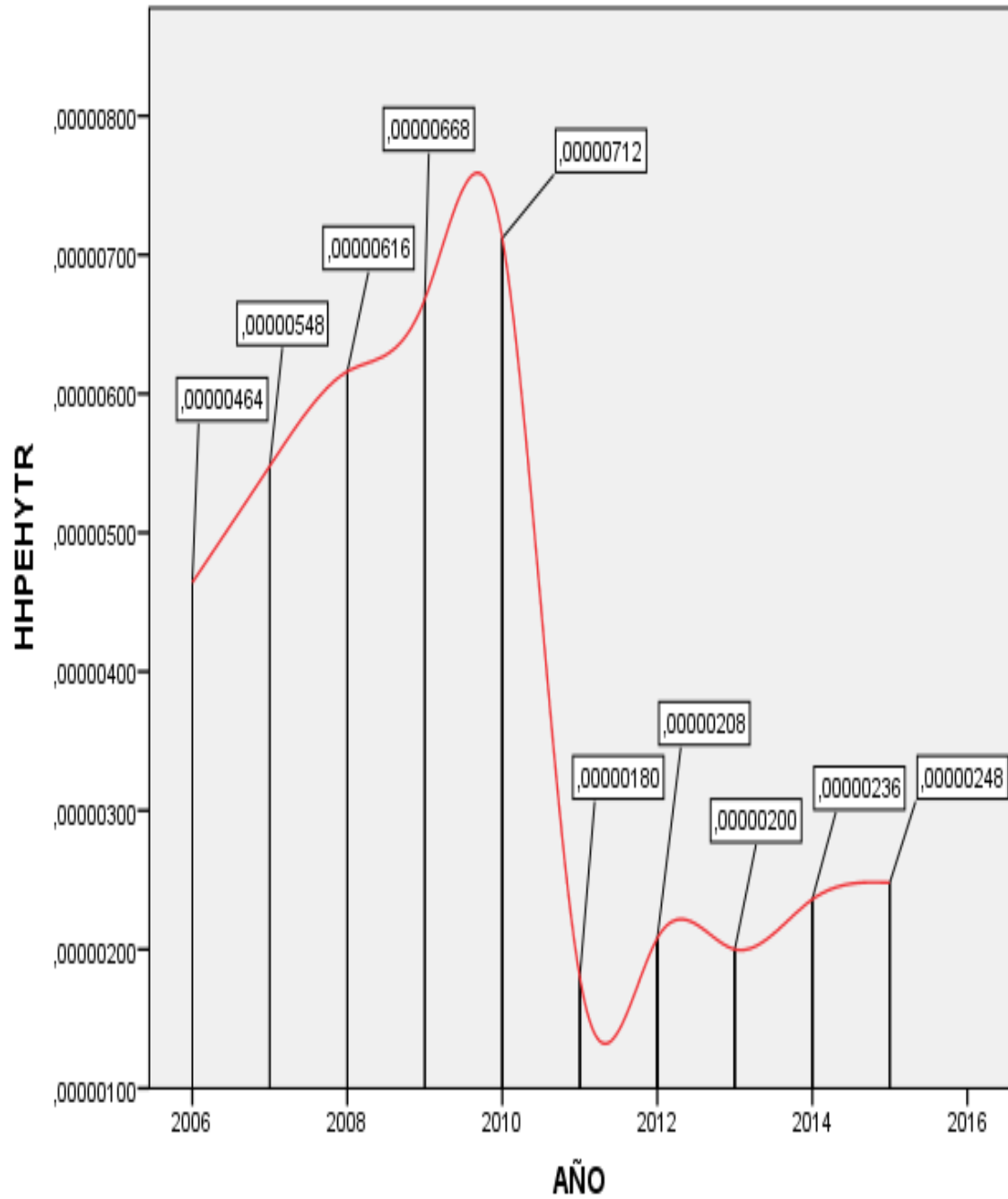


Figura 14. Huella hídrica de la producción de hidroenergía y térmica periodo 2006 – 2015. Fuente: WWF Perú, (2014)

Crecimiento económico y la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola y el suministro energético en la región San Martín periodo 2006 – 2015

La hipótesis planteada sugiere establecer la comparación entre el crecimiento económico en la región San Martín y la gestión de la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía durante el periodo 2006 – 2015, la misma que se muestra en la tabla 5.

Tabla 5

PBI y la trilogía agua, agricultura y energía de la región San Martín periodo 2006 – 2015

Año	PBI región San Martín Miles de soles	Hh producción agropecuaria y agua potable de la región San Martín hm ³	PBI agropecuario región San Martín Miles de soles	Hh por producción de electricidad hidráulica y térmica regional hm ³
2006	3076384.00	2221.08	747368.00	0.00000464
2007	3266254.00	2158.77	1168921.00	0.00000548
2008	3774422.00	2425.62	1267532.00	0.00000616
2009	4024391.00	2874.68	1343600.00	0.00000668
2010	4333975.00	2824.81	1430381.00	0.00000712
2011	5050535.00	3157.87	1648959.00	0.00000180
2012	5590778.00	3169.69	1780238.00	0.00000208
2013	5805907.00	3355.72	1698331.00	0.00000200
2014	6720198.00	3678.72	1845168.00	0.00000236
2015	7289942.00	3886.52	2009633.00	0.00000248

Fuente: INEI, (2017), Arévalo, (2012), World Wildlife Fund Inc, (2013), WWF Perú, (2014)

La figura 15 muestra la tendencia creciente tanto del PBI de la región San Martín y su PBI agrícola en el periodo 2006 – 2015, al mismo tiempo permite percibir cierta brecha entre ambos indicadores lo mismo que es cubierta por otros sectores que no son materia de la presente investigación:

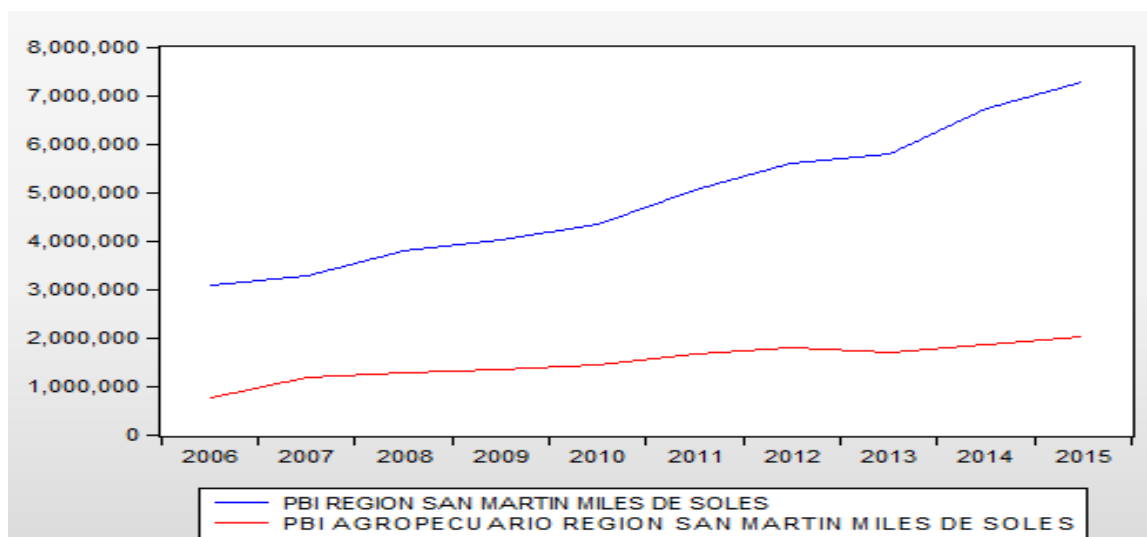


Figura 15. PBI y PBI agropecuario de la región San Martín periodo 2006 – 2015. Fuente: INEI, (2017)

Las huellas hídricas correspondientes a la producción de energía eléctrica hidráulica y térmica en la región, y la huella hídrica agropecuaria y agua potable en la región muestran cierta distancia considerando el impulso del agro en la región y la limitada intervención en proyectos hidroenergéticos, esto se refleja en la figura 16:

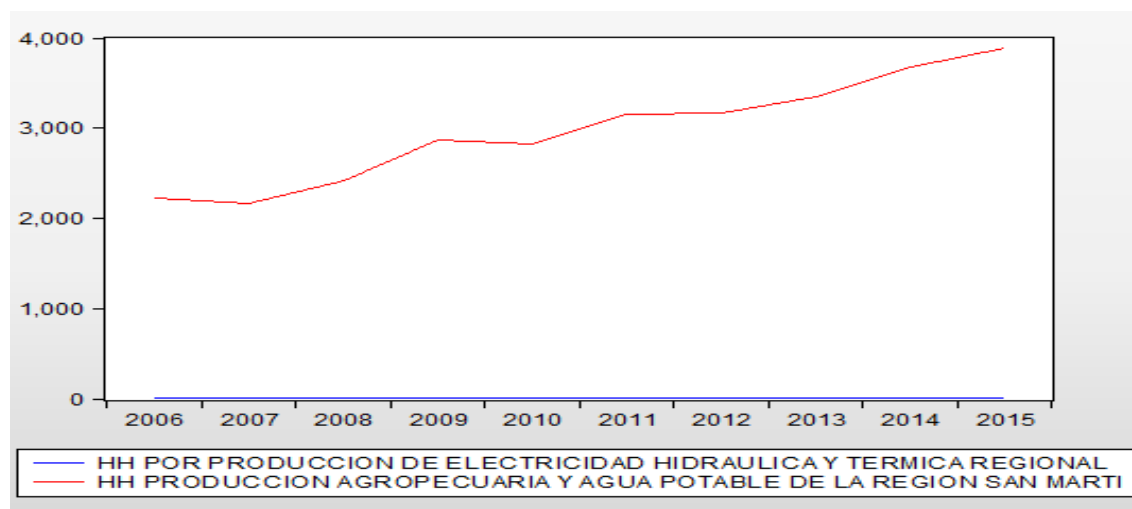
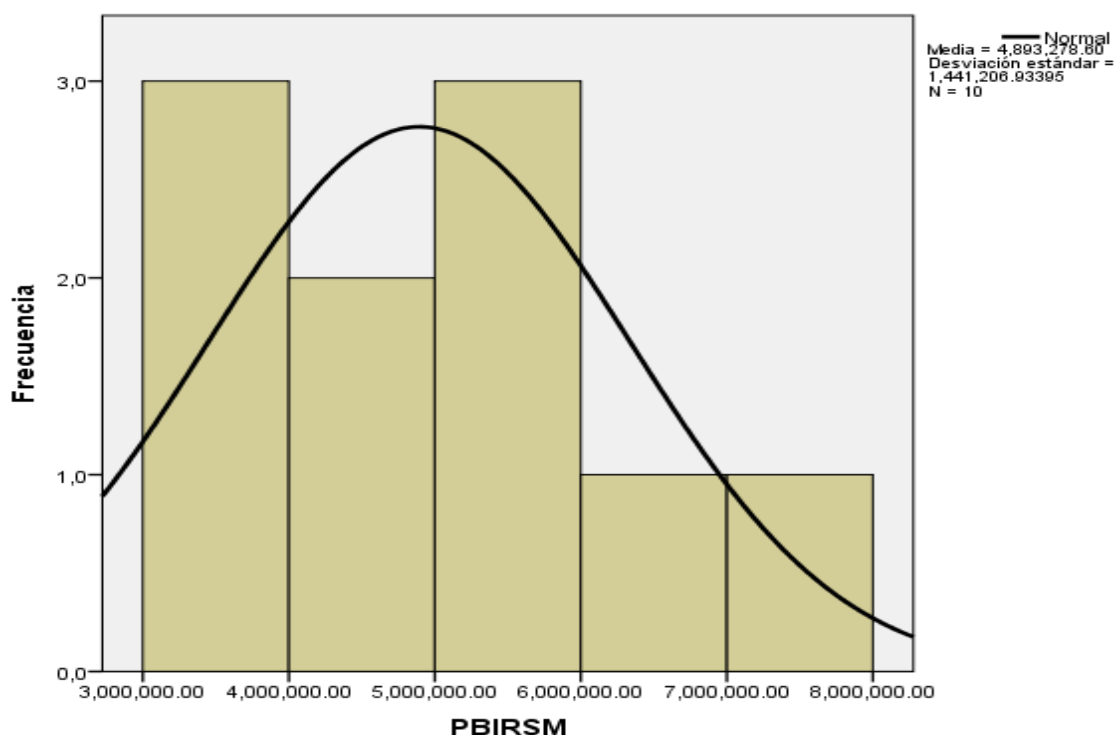


Figura 16. Huella hídrica de producción energética y producción agropecuaria y agua potable de la región San Martín periodo 2006 – 2015. Fuente: INEI, (2017)

Análisis de regresión del crecimiento económico, disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola y el suministro energético en la región San Martín periodo 2006 – 2015

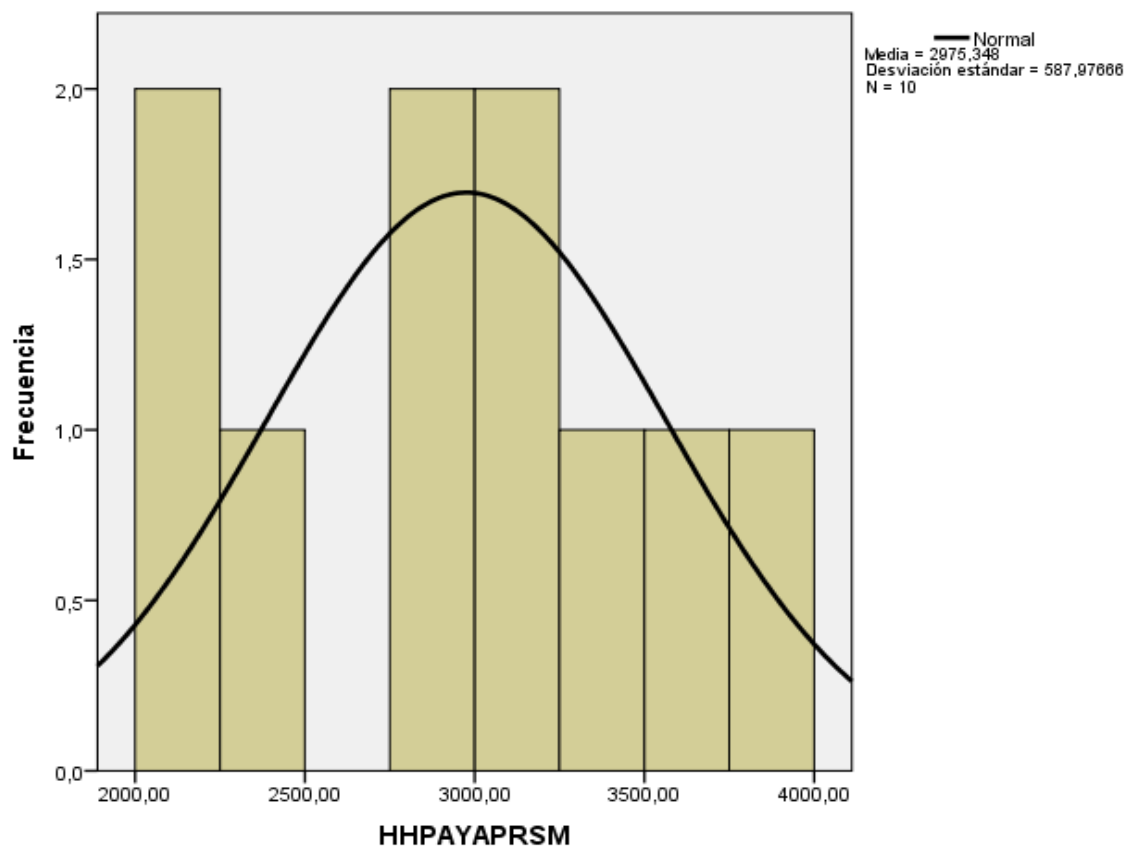
Como primer paso corresponde verificar si los datos a utilizar están normalmente distribuidos, para ello se genera el histograma correspondiente a cada una de las variables que intervienen en el modelo, el PBI de San Martín, la huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria, el PBI agrícola de San Martín y la huella hídrica de producción energética por hidroeléctrica y térmica:



	N	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
PBIRSM	10	,391	,687	-1,041	1,334
N válido (por lista)	10				

Figura 17. Prueba de normalidad del PBI de San Martín. Fuente: Elaboración Propia (2017)

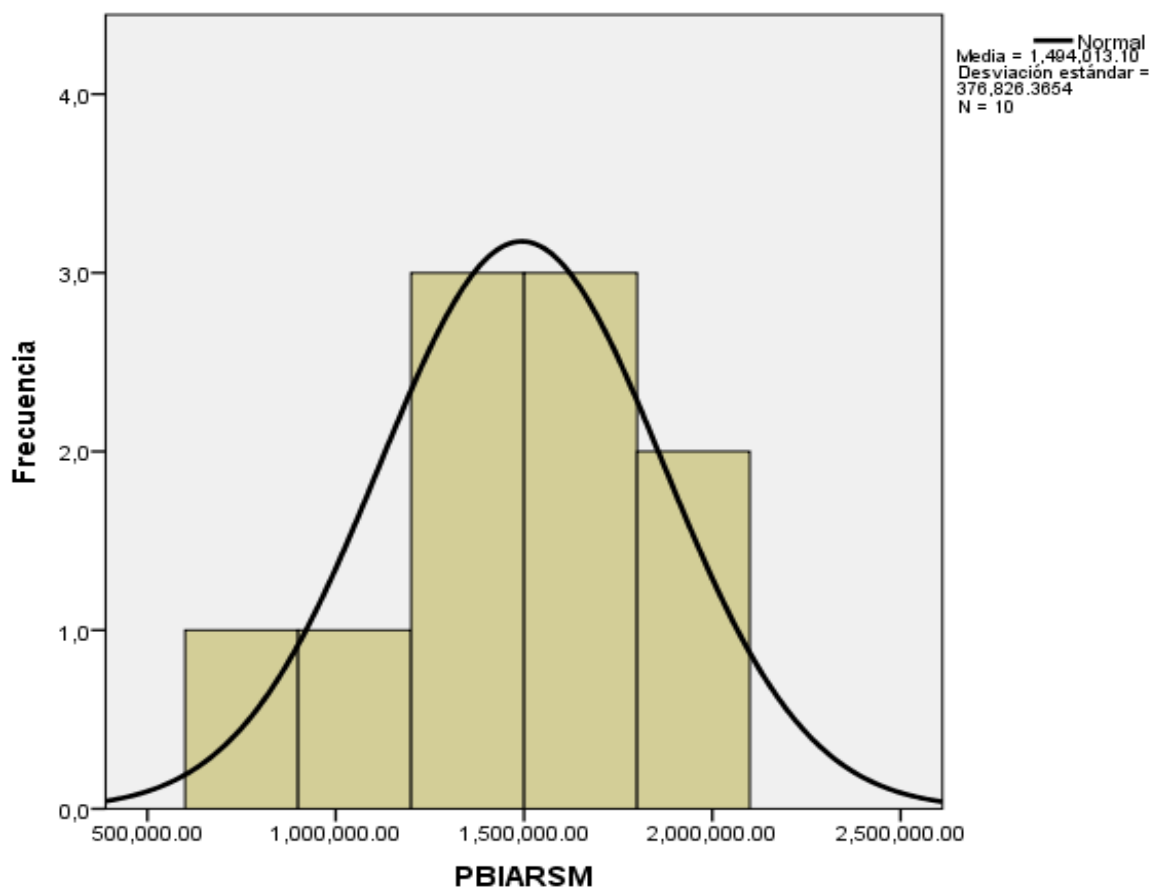
La variable tiene una distribución normal la misma que lo pone de manifiesto el estadístico de asimetría, la tiende a cero.



	N	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
HHPAYAPRSM	10	,020	,687	-1,020	1,334
N válido (por lista)	10				

Figura 18. Prueba de normalidad de la hh de la producción de agua potable y agropecuaria. Fuente: Elaboración Propia (2017)

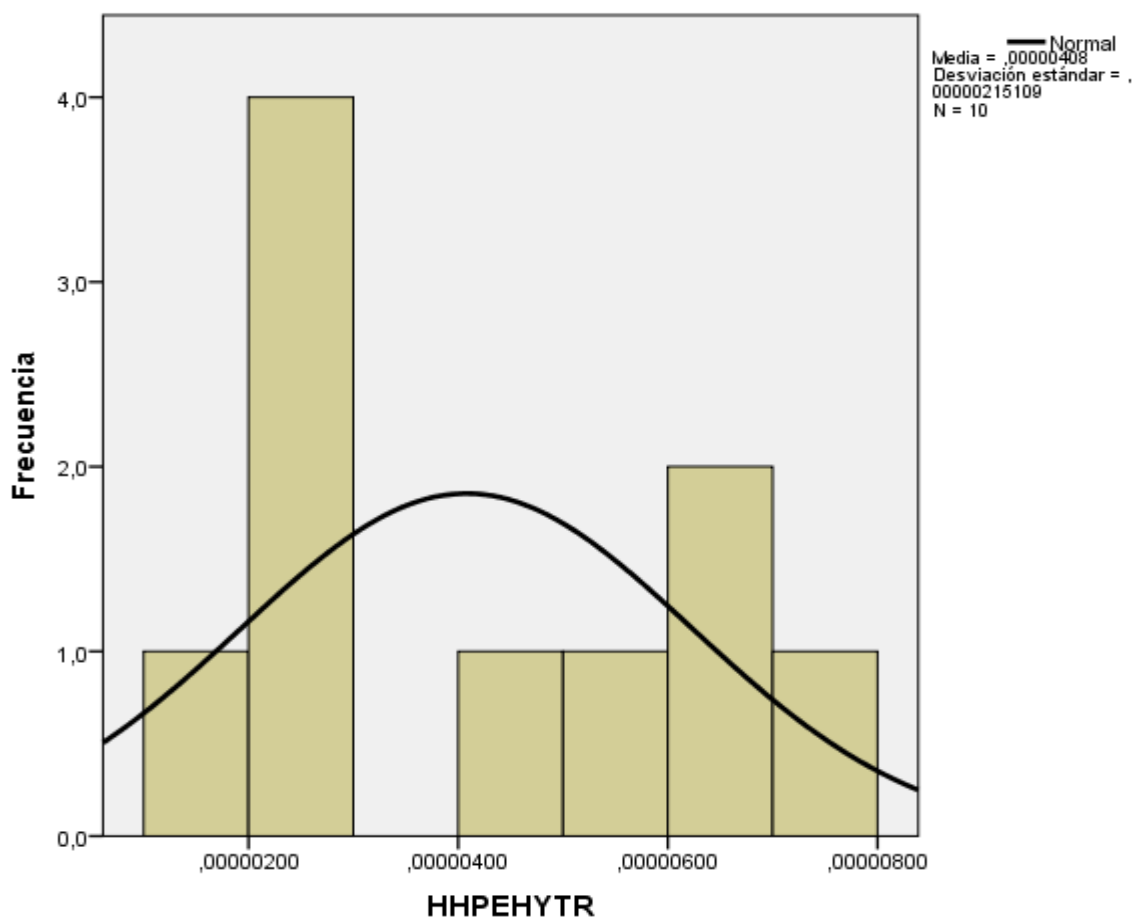
La variable tiene una distribución normal la misma que lo pone de manifiesto el estadístico de asimetría, la que a su vez tiende a cero.



	N	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
PBIARSM	10	-,648	,687	,207	1,334
N válido (por lista)	10				

Figura 19. Prueba de normalidad del PBI agrícola de San Martín. Fuente: Elaboración Propia (2017)

La variable tiene una distribución normal la misma que esta definida por el estadístico de asimetría, la que tiende a cero.



	N	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Error estándar	Estadístico	Error estándar
HHPEHYTR	10	,273	,687	-1,987	1,334
N válido (por lista)	10				

Figura 20. Prueba de normalidad de la hh de producción energética por hidroeléctrica y Térmica. Fuente: Elaboración Propia, (2017)

La variable tiene una distribución normal la misma que esta definida por el estadístico de asimetría, la que a su vez tiende a cero.

Como segundo paso corresponde verificar la existencia de linealidad entre la variable dependiente (PBI región San Martín) y cada uno de las variables independientes (la huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria, el PBI agrícola de San Martín y la huella hídrica de producción energética por hidroeléctrica y térmica), para determinar la existencia de problemas de no linealidad, la misma que se desarrolla a través del diagrama de dispersión:

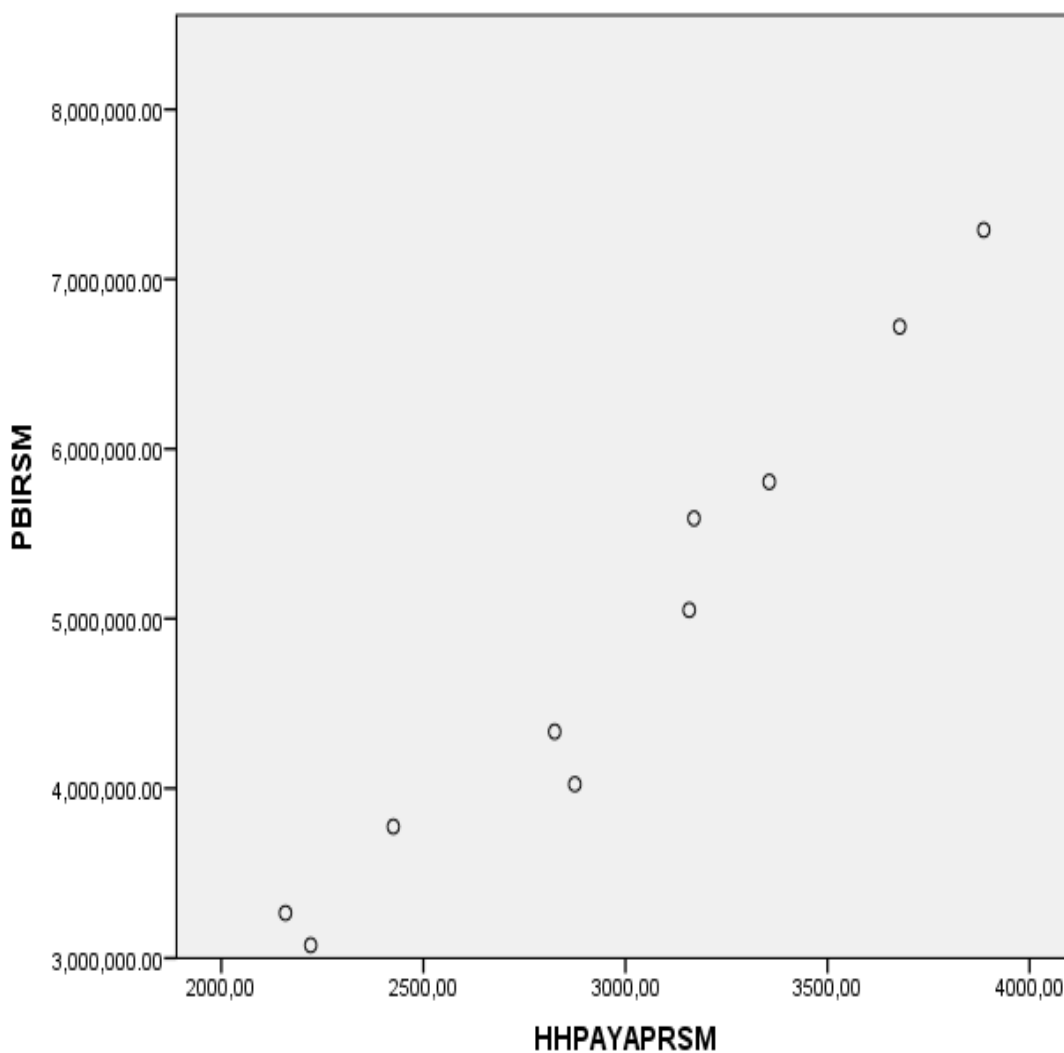


Figura 21. Diagrama de dispersión del PBI región San Martín y la hh de la producción de agua potable y agropecuaria. Fuente: Elaboración Propia, (2017)

Se puede observar una correlación positiva, en la que cuando la huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria crece el PBI de la región San Martín también crece y en forma lineal y proporcional.

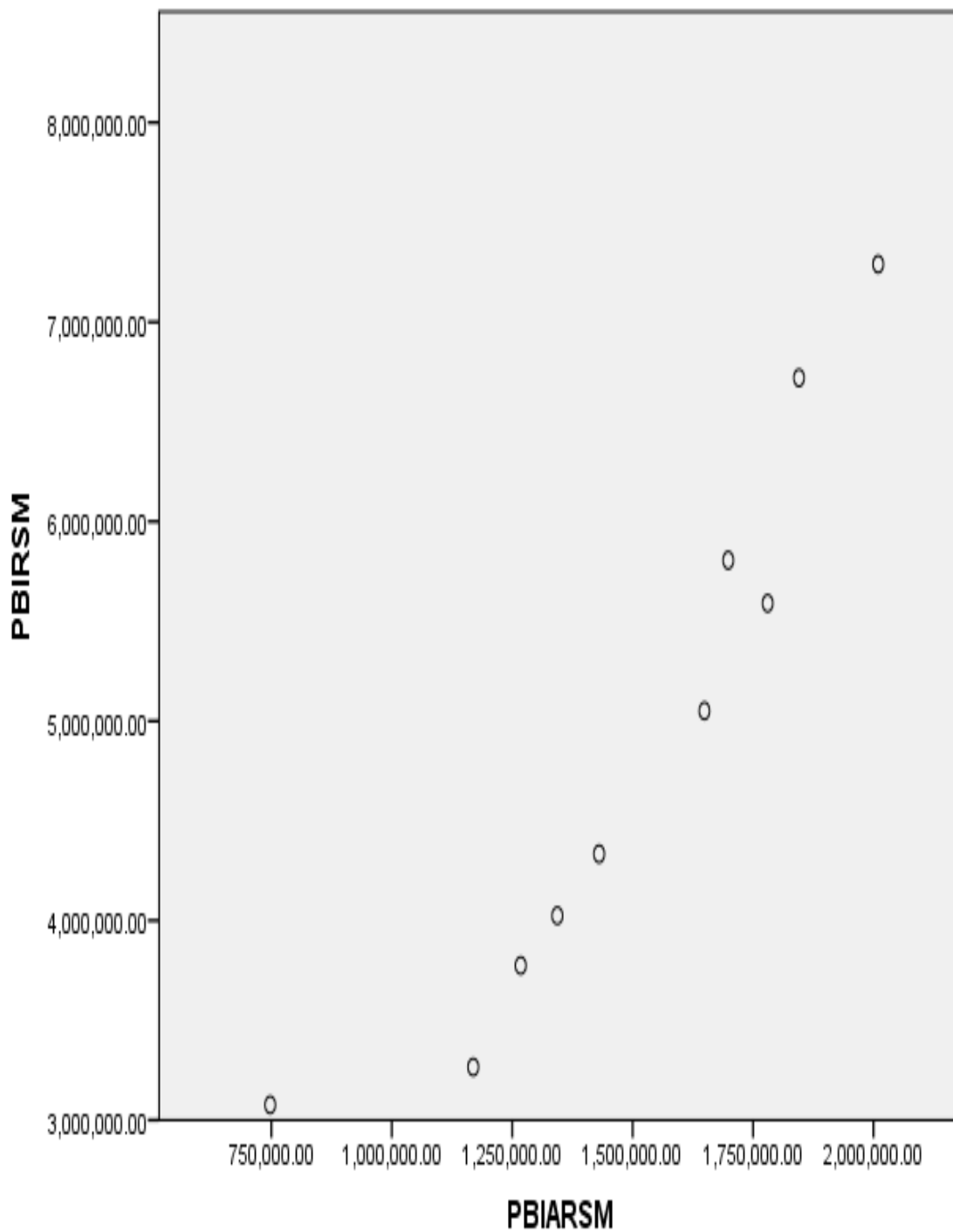


Figura 22. Diagrama de dispersión del PBI región San Martín y el PBI agrícola de San Martín. Fuente: Elaboración Propia, (2017)

Se puede observar una correlación positiva, en la que cuando el PBI agrícola de San Martín crece el PBI de la región San Martín también crece y en forma lineal y proporcional, por tanto existe una correlación lineal positiva.

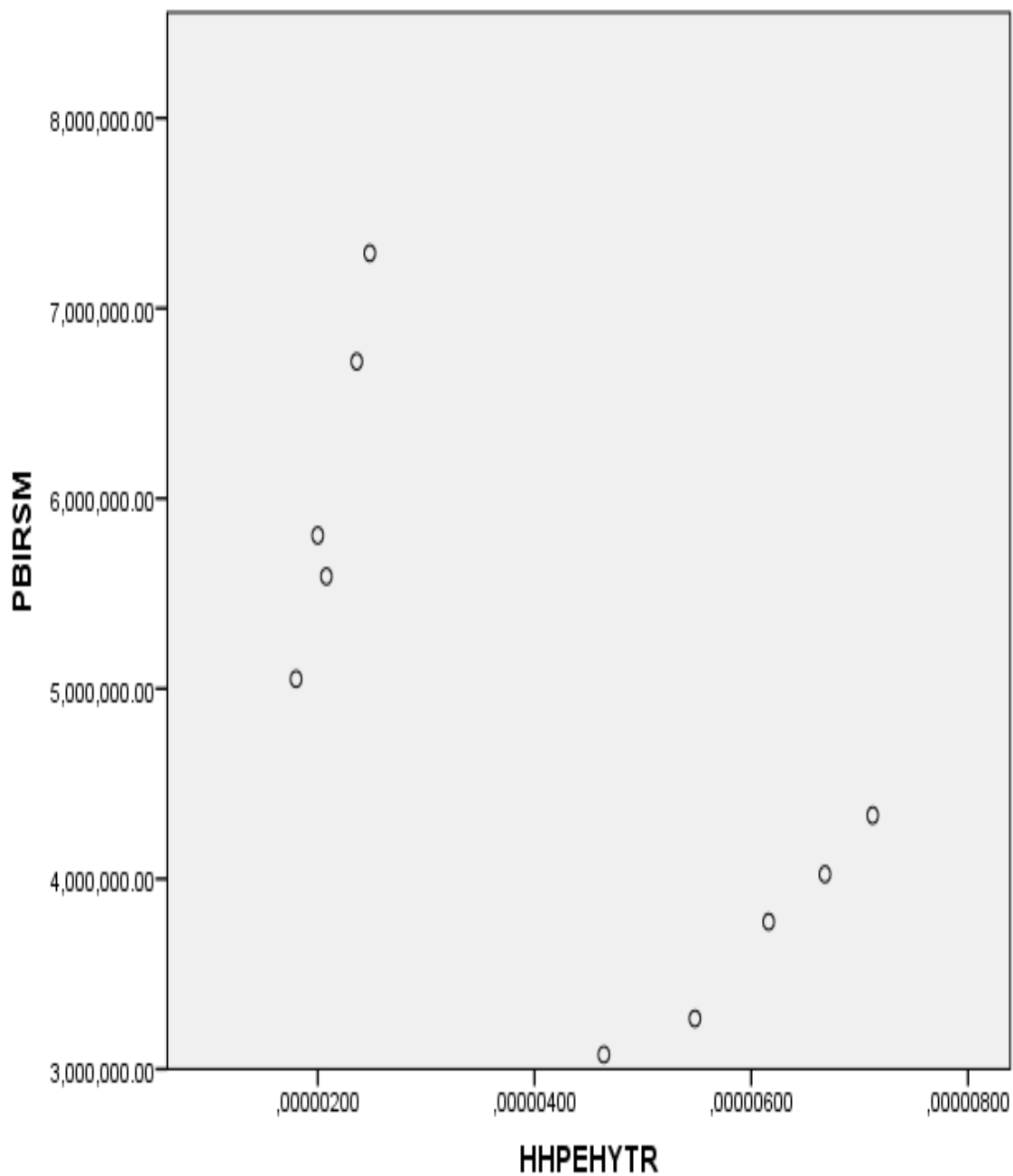


Figura 23. Diagrama de dispersión del PBI región San Martín y hh de Producción energética por hidroeléctrica y térmica. Fuente: Elaboración Propia, (2017)

Se puede observar una distribución no lineal de las variables, muy dispersas los puntos identificados, una apariencia que orientaría a una distribución cúbica, al trazar una línea de ajuste se observa si afectaría el cálculo de la regresión que se pretende hacer y la respectiva construcción del modelo econométrico, la siguiente figura muestra la línea de ajuste y el R^2 que garantiza la misma.

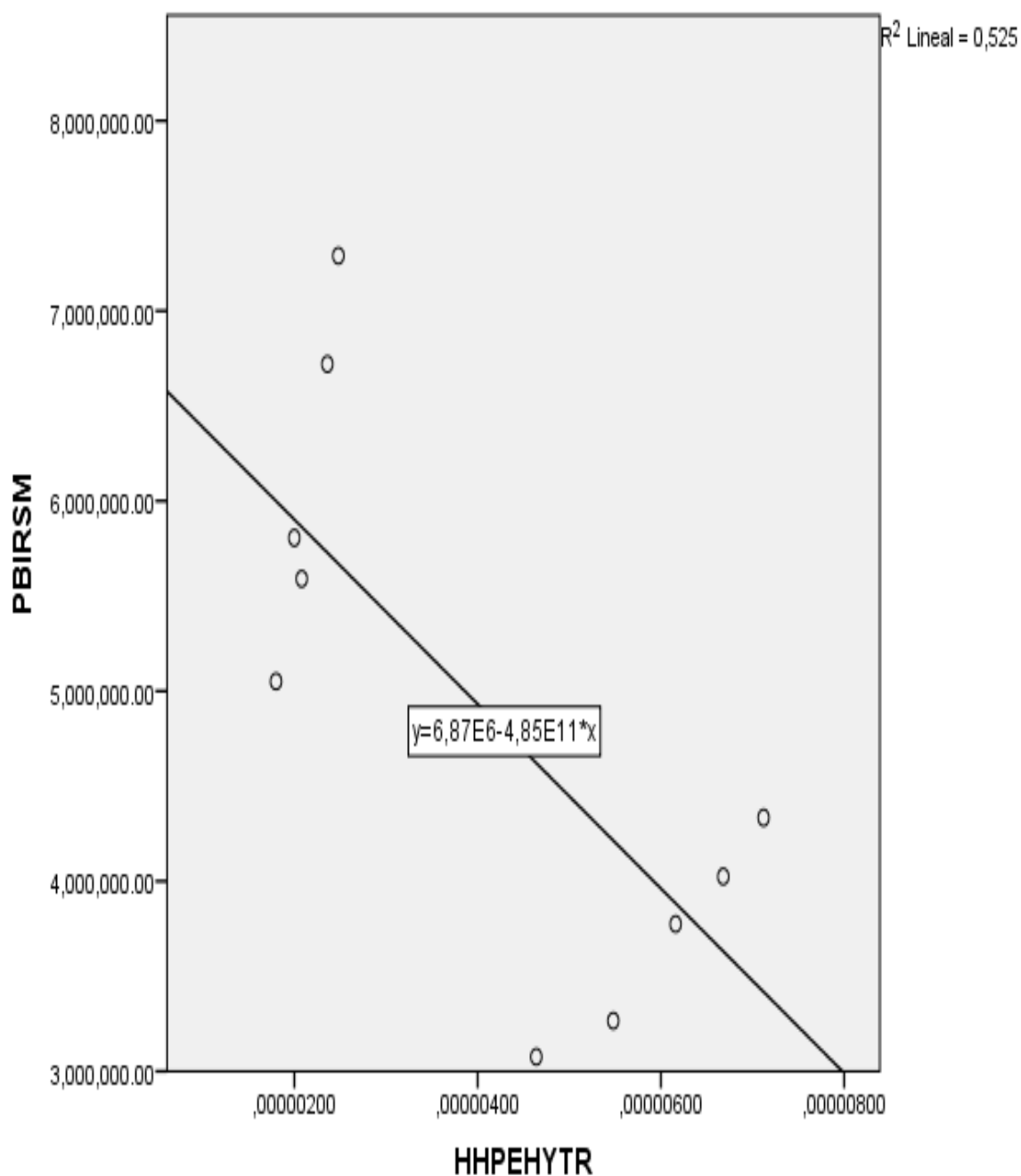


Figura 24. Diagrama de dispersión del PBI región San Martín y hh de Producción energética por hidroeléctrica y térmica. Fuente: Elaboración Propia, (2017)

La línea de ajuste muestra que el 52.50% de la variable dependiente es explicada por la variable independiente, por lo que garantiza la construcción del modelo econométrico que se realizó en el marco del presente estudio.

Determinación de estadísticos de tendencia central y dispersión:

La tabla 6, muestra la media de cada variable, lo que significa que es el valor promedio esperado de las mismas, la mediana que indica una medida de tendencia central más robusta a los errores o puntos de datos inusualmente extremos que la media. El valor máximo y mínimo para cada variable, la desviación estándar, el coeficiente de asimetría y el kurtosis, el estadístico Jarque-Bera, el nivel de probabilidad, un escalar indicando la suma acumulada de las observaciones para cada variable, la desviación estándar para la suma acumulada al cuadrado y el número de observaciones incluida en la muestra analizada.

Tabla 6

Estadísticos de tendencia central y de dispersión de cada variable de estudio

	PBI_REGIO...	HH_PRODU...	PBI_AGROP...	HH_POR_P...
Mean	4893279.	2975.349	1494013.	4.08E-06
Median	4692255.	3016.273	1539670.	3.56E-06
Maximun	7289942.	3886.520	2009633.	7.12E-06
Minimun	3076384.	2158.771	747368.0	1.80E-06
Std. Dev.	1441207.	587.9765	376826.4	2.15E-06
Skewness	0.329863	0.016570	-0.546748	0.230080
Kurtosis	1.865888	1.877626	2.571764	1.330858
Jarque-Bera	0.717271	0.525343	0.574634	1.249076
Probability	0.698629	0.768995	0.750274	0.535509
Sum	48932786	29753.49	14940131	4.08E-05
Sum Sq. Dev.	1.87E+13	3111447.	1.28E+12	4.16E-11
Observations	10	10	10	10

Fuente: Elaboración Propia,(2017)

Determinación de la matriz de correlaciones entre variables:

La tabla 7 muestra la relación de cada una de las variables independientes (la Huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria, el PBI agrícola de San Martín y la

huella hídrica de producción energética por hidroeléctrica y térmica) con la variable dependiente (PBI región San Martín), esta relación esta definida por la correlación existente entre cada una de las variables independientes y la variable dependiente, cabe resaltar que cada una de las variables independientes esta altamente correlacionada con la variable dependiente:

- Las variables huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria y el PBI agrícola de San Martín tienen una relación directa con el PBI región San Martín siendo una relación de 97.89% y 93.96% respectivamente.
- La variable huella hídrica de producción energética por hidroeléctrica y térmica muestra una relación inversa o negativa con el PBI región San Martín. Esta relación esta alrededor del 72.43%. Es muy posible que esta relación pueda distorsionar los resultados econométricos en la ecuación de PBI región San Martín relacionado con la huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria, El PBI agrícola de San Martín y la huella hídrica de producción energética por hidroeléctrica y térmica.

Tabla 7

Matriz de Correlaciones

	Correlation			
	PBI_REGIO...	HH_PRODU...	PBI_AGROP...	HH_POR_P...
PBI_REGIO...	1.000000	0.978937	0.939686	-0.724358
HH_PRODU...	0.978937	1.000000	0.930899	-0.675746
PBI_AGROP...	0.939686	0.930899	1.000000	-0.645420
HH_POR_P...	-0.724358	-0.675746	-0.645420	1.000000

Fuente: Elaboración Propia, (2017)

Estimación de parámetros de la ecuación a obtener:**Tabla 8***Parámetros para la ecuación a Obtener*

Dependent Variable: PBI_REGION_SAN_MARTIN_MI

Method: Least Squares

Date: 04/01/18 Time: 11:01

Sample: 2006 2015

Included observations: 10

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-1191640.	904349.7	-1.317676	0.2357
HH_PRODUCION_AGROPECUAR	1762.994	485.3936	3.632091	0.0109
PBI_AGROPECUARIO_REGION_	0.762466	0.730910	1.043174	0.3371
HH_POR_PRODUCION_DE_ELE	-7.35E+10	6.34E+10	-1.157869	0.2909
R-squared	0.970870	Mean dependent var		4893279.
Adjusted R-squared	0.956304	S.D. dependent var		1441207.
S.E. of regression	301262.6	Akaike info criterion		28.35853
Sum squared resid	5.45E+11	Schwarz criterion		28.47956
Log likelihood	-137.7926	Hannan-Quinn criter.		28.22575
F-statistic	66.65680	Durbin-Watson stat		1.660106
Prob(F-statistic)	0.000053			

Fuente: Elaboración Propia, (2017)

El Tabla 8, muestra los parámetros para la ecuación a determinar en función de las variables de estudio.

Considerando la siguiente ecuación lineal:

$$Y = a + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \mu$$

Considerando que:

$a = - 1'191,640$

Y : Crecimiento económico

$\beta_1 = 1762.994$

X₁ : Disponibilidad del recurso hídrico

$\beta_2 = 0.762466$

X₂ : Productividad agrícola

$\beta_3 = - 73,500'000,000$

X₃ : Suministro energético

La ecuación de regresión encontrada sería la siguiente:

$$Y = -1'191,640 + 1,762.994 X_1 + 0.762466 X_2 - 7.35E+10 X_3 + \mu$$

Con un coeficiente de Determinación de **0.970870**

Con un coeficiente de Correlación de **0.98532**

La regresión realizada muestra que existe una coeficiente de determinación igual al **97.09%** mostrando que el crecimiento económico es explicado por la disponibilidad del Recurso hídrico, productividad agrícola y el suministro energético, existiendo además una relación fuerte entre dichas variables, pues se logra determinar un coeficiente de correlación del **0.98532** entre crecimiento económico y las demás variables.

3.2 Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación, fueron contrastados con las investigaciones previas de diversos autores. Así por ejemplo de acuerdo a Miralles (2014), el cual concluye en su investigación que el agua es necesaria para la generación de energía, para el cultivo, para la producción de alimentos y al mismo tiempo la energía para la producción de alimentos y acceso a fuentes de agua, generando una relación dinámica con el crecimiento de una región, las mismas que deben de trabajar de manera conjunta para lograr resultados positivos.

Feria (2016) confirma la relación directa que existe entre la energía y el crecimiento en Estados Unidos, pero señalando la necesidad de tener en cuenta que las relaciones a largo plazo entre las variables son cambiantes con el tiempo.

Por su parte Olmeda (2006) analiza la relación entre el agua con el crecimiento económico mediante el modelo econométrico tipo Cross-Country con datos de 143 países, siendo variable endógena el crecimiento medio del PIB y cuyas variables exógenas: la inversión, el capital humano, la corrupción y la tasa de utilización de agua, concluyendo que la tasa de utilización del agua”, resulta significativa al 95% con respecto al crecimiento económico.

Banco Mundial (2017), describe que la agricultura no solo contribuye al crecimiento económico del país, sino a su diversificación productiva, generando empleos en mayor número y mejor calidad. Haciendo que su relación sea directamente proporcional.

Con respecto a nuestro estudio los resultados se ajustan a lo descrito anteriormente, en las bases teóricas, donde se verificó que realmente el crecimiento económico es explicado por la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola y suministro energético, existiendo una relación fuerte entre dichas variables, por el cual debe ser observada en la magnitud de su importancia, debido a que el uso eficiente del recurso agua, agricultura y energía genera importantes efectos positivos sobre el desarrollo socioeconómico de la región San Martín, ya que compromete sectores productivos como el agropecuario que contribuye con más de 30% del Producto Bruto Interno regional, al mismo tiempo que garantiza la seguridad alimentaria y representa una reserva energética importante para la región San Martín.

Por ello, para demostrar esta relación, se planteó un modelo econométrico lineal múltiple donde se compara la relación existente entre el PBI de la región San Martín como indicador del crecimiento en la región San Martín y cada uno de las variables independientes: La huella hídrica de la producción de agua potable y agropecuaria como indicador de la disponibilidad del recurso hídrico, el PBI agrícola de San Martín como indicador de la productividad agrícola y la huella hídrica de producción energética por hidroeléctrica y térmica como indicador del suministro energético, en el periodo 2006 – 2015. Dicho análisis se realizó aplicando un modelo econométrico lineal múltiple a través del método de mínimos ordinarios. Donde se logró obtener un coeficiente de determinación igual al 97.09 % y un coeficiente de correlación del 0.98532 mostrando que el crecimiento económico es explicado por la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola y suministro energético, existiendo una relación fuerte entre dichas variables.

La ecuación de regresión, muestra que por cada hectómetro cúbico de agua orientado a la producción agropecuaria tendríamos un incremento adicional del crecimiento económico correspondiente a 1,762.994 soles, ratificando la importancia de la adecuada gestión del agua. Así mismo una tonelada de producción adicional en la producción agropecuaria contribuye en 0.762466 soles de incremento en el crecimiento económico. Respecto al suministro energético nos muestra una afectación al crecimiento económico por cada nivel

de energía utilizada, esto ratifica nuestra dependencia energética a través de los interconectados, siendo de suma importancia cambiar nuestro sistema de abastecimiento de energía hacia el uso de las potencialidades de generación energéticas con que cuenta la región. Menciona parte nos indica la afectación autónoma si no existiese disponibilidad de recurso hídrico y producción agropecuaria en un total de – 1'191,640 soles al crecimiento económico de la región San Martín, producto del modelo econométrico encontrado.

CONCLUSIONES

1. Mediante el método de MCO se realizó un análisis de regresión en el que muestra que existe una coeficiente de determinación igual al 97.09% mostrando que el crecimiento económico es explicado por la disponibilidad del recurso hídrico, productividad agrícola y el suministro energético, existiendo además una relación fuerte entre dichas variables, pues se logra determinar un coeficiente de correlación del 0.98532 entre crecimiento económico y las demas variables, generando que se tomen medidas y conciencia sobre el uso eficiente de los recursos (AAE) ya que afectan directamente al crecimiento económico de la región.
2. Se determinó la disponibilidad del recurso agua de la región al año 2015 en un total de 3,886.52 Héctometros cúbicos
3. El nivel de producción agrícola de la región San Martín en miles de soles, muestra un incremento permanente en el periodo de estudio, pasando de 747,368.00 soles en el 2006 a 2'009,633.00 soles en el 2015, al mismo tiempo se puede notar una leve caída en el año 2013 y una recuperación rápida a partir del año 2014 continuando así su tendencia ascendente.
4. El nivel de producción energética global de la región San Martín muestra una tendencia hacia la reducción en la producción energética, considerando la reducción de generación térmica y el limitado incremento de generación hidroenergética, al mismo tiempo teniendo en cuenta la dependencia energética del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), pasando de producir 116.00 Gwh el 2006 a 62.00 Gwh el 2015.
5. El producto bruto interno de la region San Martín tiene una tendencia creciente, en el 2006 se llegó a sobrepasar los cuatro millones de miles de soles de nivel de producción, en el año 2009, para luego evidenciar un salto a mas de siete millones de miles de soles en el 2015.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda realizar este nivel de estudio de forma periódica, considerando que posibles cambios en las variables independientes del modelo econométrico obtenido, podría dar como resultado el cambio de relación existente con el producto bruto interno de la región, y que las variables materia del estudio son importantes en condiciones actuales de riesgo de estrés hídrico y el cambio climático.
2. Se recomienda que las personas tomen decisiones racionales, utilizando estrategias y alternativas hacia la buena gestión al uso del agua en base a la eficiencia y efectividad.
3. Fortalecer la productividad agropecuaria de la región, la misma que contribuirá a la competitividad del sector, con un incremento del nivel de producción que no responda a la ampliación de áreas de cultivo comprometiendo bosques de protección y que generalmente afectan a nuestras cuencas y microcuencas, considerando que nuestra preocupación con mayor importancia es la conservación de las fuentes de recurso hídrico.
4. La Dirección de Infraestructura Eléctrica debe generar las condiciones para la puesta en marcha de los proyectos hidroenergéticos en la región, la misma que permitirá reducir la dependencia energética del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), convirtiéndonos en un hub energético para el país, e impulsar la industrialización, el manejo mixto de agua y energía, contribuyendo de esta manera al incremento del PBI de la región
5. El gobierno a través de los ministerios del ambiente, de la producción, de agricultura y riego, de trabajo y promoción de empleo junto con el ministerio de económica y finanzas (MEF), deben promover el incremento del producto bruto interno de la región San Martín a través de la diversificación de actividades productivas, reduciendo su dependencia del sector agropecuario sin afectar por supuesto la seguridad alimentaria, logrando con ello reducir y reorientar el uso del recurso hídrico con menos huella hídrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, D. (2012). Una mirada a la agricultura de Colombia desde su huella hídrica. (J. Aguado, Ed.) *WWF*(1), 45.
- Banco Mundial. (2017). *Tomando impulso en la agricultura Peruana: oportunidades para aumentar la productividad y mejorar la competitividad del sector*. Lima: Galese SAC.
- Bernex Weiss, N. (2009). “*Aportes metodológicos al desarrollo de los planes de gestión integrada de cuencas*”. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Borja Vivero, J., & Valdivia Álvarez, R. (2015). *Introducción a la agronomía*. (Universidad Central del Ecuador, Ed.) (Versión 1.). Quito, Ecuador: EDIMEC, Ediciones Médicas CIEZT.
- Cannock, G., & Gonzales-Zúñiga, A. (1994). *Economía agraria*. (Universidad del Pacífico, Ed.) (Primera ed). Lima: Biblioteca Universitaria.
- CEPAL. (2007). *Indicadores para el seguimiento del Plan Agro 2015*. (Publicación de las Naciones Unidas, Ed.). Santiago de Chile.
- Córdova, H. (2009). *El Perú y sus recursos. Una mirada desde la geografía Económica*. Lima: Instituto Pacífico S.A.C.
- Correa Restrepo, F. (2004). “Crecimiento económico y medio ambiente: una revisión analítica de la hipótesis de la curva ambiental de Kuznets”. (Universidad de Medellín, Ed.)
- Dirección Regional de Energía y Minas. (2015). 5.
- Energía y Sociedad. (2013). <http://www.energiaysociedad.es>. Obtenido de <http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-1-energia-y-sociedad/>
- Feria, J. (2016). *Ensayos sobre la relación entre el crecimiento económico y la energía: aplicaciones matemáticas y econométricas*. Huelva: Universidad de Huelva.
- Fundación de la Innovación Bankinter. (2006). “*Energía: El desafío de la demanda*”. España: Fundación Acenture.
- Fundación de la Innovación Bankinter. (2006). *Energía: El desafío de la demanda. desarrollo sostenible*.
- Galindo Martín. (2011). “Crecimiento económico”, (Ministerio de Economía, industria y competitividad, Ed.)

- Galindo, M. (2011). *Crecimiento económico*. (Ministerio de Economía, industria y competitividad, Ed.) Madrid: Fundación Dialnet.
- Gujarati & Porter. (2010). *Econometría* (quinta ed.). (E. Zúñiga Gutiérrez, Ed.) México: Interamericana Editores SAC.
- GWP e INBO. (2009). *Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas*. Londres: Empresa Gráfica Mosca.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). Metodología de la investigación. (S. A. D. C. V. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, Ed.) (5th ed.). México D.F.
- INBO, G. (2009). *Desarrollo y aplicación de herramientas analíticas a la Planificación trinómica agua-alimentos-energía en américa latina y el caribe*. Banco Interamericano de Desarrollo. londres: empresa gráfica mosca.
- Jarquín Mejía. (2012). "Efectos del cambio climático en la seguridad alimentaria y la productividad agrícola". (Juan Carlos M. Coll, Ed.)
- Kutznets, S. (1966). *El crecimiento económico moderno*. (Aguilar, Ed.) Madrid: Aguilar.
- Miralles, F. (2014). Recursos hídricos y adaptación al cambio climático en latinoamérica y el caribe. *iadb*, 45.
- Navarro, V. (2006). La seguridad del suministro energético: Experiencias mediterráneas de una empresa global. (Jose Luis Martínez, Ed.) *dialnet*, 68.
- Navarro Vigil. (2006). "La seguridad del suministro energético: Experiencias mediterráneas de una empresa global". (Jose Luis Martínez, Ed.)
- Nicole, B. (2003). *Hacia una gestión integrada de los recursos hídricos del Perú*. (Roel, Ed.)
- Ñaupas Paitán, H., Mejía, E. M., Novoa Ramírez, E., & Villagómez Paucar, A. (2014). Metodología de investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis. (Ediciones de la U, Ed.) (4ta Edición). Bogotá.
- Olmeda, P. (2006). El agua y su análisis desde la perspectiva económica: una aplicación para el crecimiento económico. *Junta de comunidades de Castilla-La Mancha* (pág. 21). Madrid: Altea.
- Rache, B., & Blanco, G. (2010). *Fundamentos de Economía: ideas fundamentales y talleres de aplicación*. Bogotá: Edit. Gran Colombiano.
- Rendón, E. (Julio de 2015). La huella hídrica como un indicador de sustentabilidad y su aplicación en el Perú. *Agua y riego*, 45.
- Sanchez Álzate. (2011). ¿condicionan los recursos naturales el crecimiento económico?

- Villar, F. (2007). La agricultura peruana: enfrentando el reto del cambio. 101.
- Vuille, M. (2013). *"El cambio climático y los recursos hídricos en los Andes tropicales"*. IDB Technical Note; 517, Banco Interamericano de Desarrollo.
- World Wildlife Fund Inc. (2013). *HUELLA HIDRICA DEL SECTOR AGROPECUARIO DEL PERU*. LIMA: COSUDE.
- World Wildlife Fund Inc. (2013). *Huella hídrica del sector agropecuario del Perú*. Lima.
- WWAP. (2016). Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el Mundo 2016: agua y empleo. (Unesco, Ed.) *The United Nations World Water Development Report 2016*, 147.

ANEXOS

Anexo A
Matriz de consistencia.

Título: Región San Martín: trilogía (AAE) agua, agricultura, energía y crecimiento económico, 2006 - 2015

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
¿Cuál es relación del Trinomio AAE con el crecimiento económico de la Región San Martín observado durante el periodo 2006 – 2015?	General	General			El tipo de investigación, es investigación básica.
	Demostrar mediante el cálculo econométrico que la trilogía (AAE) agua, agricultura y energía tiene relación con el crecimiento económico observado en la región San Martín durante el periodo 2006 – 2015.	La trilogía agua, agricultura y energía (AAE) está directamente relacionado con el crecimiento económico de la Región San Martín observado durante el periodo 2006 – 2015.			El nivel de investigación es explicativa.
	Específicos	Específicas			El presente proyecto de investigación utilizó el diseño de investigación no experimental o correlacional
	O₁ Conocer el nivel de disponibilidad del recurso agua de la región San Martín periodo 2006-2015	1.Se evidencia el nivel de disponibilidad del recurso agua de la región San Martín periodo 2006-2015.	Variable Independiente (X1) Disponibilidad del Recurso Hídrico	Variación de la Huella Hídrica Agropecuaria y Produccion de Agua Potable	Los datos obtenidos, se analizó principalmente la información correspondiente a los indicadores de la investigación, elaborándose tablas estadísticas logrando la interpretación por los investigadores de los resultados obtenidos, los mismos que fueron procesados y presentados a través de tablas, gráficas y apreciaciones descriptivas, utilizando programas como el Microsoft Excel, SPSS y el Eviews, permitiendo de esta forma el análisis correspondiente para la debida contrastación de la hipótesis, con los resultados obtenidos.
	O₂ Verificar el nivel de producción agrícola de la región San Martín periodo 2006-2015.	2.Existe un incremento en el nivel de producción agrícola de la región San Martín periodo 2006-2015.	Variable Independiente (X2) Productividad Agrícola	Variación del PBI agropecuario	
	O₃ Conocer el nivel de producción energética de la región San Martín periodo 2006-2015.	3.Existe un incremento en el nivel de producción energética de la región San Martín periodo 2006-2015.	Variable Independiente (X3) Suministro Energético	Variación de la Huella Hídrica Energética	

O₄ Verificar el nivel de crecimiento económico de la región San Martín periodo 2006-2015.	4. Se evidencia un incremento en el nivel de crecimiento económico de la región San Martín periodo 2006-2015.	Variable Independiente (X₃) Suministro Energético	Variación de la Huella Hídrica Energética
O₅ Conocer el nivel de producción de Arroz Cascara en la Región San Martín periodo 2011 - 2015	5. El nivel de producción de Arroz Cascara se ha incrementado en la Región San Martín periodo 2011 - 2015	Variable Dependiente (Y) Crecimiento Económico	Variación del Producto Bruto Interno

Fuente: Elaboración Propia, (2017)

Anexo B
Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria/2006 - 2008

PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION
2006		m3/t	hm3/t	hm3	2007		m3/t	hm3/t	hm3	2008		m3/t	hm3/t	hm3
ARROZ	481920	1080	0.00108	520.47	ARROZ	412394	1080	0.00108	445.39	ARROZ	520085	1080	0.00108	561.69
YUCA	70700	1280	0.00128	90.50	YUCA	62583	1280	0.00128	80.11	YUCA	62686	1280	0.00128	80.24
PLÁTANO	300151	1734	0.001734	520.46	PLÁTANO	281059	1734	0.001734	487.36	PLÁTANO	326922	1734	0.001734	566.88
NARANJA	23001	681	0.000681	15.66	NARANJA	0	681	0.000681	0.00	NARANJA	0	681	0.000681	0.00
PIÑA	11141	219.2	0.0002192	2.44	PIÑA	0	219.2	0.0002192	0.00	PIÑA	0	219.2	0.0002192	0.00
PAPAYA	36490	310	0.00031	11.31	PAPAYA	1142	310	0.00031	0.35	PAPAYA	1322	310	0.00031	0.41
CAÑA DE AZÚCAR	153396	101	0.000101	15.49	CAÑA DE AZÚCAR	207701	101	0.000101	20.98	CAÑA DE AZÚCAR	193820	101	0.000101	19.58
PALMA ACEITERA	184233	1193	0.001193	219.79	PALMA ACEITERA	190384	1193	0.001193	227.13	PALMA ACEITERA	174343	1193	0.001193	207.99
MAÍZ AMARILLO	124304	1764.08	0.00176408	219.28	MAÍZ AMARILLO	124157	1764.08	0.00176408	219.02	MAÍZ AMARILLO	134896	1764.08	0.00176408	237.97
CACAO	3956	23028	0.023028	91.10	CACAO	7230	23028	0.023028	166.49	CACAO	8498	23028	0.023028	195.69
CAFÉ	49585	7168.07	0.00716807	355.43	CAFÉ	37907	7168.07	0.00716807	271.72	CAFÉ	43213	7168.07	0.00716807	309.75
CARNE DE AVES	1777	3900	0.0039	6.93	CARNE DE AVES	20753	3900	0.0039	80.94	CARNE DE AVES	13800	3900	0.0039	53.82
CARNE DE PORCINO	3057	6309	0.006309	19.29	CARNE DE PORCINO	3208	6309	0.006309	20.24	CARNE DE PORCINO	2928	6309	0.006309	18.47
CARNE DE VACUNO	5575	15500	0.0155	86.41	CARNE DE VACUNO	5604	15500	0.0155	86.86	CARNE DE VACUNO	7398	15500	0.0155	114.67
HUEVOS	4644	1263.125	0.001263125	5.87	HUEVOS	5652	1263.125	0.001263125	7.14	HUEVOS	4889	1263.125	0.001263125	6.18
LECHE	11917	2000	0.002	23.83	LECHE	13818	2000	0.002	27.64	LECHE	16893	2000	0.002	33.79
OVINOS	92	6100	0.0061	0.56	OVINOS	93	6100	0.0061	0.57	OVINOS	152	6100	0.0061	0.93
HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				2,204.83	HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				2,141.92	HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				2,408.05

Fuente: INEI, (2017)

Anexo C
Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria/2009 - 2011

PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION
2009		m3/t	hm3/t	hm3	2010		m3/t	hm3/t	hm3	2011		m3/t	hm3/t	hm3
ARROZ	566463	1080	0.00108	611.78	ARROZ	494489	1080	0.00108	534.05	ARROZ	522732	1080	0.00108	564.55
YUCA	70726	1280	0.00128	90.53	YUCA	81389	1280	0.00128	104.18	YUCA	100063	1280	0.00128	128.08
PLÁTANO	315091	1734	0.001734	546.37	PLÁTANO	318604	1734	0.001734	552.46	PLÁTANO	369866	1734	0.001734	641.35
NARANJA	22158	681	0.000681	15.09	NARANJA	19020	681	0.000681	12.95	NARANJA	24631	681	0.000681	16.77
PIÑA	0	219.2	0.0002192	0.00	PIÑA	0	219.2	0.0002192	0.00	PIÑA	0	219.2	0.0002192	0.00
PAPAYA	21313	310	0.00031	6.61	PAPAYA	31780	310	0.00031	9.85	PAPAYA	26652	310	0.00031	8.26
CAÑA DE AZÚCAR	212862	101	0.000101	21.50	CAÑA DE AZÚCAR	250580	101	0.000101	25.31	CAÑA DE AZÚCAR	297854	101	0.000101	30.08
PALMA ACEITERA	302445	1193	0.001193	360.82	PALMA ACEITERA	256211	1193	0.001193	305.66	PALMA ACEITERA	262734	1193	0.001193	313.44
MAÍZ AMARILLO	134557	1764.08	0.00176408	237.37	MAÍZ AMARILLO	106822	1764.08	0.00176408	188.44	MAÍZ AMARILLO	102791	1764.08	0.00176408	181.33
CACAO	11420	23028	0.023028	262.98	CACAO	13967	23028	0.023028	321.63	CACAO	19272	23028	0.023028	443.80
CAFÉ	47676	7168.07	0.00716807	341.74	CAFÉ	55199	7168.07	0.00716807	395.67	CAFÉ	62772	7168.07	0.00716807	449.95
CARNE DE AVES	26820	3900	0.0039	104.60	CARNE DE AVES	25299	3900	0.0039	98.67	CARNE DE AVES	23637	3900	0.0039	92.18
CARNE DE PORCINO	3508	6309	0.006309	22.13	CARNE DE PORCINO	3422	6309	0.006309	21.59	CARNE DE PORCINO	3599	6309	0.006309	22.71
CARNE DE VACUNO	10866	15500	0.0155	168.42	CARNE DE VACUNO	10331	15500	0.0155	160.13	CARNE DE VACUNO	10957	15500	0.0155	169.83
HUEVOS	8476	1263.125	0.001263125	10.71	HUEVOS	10457	1263.125	0.001263125	13.21	HUEVOS	8920	1263.125	0.001263125	11.27
LECHE	27282	2000	0.002	54.56	LECHE	30963	2000	0.002	61.93	LECHE	32209	2000	0.002	64.42
OVINOS	220	6100	0.0061	1.34	OVINOS	235	6100	0.0061	1.43	OVINOS	262	6100	0.0061	1.60
HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				2,856.55	HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				2,807.16	HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				3,139.63

Fuente: INEI, (2017)

Anexo D

Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria/2012 - 2014

PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION
2012		m3/t	hm3/t	hm3	2013		m3/t	hm3/t	hm3	2014		m3/t	hm3/t	hm3
ARROZ	556791	1080	0.00108	601.33	ARROZ	560708	1080	0.00108	605.56	ARROZ	633736	1080	0.00108	684.43
YUCA	123035	1280	0.00128	157.48	YUCA	111272	1280	0.00128	142.43	YUCA	108322	1280	0.00128	138.65
PLÁTANO	340547	1734	0.001734	590.51	PLÁTANO	431182	1734	0.001734	747.67	PLÁTANO	451021	1734	0.001734	782.07
NARANJA	18354	681	0.000681	12.50	NARANJA	17369	681	0.000681	11.83	NARANJA	30026	681	0.000681	20.45
PIÑA	1868	219.2	0.0002192	0.41	PIÑA	17858	219.2	0.0002192	3.91	PIÑA	12511	219.2	0.0002192	2.74
PAPAYA	22367	310	0.00031	6.93	PAPAYA	30296	310	0.00031	9.39	PAPAYA	29057	310	0.00031	9.01
CAÑA DE AZÚCAR	212089	101	0.000101	21.42	CAÑA DE AZÚCAR	286167	101	0.000101	28.90	CAÑA DE AZÚCAR	316530	101	0.000101	31.97
PALMA ACEITERA	297892	1193	0.001193	355.39	PALMA ACEITERA	341179	1193	0.001193	407.03	PALMA ACEITERA	344142	1193	0.001193	410.56
MAÍZ AMARILLO	137753	1764.08	0.00176408	243.01	MAÍZ AMARILLO	120725	1764.08	0.00176408	212.97	MAÍZ AMARILLO	135921	1764.08	0.00176408	239.78
CACAO	19144	23028	0.023028	440.85	CACAO	26974	23028	0.023028	621.16	CACAO	31205	23028	0.023028	718.59
CAFÉ	54109	7168.07	0.00716807	387.86	CAFÉ	40606	7168.07	0.00716807	291.07	CAFÉ	48833	7168.07	0.00716807	350.04
CARNE DE AVES	26090	3900	0.0039	101.75	CARNE DE AVES	19413	3900	0.0039	75.71	CARNE DE AVES	22134	3900	0.0039	86.32
CARNE DE PORCINO	2910	6309	0.006309	18.36	CARNE DE PORCINO	2325	6309	0.006309	14.67	CARNE DE PORCINO	2702	6309	0.006309	17.05
CARNE DE VACUNO	8748	15500	0.0155	135.59	CARNE DE VACUNO	5789	15500	0.0155	89.73	CARNE DE VACUNO	5906	15500	0.0155	91.54
HUEVOS	10646	1263.125	0.001263125	13.45	HUEVOS	9369	1263.125	0.001263125	11.83	HUEVOS	10929	1263.125	0.001263125	13.80
LECHE	32254	2000	0.002	64.51	LECHE	31578	2000	0.002	63.16	LECHE	31826	2000	0.002	63.65
OVINOS	174	6100	0.0061	1.06	OVINOS	75	6100	0.0061	0.46	OVINOS	64	6100	0.0061	0.39
HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				3,152.41	HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				3,337.48	HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				3,661.05

Fuente: INEI, (2017)

Anexo E
Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria/2015

PRODUCCION AGROPECUARIA ANUAL EN TM		HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION
2015		m3/t	hm3/t	hm3
ARROZ	679451	1080	0.00108	733.81
YUCA	102655	1280	0.00128	131.40
PLÁTANO	446987	1734	0.001734	775.08
NARANJA	30437	681	0.000681	20.73
PIÑA	16164	219.2	0.0002192	3.54
PAPAYA	21288	310	0.00031	6.60
CAÑA DE AZÚCAR	263561	101	0.000101	26.62
PALMA ACEITERA	369473	1193	0.001193	440.78
MAÍZ AMARILLO	123457	1764.08	0.00176408	217.79
CACAO	35125	23028	0.023028	808.86
CAFÉ	56373	7168.07	0.00716807	404.09
CARNE DE AVES	31077	3900	0.0039	121.20
CARNE DE PORCINO	2729	6309	0.006309	17.22
CARNE DE VACUNO	5915	15500	0.0155	91.68
HUEVOS	9689	1263.125	0.001263125	12.24
LECHE	28369	2000	0.002	56.74
OVINOS	63	6100	0.0061	0.38
HUELLA HIDRICA AGROPECUARIA TOTAL REGION SAN MARTIN				3,868.74

Fuente: INEI, (2017)

Anexo F
Cálculo de la huella hídrica por producción agropecuaria y agua potable.

HUELLA HIDRICA PRODUCCION AGROPECUARIA DE LA REGION SAN MARTIN		PRODUCCION DE AGUA POTABLE REGION SAN MARTIN	HH PRODUCCION AGROPECUARIA Y AGUA POTABLE DE LA REGION SAN MARTIN	
AÑO	Hm3	Hm3	AÑO	Hm3
2006	2,204.83	16.25	2006	2,221.08
2007	2,141.92	16.85	2007	2,158.77
2008	2,408.05	17.57	2008	2,425.62
2009	2,856.55	18.13	2009	2,874.68
2010	2,807.16	17.65	2010	2,824.81
2011	3,139.63	18.24	2011	3,157.87
2012	3,152.41	17.28	2012	3,169.69
2013	3,337.48	18.24	2013	3,355.72
2014	3,661.05	17.68	2014	3,678.72
2015	3,868.74	17.78	2015	3,886.52

Fuente: INEI, (2017)

Anexo G
Cálculo de la huella hídrica por producción energética.

PRODUCCION DE ELECTRICIDAD GWh	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION GWh	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION	HUELLA HIDRICA POR PRODUCCION
hidraulica	termica	hm³/MWh	hm³
32.00	84.00	0.000000040	0.00000464
37.00	100.00	0.000000040	0.00000548
40.00	114.00	0.000000040	0.00000616
46.00	121.00	0.000000040	0.00000668
28.00	150.00	0.000000040	0.00000712
35.00	10.00	0.000000040	0.00000180
46.00	6.00	0.000000040	0.00000208
43.00	7.00	0.000000040	0.00000200
49.00	10.00	0.000000040	0.00000236
49.00	13.00	0.000000040	0.00000248

Fuente: INEI, (2017).