



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONÍA
PERUANA**

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y DE NEGOCIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA

TESIS:

*EVALUACIÓN ECONOMETRICA DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB
DOUGLAS APLICADO AL SECTOR AGROPECUARIO EN LORETO
PERIODO 1992 - 2013*

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE ECONOMISTA

PRESENTADO POR:

BACH. ECON. ALEXCI IGOR CHONG RIOS
BACH. ECON. TESSY GABRIELA TAPULLIMA TORRES

ASESOR:

Eco. JORGE LUIS ARRÚÉ FLORES, Mg

IQUITOS – PERÚ
AGOSTO - 2015

JURADO DE TESIS

Mediante Resolución Decanal No. 1214-2015-FACEN-UNAP

Eco. Martín Pinedo Manzur, Dr.
CELOR No. 061
Presidente del Jurado

Eco. Manuel Ignacio Núñez Horna, Mg.
CELOR No. 021
Miembro

Eco. Ronel Gratelli Tuesta, Dr.
CELOR No. 076
Miembro

DEDICATORIA

A Luz, mi abuelita, por su constante apoyo.

A Christopher mi hermano y Telmo, mi Padre, por recordarme día a día lo importante de mi carrera y el esfuerzo que demanda salir adelante.

A Lupe, mi mami, la Reyna de mi Vida que desde el cielo día a día guía y cuida mis pasos.

TESSY GABRIELA TAPULLIMA TORRES

DEDICATORIA

A German y Jorge mis hijos, luz y esperanza del mañana.

A Germán y Gloria, mis padres, a quienes nunca terminaré de pagar por las
sabias enseñanzas.

A Vladimir, Dante y Piero mis hermanos.

A Giovanna, compañera leal y comprensiva de mi largo caminar.

ALEXCI IGOR CHONG RÍOS

AGRADECIMIENTO

Al Eco. Jorge Arrué Flores, asesor de la presente tesis expresamos nuestro especial agradecimiento por sus sugerencias y enseñanza.

A los profesores de la Escuela de Economía que contribuyeron a la construcción de nuestro conocimiento.

A los Señores miembros del Jurado, Dr. Ronel Gratelli Tuesta y Mg. Manuel Núñez Horna por la orientación en la presentación y sustentación de la presente tesis.

Para las autoridades académicas y personal administrativo de la Escuela de Economía.

ÍNDICE CAPITULAR

INTRODUCCIÓN.....	1
I.- PLANEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.....	3.
1.1.- Planteamiento del propósito de la investigación.....	3
1.2.- Formulación del propósito de la investigación.....	3
1.3.- Objetivos de la investigación.....	4
1.4.- Hipótesis.....	5
1.5.- Operacionalización de la hipótesis: variables, indicadores e índices	5
1.6.- Identificación del método de la investigación.....	6
1.7.- Población y Muestra	6
1.8.- Fuentes de recolección de datos.....	8
1.9.- Especificación del modelo.....	8
II.- MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Teorías relacionadas al tema de estudio.....	12
2.2.1 Función de Producción.....	12
2.2.2 Las funciones de producción más comunes.....	14
2.2.3 La función de producción de Cobb Douglas.....	17
2.2.3.1 Naturaleza y tipo de da datos para el análisis.....	18
2.2.3.2 Cobb Doulas.....	18
2.2.3.3 Propiedades de la función de producción Cobb Douglas... ..	20
2.2.3.3.1 Producto medio del factor productivo.....	20
2.2.3.3.2 Producto marginal del factor variable.....	21
2.2.3.3.3 Grado de homogeneidad de la función de producción.....	23
2.2.3.3.4 Rendimientos a escala.....	24
2.2.3.4 Teorema de Euler o de la adición.....	25
2.2.3.5 Regresión lineal.....	26
2.2.3.5.1 Supuestos del modelo de regresión lineal.....	27
2.2.3.6 Estimación empírica de la función de producción Cobb Douglas.	27
2.2.3.6.1 Linealización de la función de producción Cobb Douglas.....	28
2.2.3.6.2 Características de los errores.....	29

2.2.4 Producto Bruto Interno.....	31
2.2.4.1 Aspectos metodológicos.....	32
2.2.4.2 PBI del Perú.....	33
2.3 Marco conceptual.....	36
III.- RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	38
3.1 Inversión del Gobierno Regional.....	38
3.2 Producción Agropecuaria.....	41
3.3 PEA del sector agropecuario.....	43
3.4 Estimación del modelo.....	44
3.5 Análisis de los resultados.....	46
3.6 Prueba de diagnósticos.....	54
IV.- CONCLUSIONES.....	64
V.- RECOMENDACIONES.....	66
VI.- BIBLIOGRAFÍA.....	68
VII.- ANEXOS.....	70
1. Matriz de consistencia	
2. Producción agropecuaria por productos	
3. Tabla de distribución F	
4. Tabla t student	
5. Tabla de Durbin Watson	

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Variables e Indicadores.....	6
Cuadro 2. Insumos Z y X disponibles para la producción de X y de Y....	17
Cuadro 3. PBI Perú a precios constantes 1994.....	34
Cuadro 4. PBI Perú a precios constantes 2007.....	34
Cuadro 5. Cambio porcentual PBI.....	35
Cuadro 6. Inversión del GOREL.....	40
Cuadro 7. Producción agropecuaria.....	41
Cuadro 8. PEA agropecuario.....	43
Cuadro 9. Datos consolidados.....	44
Cuadro 10. Aplicación de logaritmos.....	45
Cuadro 11. Resultados parámetros.....	46
Cuadro 12. Detalles del modelo y base de datos.....	48
Cuadro 13. Resultados de estimación.....	50
Cuadro 14. Prueba de FIV	55
Cuadro 15 Prueba de White	57
Cuadro 16. Prueba de Durbin Watson	58
Cuadro 17. Correlograma Inversión Agropecuaria.....	60
Cuadro 18. Correlograma PEA	60
Cuadro 19. Correlograma Producción Agropecuaria.....	60
Cuadro 20 Prueba de Raíz Unitaria Inv. Agropecuaria.....	61
Cuadro 21. Prueba de Raíz Unitaria PEA	61
Cuadro 22. Prueba de Raíz Unitaria Producción Agropecuaria.....	61
Cuadro 23. Test de Raíz unitario de los residuos de la regresión.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Función de producción insumo variable.....	14
Figura 2. Función de producción de proporciones fijas.....	15
Figura 3. Inversión agropecuaria.....	40.
Figura 4. Producción agrícola.....	42
Figura 5. Producción pecuaria.....	42
Figura 6. Producción agropecuaria.....	42
Figura 7. PEA Agropecuaria	44
Figura 8. Test de Normalidad.....	54
Figura 9. Test de Normalidad Jarque Bera	55
Figura 10. Prueba Grafica de dispersión... ..	56
Figura 11. Método Gráfico.....	59
Figura 12. PEA diferenciado	62
Figura 13 Producción agropecuaria diferenciado	62

INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente investigación es aplicar la teoría económica neoclásica de la función de producción Cobb Douglas mediante el aporte de la evidencia empírica a la construcción de las variables inversión pública del GOREL y PEA ocupado remunerado en la producción agropecuaria de Loreto de los años 1992 al 2013.

El tema es importante en la agenda económica y política de la Región por lo crucial que es entender como los factores involucrados en el modelo pueden generar un crecimiento de la productividad en el largo plazo que ayude a combatir la pobreza desde el sector de estudio y fomentar el desarrollo del país. Aunque la literatura sobre crecimiento y productividad es amplia en el mundo académico, la evidencia empírica para el caso del departamento de Loreto, es nula.

El sector agropecuario conformado por los sub sectores agrícola y pecuario representa el segundo sector en importancia con relación al PBI total de la Región Loreto. Esta participación se manifiesta a partir del año 2006, siendo el sector comercio el que alcanza mayor participación en la economía regional.

La importancia de medir la producción agropecuaria, radica en el interés de entender como los factores productivos de mano de obra e inversión pública agropecuario medidos ambos en cantidad de trabajadores y nuevos soles, se relacionan con el crecimiento de la producción agropecuaria en términos de toneladas. Este entendimiento permite al investigador, responsables de política y profesionales en general ver como los factores influyen en la producción y permite predecir comportamientos de la producción ante cambios en cada uno de los factores que participan en el modelo.

El estudio utiliza el diseño no experimental, cuantitativo deductivo y utiliza los datos de fuentes secundarias a fin de especificar los valores del modelo propuesto. Los resultados obtenidos permiten a través del método descriptivo correlacional rechazar la hipótesis de investigación.

La función de producción Cobb Douglas es linealizado mediante el empleo de logaritmos e introducidos los datos en el programa econométrico Stata V14 y Eviews V8. El instrumento de regresión múltiple aplicado permite conocer el valor de la producción agropecuaria y las elasticidades del producto, tanto para la inversión del GOREL como el PEA ocupado y remunerado.

Los resultados obtenidos responden a las preguntas de investigación y el análisis estadístico ejecutado explica consistentemente el modelo así como el efecto medio de las variables omitidas. La explicación del coeficiente de determinación nos muestra el ajuste del modelo y la participación cuantitativa de la variable estocástica.

I. PLANEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN

Existen varios factores que influyen en la actividad productiva de una empresa o país, por lo que es necesario encontrar el modo de cuantificar los factores que determinan y como éstos se relacionan. En tal sentido, la teoría económica proporciona las técnicas necesarias que sirven para aplicar y reflexionar sobre la teoría y la aplicación empírica a través de la cuantificación de los datos y su posterior explicación.

Entre las funciones de producción existentes, la función de producción Cobb Douglas, es la más utilizada en el campo de la economía, basada su popularidad en el cumplimiento de las propiedades básicas que los economistas consideran deseables. Es la función de producción neoclásica por excelencia.

El propósito de la presente investigación explica cómo los factores de inversión pública y mano de obra relacionan el comportamiento de la producción agropecuaria en la economía de la Región Loreto, para los años 1992 - 2013.

1.2.- FORMULACIÓN DEL PROPÓSITO DE LA INVESTIGACIÓN.

La presente investigación tiene como propósito general determinar y analizar la función de producción del sector agropecuario en Loreto, de modo tal que permita estimar y evaluar los estadístico válidos representados mediante la función de producción Cobb Douglas, que posteriormente servirán para la predicción de la producción agropecuaria. A partir de lo anterior, se formula el siguiente problema general.

¿Los valores especificados en la función de producción Cobb Douglas son económicamente válidos a la producción agropecuaria en Loreto durante los años 1992 – 2013?

A partir del problema general se deriva las siguientes preguntas específicas.

1. ¿Los factores de mano de obra e inversión pública del sector agropecuario explican el comportamiento de la producción agropecuaria durante los años de estudio?
2. ¿Cómo se interpreta el efecto promedio de la producción agropecuaria con respecto a las variables omitidas en el modelo?
3. ¿Existen rendimientos a escala en la producción agropecuaria durante los años de estudio?

1.3.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Especificar económicamente la función de producción del sector agropecuario en Loreto periodo 1992 - 2013.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Determinar si los factores de inversión pública y mano de obra del sector agropecuario explican el comportamiento de la producción agropecuaria durante los años de estudio.
2. Determinar el efecto promedio de la producción agropecuaria con respecto a las variables omitidas en el modelo.
3. Determinar si existen rendimientos a escala en la producción agropecuaria durante los años de estudio.

1.4.- HIPÓTESIS.

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Los valores especificados para la función de producción Cobb Douglas no explican consistentemente la producción agropecuaria en Loreto durante los años de estudio.

1.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

1. Los factores inversión pública agropecuaria y mano de obra tienen una significación estadística positiva y explican consistentemente el modelo.
2. El efecto promedio medido en términos del intercepto de la curva explica los efectos de las variables omitidas.
3. Existen rendimientos a escala en la aplicabilidad de las variables del modelo.

1.5.- OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Independientemente de su aspecto estadístico, las variables son: cualidades, propiedades, características o conjunto de ellas que asumen distintos valores intra e inter unidades de observación.

El presente estudio comprende la función de producción como variable dependiente y la Inversión del GOREL y el PEA ocupada y remunerada como variables independientes. El proceso de determinar los indicadores que permite conocer el comportamiento de las variables es lo que se conoce como Operacionalización.

Revisando los datos ya disponibles y analizando los conceptos en profundidad, podremos encontrar cierto conjunto de indicadores que - en principio - expresen consistentemente el comportamiento de la variable estudiada, con lo que se habrá llegado a la definición operacional de la misma.

Cuadro 1.
Operacionalización de las variables

VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES
<u>Dependiente</u>		
Producción agropecuaria	Cantidad de Producto	Toneladas
		Rendimientos crecientes
		Rendimientos decrecientes
	Rendimientos constantes	
	Residuo	Toneladas
<u>Independiente</u>		
Inversión del GOREL	Elasticidad parcial del producto con respecto al capital	Cantidad invertida en soles
		Años de inversión
PEA ocupado y remunerado	Elasticidad parcial del producto con respecto al trabajo	Número de personas ocupadas y remuneradas
		Cantidad de personas durante los años de estudio

Fuente: Elaboración Propia

1.6.- IDENTIFICACIÓN DEL MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.

Para la ejecución y realización del presente estudio de investigación se utilizó el método de estudio cuantitativo deductivo del tipo correlacional, ya que se midió y especificó los valores de las variables exógenas para explicar el comportamiento de la variable endógena. Se utilizó trabajo de gabinete mediante revisión documental y la estadística inferencial como técnica de análisis y el instrumento fue el software econométrico Stata V14 y Eviews V8. El diseño es No experimental / Longitudinal. La muestra son los datos de la producción agropecuaria, Inversión del GOREL y PEA ocupada remunerada mano de obra desde 1992 al 2013, total 22 años.

1.7.- POBLACIÓN Y MUESTRA

El marco poblacional y la muestra de la investigación están representada por los datos de la producción, inversión del GOREL y mano de obra

correspondiente a los años 1992 - 2013. La dirección regional de agricultura dispone de datos actualizados en el sistema a partir de 1992 por lo que el estudio comprende una población y muestra que corresponde al periodo de estudio.

Es importante destacar los siguientes hechos:

- Desde 1950 es el año que las Instituciones como la Oficina Nacional de Estadística y el BCR del Perú han venido publicando series continuas de la economía peruana¹.
- La moneda peruana hasta el 1ro de Abril del 1991 ha sido el Inti, por lo que la transición de datos han reflejado distintos estimados.
- Según las cifras del Banco Central de Reserva, la agricultura peruana creció entre 1950 y 1962 a una tasa promedio anual del 4.4%, muy por encima del crecimiento de la población (estimado en un 2.4% para el período en referencia). La Oficina - Nacional de Estadística calcula en cambio el crecimiento de la agricultura en un 2.4% promedio .anual, o sea a igual tasa que la población.

Lo explicado pone en evidencia la distorsión de la información agrícola en el Perú.

En relación a la población y muestra de la inversión y la población económicamente activa remunerada del sector agropecuario la disponibilidad de datos permite identificar a ambos correspondiente a los años de estudio.

1.8.- FUENTE DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Se procedió del siguiente modo.

1. Se procedió a revisar los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística, Banco Central de Reserva, Dirección Regional de Agricultura, entre otros.
2. Se revisó libros y revistas relacionados a la aplicabilidad de la función de producción.
3. Se revisó bibliografías y datos específicos difundidos por internet.
4. Se procesó la información en el programa econométrico Stata Versión 14 y Eviews V8 y se interpretará los resultados obtenidos.

1.9 ESPECIFICACIÓN DEL MODELO

Para la realización del estudio, se procedió con la estructuración del modelo; en el cual se utilizó la función de producción de Cobb-Duglas, haciendo uso de la información y aplicado al sector productivo agropecuario en Loreto.

El modelo es:

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} e^{u_i}$$

De manera particular se definieron tres variables estadísticas: Y como el producto final, y a X_1 y X_2 como los factores de inversión regional y PEA ocupada remunerada del sector agropecuario respectivamente.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La función de producción es, sin lugar a dudas, uno de los conceptos más relevantes en la formación de los economistas y algunos autores consideran que se trata del “meollo” de la economía neoclásica. Wicksteed (1894) en el campo de la microeconomía supuso una revolución en la Teoría de la Producción y la Distribución. Trabajos posteriores por Cobb – Douglas [Cobb y Douglas (1928), Douglas (1948)], permitieron popularizar la forma específica que la compone.

A partir de los años 50, el descrédito de la función de producción se asienta en dos críticas de largo alcance. De una parte, las de quienes sostenían la imposibilidad de medir el capital, como por ejemplo Robinson (1954), dando lugar a la famosa “*Controversia de los dos Cambridge*”. De otra la de quienes sostienen la imposibilidad de agregar las funciones de producción individuales para lograr una función agregada representativa del conjunto de la economía: si agregar bienes de capital heterogéneos resultaba absurdo, agregar micro funciones de producción de plantas individuales obligaba a cumplir unos requisitos inviables en la práctica [Felipe y Fisher (2001)].²

Estudios impulsados por Klein (1946) y Solow (1957) se tradujeron en una serie de teoremas y trabajos empíricos cuyo impulso original radica en la defensa que hacen de la función de producción agregada. Tales evidencias empíricas también obtuvieron contestaciones severas, probablemente la más importante de las cuales sea la formulada por Phelps Brown (1957) y Shaikh (1974, 1980, 1987): las regresiones del PIB sobre series de empleo y capital no son una función de producción, no muestran una relación tecnológica, son una mera identidad contable que muestra cómo la renta se reparte en la retribución de los factores productivos. Durante los años 60 la función de producción quedó relegada al campo estrictamente académico como una herramienta al servicio de la formación de los futuros economistas, o para la formulación de modelos estrictamente teóricos

Sin embargo la función de producción quedó validada empíricamente y es crecientemente utilizada en los análisis que tratan de determinar la posición cíclica de la economía. En el caso de la Unión Europea estos trabajos han cobrado gran importancia a raíz de la creación del Banco Central Europeo (BCE) y la unificación de la política monetaria en la zona euro. Por otro lado la obra de Solow, la “Nueva Escuela del Crecimiento Endógeno” revitalizó el interés por el estudio de los elementos que contribuyen al crecimiento económico, para determinar en qué medida es la productividad o la dotación de factores lo que alimenta el proceso.

En relación a estudios empíricos en la Región, que busca determinar una función de producción relacionadas a variables productivas y de servicios, no existe. La literatura extranjera ofrece amplia información relacionado a la función de producción y su aplicación empírica.

López & Palomares (1999)³, en el estudio titulado "Análisis de la función de producción agraria para distintos niveles de agregación", busca estimar la función de producción agraria para el caso español así como comprobar si el planteamiento de diferentes niveles de agregación de los datos afecta a las repercusiones de multicolinealidad. Utilizó como variable dependiente la producción final agraria en un periodo de análisis de 1964 a 1994. Utilizó 13 factores agrupados en distintas variables. En lo que se refiere a los factores productivos utilizó diferentes magnitudes desagregadas en series de maquinarias, tierra y trabajo. Con la función de producción Cobb Douglas y el software *E-views* concluye que a través la función de producción agregada para la agricultura se ve adversamente afectada por presencia de multicolinealidad. Sugiere que si el investigador está interesado en efectuar un análisis estructural y por lo tanto, en estudiar coeficientes de manera desagregada en una estimación de la función de producción por MCO no parece aconsejable agregar variables, perdiendo información, solo con la finalidad de reducir los efectos de la multicolinealidad.

Cortazar & Montaña (2011)⁴, en el estudio titulado "La función Cobb Douglas en la producción de algodón del Valle de Juárez: Aplicación a factores definidos e

interpretación específica de resultados" tuvo como propósito elaborar una función de producción de algodón para el Valle de Juárez para auxiliar futuros proyectos y, de esta forma, realizar una adecuada proyección del uso de los factores, con el propósito de hacer más eficiente la inversión realizada en esta parte del sector agrícola. Los resultados concluyen rendimientos crecientes lo que significa que, al existir un incremento en una unidad de capital, dará como resultado un incremento en la producción de algodón de 94 por ciento. En el caso del factor trabajo se tiene también un efecto directo sobre la producción, es decir, si se aumenta una unidad de trabajo se tendrá como resultado un incremento de 40 por ciento sobre la producción.

Redondo, Francisco (2011)⁵, en el estudio titulado " La función de producción Cobb – Douglas y la economía española" analiza la función de producción basado en la obra de Solow, en trabajos aplicados a la economía española relacionados con la determinación de la posición cíclica y la contribución de los factores productivos al crecimiento. Se realizó una serie de contrastes econométricos para el periodo 1960–2010 que demuestran claramente que la función Cobb – Douglas no refleja la conexión entre producción y factores productivos (no existe tal función de producción agregada para ese periodo), y que su uso combinado con la Nairu distorsiona el análisis de la actividad económica española y, en particular, de la posición cíclica de la economía.

Olva, Herlay (2008)⁶, en la tesis titulada "Análisis de la función de producción Cobb Douglas y su aplicación en el sector productivo Mexicano", analizó el sector productivo agropecuario mexicano para una serie de tiempo de 1980 al 2007 y a través del programa estadístico R y econométrico Stata, encontró rendimientos crecientes a escala con los factores PBI agropecuario y mano de obra ocupada.

Steve, Brito (2010)⁷, en la tesis titulada "Productividad y crecimiento económico: El caso de Guatemala 1970-2008", analiza que variables afectan la Productividad Total de los Factores (PTF). A través de un modelo de corrección de errores se encuentran que la PTF es afectada positivamente por el capital humano, la apertura comercial y las remesas familiares y negativamente por el

gasto del gobierno, la inestabilidad macroeconómica y los shocks de los precios de petróleo. También se observa que el desarrollo de la PTF ha sido históricamente bajo y en la última década ha tendido a estancarse; principalmente por las condiciones externas y la falta de desarrollo de las políticas sociales y económicas para el país. Utiliza tres métodos para analizar la PTF: la metodología propuesta por Coeymans para entender la naturaleza de la función de producción agregada, la descomposición del residuo de Solow para estimar el aporte del capital, trabajo y PTF en el crecimiento económico y estudia cuáles son los determinantes de la PTF a través de la metodología de Engle y Granger y de Pesaran, Shin y Smith.

2.2 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA DE ESTUDIO.

El estudio de la función de producción tiene dos utilidades fundamentales: por un lado, nos permite conocer cómo afectan los diferentes factores productivos a la producción total, y por el otro, nos es posible realizar predicciones sobre la evolución futura de la producción.

2.2.1 FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN

La función de producción muestra la relación existente entre los insumos o factores y el producto total, x , dado un nivel determinado de tecnología, lo que se denota frecuentemente como

$$X = f(F_1, F_2, F_3, \dots, F_n)$$

Donde $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ son los distintos factores ó insumos.

Las funciones de producción homogéneas corresponden a un tipo especial de función de producción según las cuales incrementos proporcionales en los insumos llevan a mayores, menores o iguales incrementos en la producción. Esto permite distinguir grados de funciones de producción homogénea. Si por ejemplo, al aumentar el uso de todos y cada uno de los factores en 10%, el producto aumenta en menos de 10%, entonces se dice que la función es

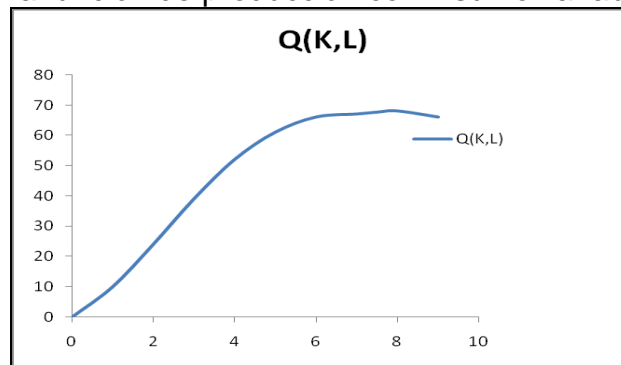
homogénea de grado menor a 1. En cambio, si el aumento en el uso de los factores es un 10% da lugar a que la producción se incrementa en más de 10%, entonces la función de producción será de grado mayor a 1. Finalmente, si el aumento de la producción fuera también de 10% entonces la función será de grado 1 ó "linealmente homogénea"⁸.

El término "retornos ó rendimientos a escala" se refiere precisamente a esta distinción entre los distintos grados de función de producción. Si la función de producción es de grado mayor a 1 se dice que son de retorno o rendimientos crecientes. Los retornos a escala serán decrecientes si la función es grado menor a 1. Los retornos o rendimientos a escala serán constante si la función es de grado 1.

Debe resaltarse el término "a escala" debido a que los factores aumentan en la misma proporción, a diferencia del caso en que solo uno de los factores aumenta y se mantiene el resto constante ó cuando uno de los factores aumenta más que los demás. En otras palabras, hay que distinguir rendimientos constantes de rendimientos a escala constantes.

La función de producción tiene dos características importantes. La primera, un incremento en la cantidad de cualquier insumo o factor hace que el producto aumente. La productividad marginal del trabajo ($PML = \Delta Q/\Delta L$), esto es, el aumento del producto resultante de un incremento del trabajo en una unidad es positiva. Lo mismo vale para la productividad marginal del capital ($PMK = \Delta Q/\Delta K$). La segunda, suponemos que la productividad marginal de cada factor declina en la medida que se utiliza más de este factor con un monto fijo del otro insumo. Tenemos, por ejemplo, una planta ensambladora de automóviles. Si hay solo cinco trabajadores disponibles para cada máquina, la contratación de un trabajador más puede hacer crecer enormemente el producto. Sin embargo, si el gerente sigue incrementando mas trabajador sin incrementar el número de maquinas, descubrirá que el producto total generado por un nuevo trabajador se hace cada vez más pequeño⁹.

Fig. 1.
La función de producción con insumo variable



Fuente. Elaboración propia.

2.2.2 LAS FUNCIONES DE PRODUCCIÓN MÁS COMUNES

Las tres funciones de producción más comunes son:

- La Cobb Douglas
- La de Proporciones Fijas
- C.E.S

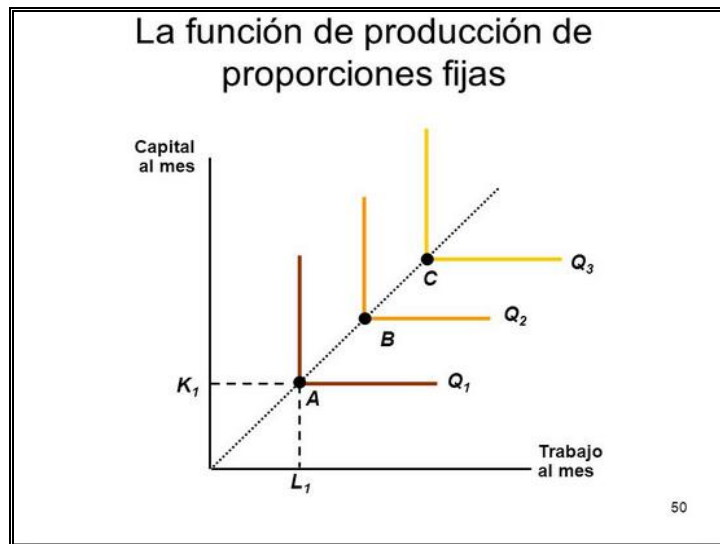
En esta sección explicaremos en líneas gruesas la de proporciones fijas y la C.E.S. La Cobb Douglas que es de interés en el presente estudio se tratará con mayor profundidad más adelante.

La función de producción que se caracteriza por isocuantas rectangulares, tales como la de la figura 2, es la de proporciones fijas o "insumo producto". Generalmente este tipo de producción se expresa de la siguiente forma:

$$X = \text{Min} (a K, b L)$$

Donde: $K = x/a$ y $L = x/b$

Fig.2
Función de producción de proporciones fijas



Fuente. Elaboración propia.

En el punto más eficiente de producción (a y b son los llamados "coeficientes de proporcionalidad). El "Min" frente al paréntesis indica únicamente que para producir determinada cantidad del bien x, se requiere como mínimo una determinada cantidad de K y b a determinada cantidad de L. Cualquier cantidad excesiva de un factor sobre el otro da lugar a que no emplee todo el factor disponible. La elasticidad de sustitución es nula en este caso, debido a que solo en la "esquina" A, de acuerdo con el uso de x/b unidades de L y x/a unidades de K emplean plenamente los factores.

A diferencia de la función de producción Cobb Douglas, que tiene una elasticidad de sustitución unitaria y la función de producción de proporciones fijas, que tiene una elasticidad de sustitución nula se cuenta con la función de producción CES (constant elasticity of substitution)

$$x = \alpha [\beta K^{-c} + (1 - \beta) L^{-c}]^{-v/c}$$

Donde α , β , v y c son parámetros que miden la eficiencia, la distribución, las posibilidades de sustitución y los retornos a escala, respectivamente (si $v = 1$ la función es de retornos a escala constante), "c" guarda una estrecha relación

con la elasticidad de sustitución puesto que $\sigma = 1/1+c$. Pese a que σ es una constante (y a ello se debe su nombre) puesto que $-1 < c < \infty$, las posibilidades se incrementan: si $c = -1$, $\sigma = \infty$, si $c = \infty$, $\sigma = 0$ y si $c = 0$, $\sigma = 1$. De esta manera a diferencia de la función de Cobb Douglas, la función CES no restringe la elasticidad de sustitución a un único valor (la unidad). De esta manera, los cambios en la relación de precios de los factores no llevarán a cambios equiproporcionales (inversos) en un uso relativo. La popularidad de este tipo de función de producción se debe precisamente a esta característica. Sin embargo, se puede pensar que su formulación es complicada, aunque en las estimaciones econométricas se emplean formas más simples de la ecuación anterior (la que se relacionan con los costos de producción).

Fuera de las funciones de producción mencionadas, existen relaciones de producción construidas sobre la base de la programación lineal. Sin embargo, el trasfondo de la aplicación de la programación lineal a problemas de producción es diferente a la función de producción en sentido económico. El ejemplo sencillo siguiente pondrá de relieve las ideas importantes. Supóngase que una empresa produce dos bienes x e y sobre la base de dos insumos z y m , donde el precio de x es UM P_x y el precio de y es UM P_y . El beneficio por lo tanto estaría dado por.

$$BT = P_x X + P_y Y$$

La ecuación anterior recibe el nombre de "función objetivo" en la terminología de la programación lineal. Tal función estará de acuerdo con una serie de restricciones que, en el caso simple que se presenta, son dos: La cantidad disponible del insumo z y la cantidad disponible del insumo m . Sin embargo, la producción de x y de y requiere de distintas proporciones de estos insumos, la que se presenta en la tabla 1. A partir de la tabla, se pueden enunciar fácilmente las restricciones que limitarán la producción de "x" y de "y".

Cuadro 2
Insumos Z y X disponibles y requeridos para la producción de X y de Y

Insumo	Cantidad disponible	Cantidad requerida para producir	
		x	y
Z	Z_t	Z_x	Z_y
M	M_t	M_x	M_y

Elaborado por el autor

Para el caso del insumo z

$$Z_x X + Z_y Y \leq Z_t$$

Y para el caso del insumo m

$$M_x X + M_y Y \leq M_t$$

2.2.3 LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB DOUGLAS

La función de producción Cobb Douglas es una forma de función de producción, ampliamente usada para representar las relaciones entre el producto y las variaciones de los factores capital y trabajo. Fue propuesta por Knut Wicksell (1851-1926) e investigada con respecto a la evidencia estadística concreta, por Charles Cobb y Paul Douglas en 1928.

La irrupción de la Función de Producción en el ámbito de la teoría económica obedecía a un objetivo preciso: contribuir, desde el marginalismo, a explicar la distribución de la renta entre salarios y beneficios dejando a un lado la dialéctica de lucha de clases que subyacía en la teoría del valor – trabajo. El propio profesor Douglas (1976, p. 914) manifestó que la validación econométrica de la famosa función que lleva su nombre constituía una refutación de la teoría marxista. En definitiva, los defensores del concepto “Función de Producción” trataban de aportar una explicación pretendidamente tecnológica, y por tanto incuestionable y políticamente aséptica, a la formación de los salarios y la tasa de beneficios¹⁰.

2.2.3.1 NATURALEZA Y TIPO DE DATOS PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO

El éxito de todo análisis econométrico depende a final de cuentas de la disponibilidad de los datos recopilados. Por consiguiente, es muy importante dedicar algún tiempo a estudiar la naturaleza, las fuentes y las limitaciones de los datos para el análisis empírico.

a) Tipos de Datos

Hay tres tipos de datos disponibles para el análisis empírico: series de tiempo, series transversales e información combinada (combinación de series de tiempo y transversales).

Una serie de tiempo es una serie de observaciones sobre los valores de una variable en diferentes momentos. Tal información debe recopilarse en intervalos regulares, es decir, diario, semanal, mensual, trimestral, anual, etc. Su principal limitación es el carácter estacionario que lo supone.

Los datos transversales consisten en datos de una o más variables recopilados en el mismo punto del tiempo, como el censo de una población. Su principal limitación es la heterogeneidad que lo supone.

Los datos combinados reúnen elementos de serie de tiempo y transversales. Un tipo especial de datos combinados son los datos de panel, la cual mide a través del tiempo la misma unidad transversal. Por ejemplo entrevistas periódicas de una misma unidad familiar¹¹.

2.2.3.2 COBB DOUGLAS

La forma específica de la relación producto - factores se puede establecer de la siguiente manera.

$$Y = AX_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}, \dots, X_n^{\beta_n} \quad (1)$$

Donde:

Y: Es el producto.

X_i: Los diferentes factores considerados. Con $i = 1, \dots, n$

A: Es un valor que viene determinado parcialmente por las unidades de medida de las variables consideradas ($Y, X_1, X_2 \dots X_n$) y parcialmente por la eficiencia del proceso de producción.

B_i : Son los parámetros que representan el cambio porcentual en la producción al variar en uno por ciento la cantidad del factor correspondiente empleado.

Con $i = 1, \dots, n$

Suponiendo el caso de dos factores, la función de producción Cobb Douglas se establece en forma algebraica de la siguiente manera:

$$Y(K, L) = AK^{\beta_1}L^{\beta_2} \quad (2)$$

Donde:

Y: Es el producto generado.

K: Es el capital invertido

L: El trabajo empleado y,

A y β_i expresan los mismos coeficientes dados en (1). Con $i = 1, 2$

Generalizando la fórmula anterior y cambiando las variables, matemáticamente, la función de producción de Cobb-Douglas tiene la siguiente forma

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_n^{\beta_n} \quad (3)$$

Donde Y es un vector de dimensión $n \times 1$ que denota la cantidad de producto obtenido, $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ un vector de n insumos y $\beta = (\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n)$ un vector de n parámetros desconocidos.

Así puede verse que si $(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n) = 1$ en la expresión anterior, a una variación proporcional en las cantidades de los factores, el producto varía en la misma proporción. Una función de este tipo se dice que es homogénea de grado 1.

Si ocurre que $(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n) < 1$, a un incremento proporcional a todos los factores, el producto aumenta pero en menor proporción que éstos. Finalmente, cuando $(\beta_1 + \beta_2 + \dots + \beta_n) > 1$, a un incremento proporcional en los factores, el producto aumenta en mayor proporción.

Para la función de producción anterior, el producto (Y) usualmente es el producto total medido como valor agregado por año, aunque también puede medirse como cantidad física de producción por año; en tanto que los insumos (X_1, X_2, \dots, X_n) comúnmente son medidos como cantidades disponibles o usadas en el proceso de producción.

Los insumos que generalmente se consideran en una función de producción de Cobb-Douglas, son el capital y el trabajo, principalmente; aunque también pueden considerarse tierra, materias primas y combustible entre otros. De los insumos mencionados, la medición del capital presenta problemas, en virtud de que, los datos generalmente no se encuentran disponibles o son de dudosa confiabilidad; por lo que se recomienda evitar el uso de una medida explícita del abasto de capital.

2.2.3.3 PROPIEDADES DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB DOUGLAS

2.2.3.3.1 PRODUCTO MEDIO DEL FACTOR PRODUCTIVO

El producto medio de un insumo se define como el cociente de la producción total dividida por la cantidad del insumo (Romo, 1990); reduciendo la ecuación (3) a dos factores

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \quad (4)$$

El producto medio para cada uno, se representan por las siguientes expresiones

Producto medio del factor X_1 (capital).

$$PMeX_1 = \frac{Y}{X_1} = \frac{\beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}}{X_1} = \frac{\beta_0 X_2^{\beta_2}}{X_1^{(1-\beta_1)}} \quad (5)$$

Producto medio del factor X_2 (trabajo).

$$PMeX_2 = \frac{Y}{X_2} = \frac{\beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}}{X_2} = \frac{\beta_0 X_1^{\beta_1}}{X_2^{(1-\beta_2)}} \quad (6)$$

Restringiendo la función a lineal homogénea, lo cual implica que la suma de los exponentes es igual a la unidad, se tiene:

$$\beta_1 = \alpha \quad ; \quad \beta_2 = (1 - \alpha)$$

Sustituyendo en los productos medios:

$$\left. \begin{aligned} PMeX_1 &= \frac{\beta_0 X_2^{(1-\alpha)}}{X_1} = \beta_0 \left\{ \frac{X_2}{X_1} \right\}^{(1-\alpha)} \\ PMeX_2 &= \frac{\beta_0 X_1^\alpha}{X_2^{(\alpha)}} = \beta_0 \left\{ \frac{X_1}{X_2} \right\}^{(\alpha)} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

La productividad media de un insumo indica el producto por unidad de este insumo. Se observa que cuando la función no es lineal homogénea, el producto medio está en función de las magnitudes absolutas de X_1 y X_2 a diferencia de cuando sí lo es, en el que producto medio, está en función únicamente de la relación capital-trabajo

2.2.3.3.2 PRODUCTO MARGINAL DEL FACTOR VARIABLE

El producto marginal de un insumo se define como la adición en el producto total atribuible a la adición de una unidad de insumo variable en el proceso

productivo, cuando los demás insumos permanecen constantes. O bien se define como el cambio en el producto total al cambiar en una unidad el empleo de uno de los factores productivos manteniendo constante la cantidad utilizada del otro factor productivo. Éste se representa por medio de la derivada parcial de la función con respecto al factor productivo en cuestión.

Para el factor X_1 (capital) es:

$$PMgX_1 = \frac{\delta Y}{\delta X_1} = \frac{\delta(\beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2})}{\delta X_1} = \beta_0 X_2^{\beta_2} \beta_1 (X_1^{\beta_1-1}) = \frac{\beta_0 \beta_1 X_2^{\beta_2}}{X_1^{(1-\beta_1)}} = \left(\beta_1 \frac{\beta_0 X_2^{\beta_2}}{X_1^{(1-\beta_1)}} \right)$$

Por la ecuación (5) entonces se tiene

$$PMgX_1 = \beta_1(PMeX_1) \quad (8)$$

Y por la ecuación (7)

$$\frac{\delta Y}{\delta X_1} = \beta_1 \left(\frac{\beta_0 X_2^{\beta_2}}{X_1^{(1-\beta_1)}} \right) = \alpha \left(\frac{\beta_0 X_2^{(1-\alpha)}}{X_1^{(1-\alpha)}} \right) = \alpha \beta_0 X_1^{(\alpha-1)} X_2^{(1-\alpha)} > 0$$

Para el factor X_2 (trabajo) es:

$$PMgX_2 = \frac{\delta Y}{\delta X_2} = \frac{\delta(\beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2})}{\delta X_2} = \beta_0 X_1^{\beta_1} \beta_2 (X_2^{\beta_2-1}) = \frac{\beta_0 \beta_2 X_1^{\beta_1}}{X_2^{(1-\beta_2)}} = \left(\beta_2 \frac{\beta_0 X_1^{\beta_1}}{X_2^{(1-\beta_2)}} \right)$$

Por la ecuación (6), se tiene:

$$PMgX_2 = \beta_2(PMeX_2) \quad (9)$$

Y por la ecuación (7).

$$\frac{\delta Y}{\delta X_2} = \beta_2 \left(\frac{\beta_0 X_1^{\beta_1}}{X_2^{(1-\beta_2)}} \right) = 1-\alpha \left(\frac{\beta_0 X_1^{(\alpha)}}{X_2^{1-(1-\alpha)}} \right) = (1-\alpha) \beta_0 X_1^{\alpha} X_2^{-\alpha} > 0$$

Restringiendo las funciones de los factores X_1 y X_2 a lineal homogéneas, tenemos que:

$$\text{PMg}X_1 = \alpha \frac{\beta_0 X_2^{\beta_2}}{X_1^{(1-\beta_1)}} \quad \text{y} \quad \text{PMg}X_2 = 1 - \alpha \frac{\beta_0 X_1^{\beta_1}}{X_2^{(1-\beta_2)}}$$

Se dice que existen rendimientos marginales decrecientes cuando al agregar unidades adicionales de un insumo, manteniendo la cantidad de los demás insumos constantes, el producto total aumenta pero cada vez en menor cantidad o, lo que es lo mismo, cuando el producto marginal disminuye. Esto se da fundamentalmente cuando:

$$0 < \beta_i < 1$$

2.2.3.3.3 GRADO DE HOMOGENEIDAD DE LA FUNCION DE PRODUCCION

El grado de homogeneidad de una función, depende de la reacción que tenga el producto a cambios en la cantidad de insumos utilizados. Si al multiplicar cada uno de los insumos por una constante K el valor de la producción es multiplicado por K^n entonces la función será de grado n .

Partiendo de:

$Y = G(X,Z)$ es una función homogénea de grado n si

$$G(KX,KZ) = K^n G(X,Z),$$

Entonces, dada la función de producción (4) de Cobb-Douglas:

$$Y = F(X_1, X_2) = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}$$

Multiplicando cada factor por una constante K y desarrollando, tenemos:

$$\begin{aligned} Y &= F(KX_1, KX_2) = \beta_0 (KX_1)^{\beta_1} (KX_2)^{\beta_2} \\ &= K^{\beta_1 + \beta_2} \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} = K^{\beta_1 + \beta_2} F(X_1, X_2) \end{aligned}$$

Donde $\beta_1 + \beta_2$ es el grado de homogeneidad

Ahora bien para nuestra función (4), restringida a lineal homogénea de grado uno; es decir:

$$Y = F(X_1, X_2) = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}$$

Con

$$\beta_1 = \alpha \quad ; \quad \beta_2 = 1 - \alpha$$

Sustituyendo

$$\begin{aligned} Y = F(KX_1, KX_2) &= \beta_0 (KX_1)^\alpha (KX_2)^{1-\alpha} = K^{\alpha+(1-\alpha)} \beta_0 X_1^\alpha X_2^{1-\alpha} \\ &= K \beta_0 X_1^\alpha X_2^{1-\alpha} = KF(X_1, X_2) \end{aligned}$$

Por tanto el grado de homogeneidad es 1

2.2.3.3.4 RENDIMIENTOS A ESCALA

La función de producción presenta rendimientos constantes a escala. Es decir, si el capital y el trabajo se incrementan en la misma proporción, la producción también aumenta en esa proporción. Que se puede expresar también de la siguiente manera:

Cuando la suma de los exponentes de la función es igual a la unidad, significa que existen rendimientos constantes a escala, es decir, que al aumentar en un mismo porcentaje la cantidad de cada insumo utilizando la proporción se incrementará en un porcentaje igual al del incremento de los insumos.

Para demostrar que la función de producción de Cobb-Douglas (4), tiene rendimientos a escala, observamos qué ocurre cuando se multiplica el capital y el trabajo (X_1 y X_2) por una constante

$$Y = F(\lambda X_1, \lambda X_2) = \beta_0 (\lambda X_1)^\alpha (\lambda X_2)^{(1-\alpha)}$$

Expandiendo los términos al segundo miembro''

$$Y = F(\lambda X_1, \lambda X_2) = \beta_0 \lambda^\alpha X_1^\alpha \lambda^{(1-\alpha)} X_2^{(1-\alpha)}$$

Reordenando para agrupar los términos similares, se obtiene

$$Y = F(\lambda X_1, \lambda X_2) = \lambda^\alpha \lambda^{(1-\alpha)} \beta_0 X_1^\alpha X_2^{(1-\alpha)}$$

Dado que, $\lambda^\alpha \lambda^{(1-\alpha)} = \lambda$ la función se convierte en

$$Y = F(\lambda X_1, \lambda X_2) = \lambda \beta_0 X_1^\alpha X_2^{(1-\alpha)}$$

Pero $\beta_0 X_1^\alpha X_2^{(1-\alpha)} = F(X_1, X_2)$, por lo que,

$$Y = F(\lambda X_1, \lambda X_2) = \lambda F(X_1, X_2) = \lambda Y$$

Por tanto, la cantidad de producción Y aumenta en el mismo factor, λ , lo que implica que esta función de producción tiene rendimientos constantes a escala.

2.2.3.4 TEOREMA DE EULER O DE LA ADICIÓN

Considerando el equilibrio de largo plazo en condiciones de rendimientos constantes a escala, y si cada factor es retribuido por el valor de su producto marginal, el producto total, se agotará exactamente por la participación en la distribución total de todos los factores (Bichara, 1990). Dada la función (4), si se restringe a lineal homogénea

$$Y = \beta_0 X_1^\alpha X_2^{1-\alpha} \quad (10)$$

Al multiplicar los productos marginales por la cantidad de factores utilizados encontramos la retribución de cada factor, sumándolos resulta:

$$(PMgX_1)X_1 + (PMgX_2) X_2 = \left(\frac{\beta_0 X_2^{1-\alpha}}{X_1^{1-\alpha}} \right) X_1 + (1-\alpha) \left(\frac{\beta_0 X_1^\alpha}{X_2^\alpha} \right) X_2 = \alpha \beta_0 \frac{X_2^{1-\alpha}}{X_1^\alpha}$$

$$+ (1-\alpha) \beta_0 \frac{X_1^\alpha}{X_2^{(\alpha-1)}}$$

Factorizando y eliminando exponentes negativos:

$$\begin{aligned} (PMgX_1)X_1 + (PMgX_2) X_2 &= \beta_0 \left[\alpha X_1^\alpha X_2^{(1-\alpha)} + (1-\alpha) X_1^\alpha X_2^{(\alpha-1)} \right] \\ &= \beta_0 \left[\alpha X_2^{(1-\alpha)} X_1^\alpha + X_1^\alpha X_2^{(\alpha-1)} - \alpha X_1^\alpha X_2^{(\alpha-1)} \right] \\ &= \beta_0 \left[X_1^\alpha X_2^{(\alpha-1)} \right] \end{aligned}$$

Con esto queda demostrado que el producto total se agota al existir rendimientos constantes a escala.

2.2.3.5 REGRESIÓN LINEAL

La regresión lineal o ajuste lineal es un método matemático que modela la relación entre una variable dependiente Y , las variables independientes X_i y un término aleatorio μ_i . Este modelo puede ser expresado como

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \mu_i$$

Donde

- β_0 : Es la intersección o término constante.
- β_i : Son los parámetros respectivos a cada variable independiente, con $i=1, \dots, n$.
- X_i : Es el número de parámetros independientes a tener en cuenta en la regresión
- μ_i : Es la perturbación aleatoria, que recoge todos aquellos factores de la realidad no controlables u observables y que por tanto se asocian con el azar, y es la que confiere al modelo su carácter estocástico.

El problema de la regresión consiste en elegir los valores determinados para los parámetros desconocidos β_i , de modo que la ecuación quede completamente especificada. Para ello se necesita un conjunto de observaciones.

$$Y_i = \sum \beta_i X_i + \mu_i \quad \text{con } i = 1, \dots, n$$

Los valores escogidos como estimadores de los parámetros, β_i , son los coeficientes de regresión, sin que se pueda garantizar que coinciden con parámetros reales del proceso generador; es decir:

$$\bar{Y} = \bar{\beta}_i X_i + \bar{\mu}_i$$

2.2.3.5.1 SUPUESTOS DEL MODELO DE REGRESIÓN LINEAL

- a. La relación entre las variables es lineal
- b. Los errores son independientes
- c. La homoscedasticidad, lo que significa que los errores tienen varianzas constantes la esperanza matemática de los errores es igual a cero.
- d. El error total es la suma de todos los errores

2.2.3.6 ESTIMACIÓN EMPÍRICA DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN DE COBB-DOUGLAS Y PROBLEMAS DERIVADOS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE REGRESIÓN LINEAL

Para la estimación de los parámetros de la función de Cobb-Douglas, se utiliza el modelo de regresión lineal que se basa en los supuestos anteriores.

La estimación se efectúa por medio del método de mínimos cuadrados que consiste en hacer mínima la suma del cuadrado de los errores; Aunque se puede hacer énfasis sobre este método, para el análisis, se empleará por conveniencia el programa estadístico Stata V10, el cual es fácil de manejar para calcular las estimaciones.

2.2.3.6.1 LINEALIZACIÓN DE LA FUNCIÓN DE COBB-DOUGLAS

Como se mencionó en los supuestos de la regresión lineal, tanto para la aplicación del método de mínimos cuadrados o en la utilización de un programa estadístico, es necesario tener la ecuación de regresión en forma lineal y la función de producción de Cobb-Douglas no se encuentra establecida en esa forma, por lo que se hace necesario utilizar un método para la linealización de dicha función. El método utilizado es el empleo de logaritmos naturales ya que es intrínsecamente lineal.

a. CUANDO LA FUNCIÓN ES RESTRINGIDA A LINEAL HOMOGÉNEA

Cuando la función es restringida a lineal homogénea, se suponen rendimientos constantes a escala, y la suma de los exponentes debe ser igual a la unidad

Tomando la función (4)

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2}$$

Recordando que: $\beta_1 = \alpha; \quad \beta_2 = 1 - \alpha$

Y dividiendo X_2 por (factor trabajo), se obtuvo así el producto medio de X_2 es decir:

$$PMeX_2 = \frac{\beta_0 X_1^\alpha}{X_2^{(1-\alpha)}} = \beta_0 \left(\frac{X_1}{X_2} \right)^{\alpha} \longrightarrow \frac{Y}{X_2} = \beta_0 \left(\frac{X_1}{X_2} \right)^{\alpha}$$

Ahora, aplicando logaritmos ln se tiene

$$\ln \frac{Y}{X_2} = \ln \beta_0 + \alpha \ln \frac{X_1}{X_2}$$

Con lo cual la forma de estimación, se puede realizar por el método de regresión lineal simple donde:

$\ln \begin{pmatrix} Y \\ \dots \\ X_2 \end{pmatrix}$ = Es la variable dependiente

$\ln \begin{pmatrix} X_1 \\ \dots \\ X_2 \end{pmatrix}$ = Es la variable independiente

$\ln \beta_0$ y α Son los parámetros a estimar.

b. CUANDO LA FUNCIÓN NO ESTA RESTRINGIDA A LINEAL HOMOGÉNEA

Otra forma de presentar la ecuación (4) con dos factores y el término aleatorio, dejando en libertad el grado de homogeneidad, es:

$$Y = \beta_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} e^{\mu_i}$$

Aplicando directamente logaritmos a la función, se tiene

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \mu_i$$

2.2.3.6.2 CARACTERÍSTICAS DE LOS ERRORES

La desviación de μ_i , es una variable aleatoria (perturbación estocástica o término del error estocástico), no observable, que puede tomar valores positivos o negativos. El término de perturbación sustituye a todas aquellas variables que han sido excluidas del modelo, pero conjuntamente afectan a Y_i . Por tanto μ_i puede ser usada como un sustituto de todas las variables excluidas del modelo (Gujarati, 1983).

A continuación se puntualiza sobre los supuestos, que involucran a los errores en torno a la regresión lineal general o clásica.

$$1. \quad E(\mu_i | X_i) = 0$$

Es decir, que el valor esperado condicional de μ_i al X_i dado, es cero

$$2. \quad \text{Cov}(\mu_i, \mu_j) = E\left[\mu_i - E(\mu_i)\right]\left[\mu_j - E(\mu_j)\right]$$

$$= E(\mu_i, \mu_j) = 0 \quad i = j$$

Donde i y j son dos observaciones diferentes y Cov es la covarianza

$$3. \quad \text{Var}(\mu_i | X_i) = E\left[\mu_i - E(\mu_i)\right]^2 = E(\mu_i^2) = \sigma^2$$

Donde Var es la varianza

Es decir, expresa que la varianza de μ_i para cada X_i (la varianza condicional de μ_i) es un número positivo constante e igual a σ^2 . Técnicamente representa el supuesto de homoscedasticidad o igual (*homos*) dispersión (*cedasticidad*) o igual varianza, es decir, que las Y poblaciones que corresponden a varios valores de X tienen la misma varianza.

Y en contraparte tenemos a la Heteroscedasticidad o dispersión desigual o varianza desigual, en la que la varianza condicional de la población Y cambia a medida que X cambia igualmente, simbólicamente puede escribirse como:

$$\text{Var}(\mu_i | X_i) = \sigma_i^2$$

El subíndice i quiere decir que la varianza de la población ya no es constante

$$4. \quad \text{Cov}(\mu_i, X_i) = E\left[\mu_i - E(\mu_i)\right]\left[X_i - E(\mu_i)\right] = 0$$

Vale la pena comentar que las variables X también son aleatorias, ya que regularmente, en regresión son fijas.

Este supuesto afirma que la perturbación μ_i y la variable explicativa X_i no están correlacionadas.

Es común que en el análisis empírico alguno de los datos que se desea tener no se encuentren a disposición, por lo que en ocasiones se excluyen algunas variables aunque se sepa que son relevantes.

Es muy posible, que la influencia conjunta de todas o algunas de las variables excluidas, sea insignificante o a lo mejor aleatoria o no sistemática, y que desde el punto de vista práctico y por razones de costo, no se justifique su introducción explícita en el modelo. Cuando así ocurre, el efecto combinado de todas estas variables, pueden ser tratados como una variable aleatoria μ_i .

2.2.4 PRODUCTO BRUTO INTERNO

Es el nombre que se da al valor monetario total de los bienes y servicios finales que produce un país en un año dado. Es la cifra a la que se llega cuando aplicamos el patrón de medida del dinero a los diversos bienes y servicios que produce un país con su tierra, su trabajo y su capital. Es igual a la suma de los valores monetarios de todos los bienes de consumo y de inversión, las compras del Estado y las exportaciones netas a otros países¹².

El PBI en el Perú comprende los siguientes sectores agrupados por actividad económica.

1. Agricultura, caza y silvicultura
2. Pesca
3. Extracción de minerales e hidrocarburos
4. Manufactura
5. Electricidad y agua
6. Construcción
7. Comercio
8. Transportes y Comunicaciones

9. Restaurantes y Hoteles
10. Servicios gubernamentales
11. Otros servicios

2.2.4.1 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Si se toma en consideración el sector en el que se produce la actividad económica, el PBI se desagrega en: agropecuario (con sus subsectores agrícola y pecuario), pesca, minería e hidrocarburos (separado en minería metálica e hidrocarburos), manufactura (diferenciando la manufactura procesadora de recursos primarios, asociada a la evolución de la agricultura, pesca y minería, de la manufactura no primaria), construcción, comercio y otros servicios, actividades que poseen un mayor impacto en el empleo y en la evolución de la demanda interna.

Para estimar el indicador del PBI sectorial se utilizan métodos de medición directos e indirectos. Los métodos directos emplean información sobre volúmenes físicos de producción de los principales productos de cada sector de las mismas empresas y otros agentes económicos. Estos volúmenes de producción son valorizados a precios del año base, obteniéndose el valor de producción a precios constantes. Este método se aplica en el cálculo de los sectores agropecuario, pesca, minería e hidrocarburos, algunas ramas de la manufactura, electricidad y agua.

La metodología del sector agropecuario se detalla a continuación:

Agropecuario: La Dirección General de Información Agraria del Ministerio de Agricultura recopila mensualmente información sobre volúmenes de producción de 74 cultivos y los valoriza a precios constantes del año base. Se obtiene información sobre los cultivos (transitorios, permanentes y semipermanentes), precios de productor, superficie sembrada y cultivada, superficie cosechada y rendimiento por departamentos.

Adicionalmente, se considera información de la SUNAT para los cultivos de agro exportación. De la misma forma, se recopila información del subsector pecuario, considerándose el beneficio animal y los subproductos. En el caso del subsector agrícola, el Banco Central reporta en su Nota Semanal información desagregada de 24 productos que representan más de las dos terceras partes del valor total de la producción agrícola publicada por el Ministerio de Agricultura.

PBI desestacionalizado: La desestacionalización de una serie de valores a lo largo del tiempo consiste en la remoción del componente estacional de la serie, es decir, de aquella parte que se repite año tras año y que es explicada por fenómenos o hechos de naturaleza no económica tales como el clima, el número de días laborables y feriados o por actividades que se llevan a cabo en determinada parte del año (por ejemplo, matrículas escolares). Este componente estacional es aislado, para su posterior remoción, utilizando programas informáticos especialmente diseñados para realizar esta tarea

2.2.4.2 PBI DEL PERÚ

En los últimos 15 años el Producto Bruto Interno del país ha venido creciendo sostenidamente impulsado básicamente por servicios, comercios, manufactura y minero. El cuadro No. 3 ilustra el PBI del Perú a precios constantes del 1994.

Cuadro 3.
PBI Perú a precios constantes 1994

AÑO	PBI	AÑO	PBI
1994	98,577	2004	139,141
1995	107,064	2005	148,640
1996	109,760	2006	160,145
1997	117,294	2007	174,348
1998	116,522	2008	191,368
1999	117,587	2009	193,133
2000	121,057	2010	210,112
2001	121,317	2011	224,618
2002	127,407	2012	238,836
2003	132,545	2013	250,818

Fuente: INEI

En Febrero del 2014 el año base para medir el PBI corresponde al año 2007 la cual ha cambiado la estructura sectorial como porcentaje del PBI. Al cambiar a estructura algunos sectores pasan a pesar más o menos y su comportamiento bueno o malo, la cual tiene mayor o menor impacto sobre el PBI total de lo que tenía antes. Esto conlleva a que la medición del crecimiento económico sea distinta. El Cuadro No. 4 ilustra el PBI del Perú a precios del 2007.

Cuadro 4. PBI Perú a precios constantes 2007

AÑO	PBI	AÑO	PBI
1990	151,492	2002	235,773
1991	154,854	2003	245,593
1992	154,017	2004	255,770
1993	162,093	2005	273,971
1994	182,044	2006	294,598
1995	195,536	2007	319,693
1996	201,009	2008	348,923
1997	214,028	2009	352,584
1998	213,190	2010	382,380
1999	216,377	2011	407,052
2000	222,207	2012	431,273
2001	223,580	2013	456,214

Fuente: INEI

Este cambio en la calidad de las estadísticas económicas resultará en algunos cambios importantes en la estructura productiva peruana. El más importante cambio es el fuerte aumento en el peso del sector minero debido a que los precios de los minerales en el 2007 fueron mucho mayores que en 1994, lo cual lleva a que la producción minera tenga un valor mucho mayor y por ello sea una parte más grande del PBI. Con los precios de 1994, el sector de minería tenía un peso de 5.8% del PBI en el 2007. Con los precios del 2007, en cambio, la minería pasó a tener una participación de 14.3% del PBI en ese año. La actividad comercial es el otro sector que tiene un cambio importante en su peso, bajando de 14.6% del PBI a precios de 1994 a 9.6% del PBI a precios del 2007, según la versión preliminar de la Tabla de Insumo Producto del año 2007. Para el resto de sectores se darían cambios menores en su participación en el PBI. El cuadro ilustra el cambio en la estructura porcentual.

Cuadro 5. Cambio porcentual PBI

	2007	
	A precios de 1994	A precios de 2007
Agricultura, caza y silvicultura	7.9	5.8
Pesca	0.5	0.9
Minería	5.8	14.3
Manufactura	15.7	15.4
Electricidad y agua	2.1	1.7
Construcción	5.6	5.0
Comercio	14.6	9.6
DM+IP	38.3	39.1
Otros servicios	9.5	8.3
Total	100.00	100.00

Fuente. Diario Gestión 21.02.2014

2.3 MARCO CONCEPTUAL

- a) **Análisis de varianza (ANOVA).** Mide la cantidad de variación en el modelo de muestreo¹³.
- b) **Análisis de regresión.** El análisis de regresión trata del estudio de la dependencia de una variable (variable dependiente) respecto de una o más variables (variables explicativas) con el objetivo de estimar o predecir la media o valor promedio poblacional de la primera en términos de los valores conocidos o fijos (en muestras repetidas) de las segundas. (Gujarati, 2009 pg. 15)
- c) **Econometría.** La econometría, resultado de cierta perspectiva sobre el papel que desempeña la economía, consiste en la aplicación de la estadística matemática a los datos económicos para dar soporte empírico a los modelos construidos por la economía matemática y obtener resultados numéricos¹⁴.
- d) **Función de producción,** es la relación en la cual se combinan los factores de producción para obtener el producto. La función de producción transforma factores como tierra, trabajo, capital y dirección empresarial en producción¹⁵
- e) **Economía de escala.** Cualquier situación de producción, incluso la prestación de servicios financieros, en la que el coste por unidad producida disminuye a medida que aumenta el número de unidades producidas.
- f) **Inversión Pública.** intervención limitada en el tiempo que utiliza total o parcialmente recursos públicos, con el fin de crear, ampliar, mejorar, modernizar o recuperar la capacidad productora de bienes o servicios; cuyos beneficios se generen durante la vida útil del proyecto y éstos sean independientes de los de otros proyectos¹⁶.
- g) **Modelo de Regresión Múltiple.** Es una extensión del modelo de regresión simple en el cual la variable dependiente supone la dependencia de una o más variables explicativas¹⁷.
- h) **Modelo Económico y Modelo Econométrico.** Modelo económico es un conjunto de supuestos que aproximadamente describen el comportamiento de una economía o un sector de la economía. Un modelo econométrico describe un conjunto de ecuaciones de comportamientos derivados de un

modelo económico el cual involucra algunas variables perturbadoras y son agrupados y considerados irrelevantes para el propósito del modelo¹⁸.

- i) **Producción agropecuaria.** El PBI agropecuario es la suma del valor de producción agrícola y pecuaria estimado por el Ministerio de Agricultura que toma en cuenta la producción de 74 productos agrícolas y 12 pecuarios¹⁹.
- j) **PEA Ocupada.** Es el conjunto de la PEA que trabaja en una actividad económica, sea o no en forma remunerada en el periodo de referencia. En este grupo se encuentra las personas que:
 - Tienen una ocupación o trabajo al servicio de un empleador o por cuenta propia y perciben a cambio una remuneración en dinero o especie.
 - Tienen una ocupación remunerada, no trabajaron por encontrarse enfermos, de vacaciones, licencia, en huelga o cierre temporal del establecimiento.
 - El independiente que se encontraba temporalmente ausente de su trabajo durante el periodo de referencia pero la empresa o negocio siguió funcionando.
 - Las personas que prestan servicios en las Fuerzas Armadas, Fuerzas Policiales o en el Clero.

III. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Con el propósito de determinar la función de producción del sector agropecuario en Loreto mediante la función de producción Cobb Douglas, utilizamos información sobre la inversión del Gobierno Regional en el sector agropecuario, PEA agropecuaria ocupada y remunerada y la producción total agropecuaria para los años de estudio. Los datos correspondientes a los años ya precisados (1992 - 2013) se encuentra en diversas fuentes secundarias como el portal del INEI, el BCR del Perú, Ministerio de Agricultura, Gobierno Regional de Loreto, entre otros.

La información en base al marco teórico explicado en el acápite anterior, fue procesada en el programa Econométrico Stata Versión 14 y E Views 8. Los resultados se muestran a continuación.

3.1 INVERSIÓN DEL GOBIERNO REGIONAL

El sector agropecuario, conformado por los sub sectores agrícola y pecuario, con una participación promedio porcentual de 15,53% en la generación del Valor Agregado Bruto, es la segunda actividad productiva departamental en orden de importancia. La inversión del Gobierno Regional para el sector agropecuario ha sido muy variado para los años de estudio. Representa una desviación de 9,702.09 con una inversión promedio estimada de 11,599.02 miles de soles.

En el aporte al Valor Agregado Bruto agrícola departamental destacan los siguientes cultivos:

Yuca, la producción de yuca para el 2012 fue de 348 mil toneladas, registrando una caída de 12,5 por ciento respecto al año anterior, debido a los menores rendimientos por hectárea y a las inundaciones registradas a inicios del año. Por su lado, las siembras de yuca en la campaña 2010-2012 totalizaron 37,8 mil hectáreas, inferiores en 1,7 por ciento respecto a la campaña 2010-2011. En el año 2012 Loreto ocupa el primer lugar en producción de yuca (31,2 por

ciento del total nacional).

Plátano. La producción de plátano totalizó 287 mil toneladas en el 2012, registrando una disminución de 17,1 por ciento; en tanto que las siembras de plátano (campaña 2011- 2012) ascendieron a 7,5 mil hectáreas, superiores en 4,8 por ciento respecto a la campaña anterior, favorecida por las condiciones climáticas (ligeras lluvias) que facilitaron la preparación de los terrenos. En el año 2012 Loreto ocupó el segundo lugar en producción de plátano (15,1 por ciento del total nacional).

Arroz. El 2012 la producción de arroz cáscara fue de 103 mil toneladas, nivel que representó el 3,9 por ciento de la producción nacional; asimismo, mayor en 20,4 por ciento respecto al año anterior. Las siembras de arroz sumaron 33 mil hectáreas (campaña 2011-2012), menores en 0,1 por ciento respecto a la campaña anterior.

1.4 Maíz amarillo duro La producción de maíz amarillo durante el año 2011 totalizó 84 mil toneladas, volumen que representó el 6,6 por ciento del total nacional. La producción de este cultivo aumentó 27,6 por ciento con relación al año 2011, debido a la mayor superficie cosechada. Durante la campaña 2011-2012 las siembras de maíz amarillo ascendieron a 35 mil hectáreas.

Así mismo, Loreto es la sexta región productora de frijol y la séptima en maíz amarillo duro a nivel nacional. La provincia de Maynas produce frijol, yuca, plátano, limón y naranja; Alto Amazonas arroz y maíz; Requena frijol, yuca, plátano; Loreto y Ucayali plátano y frijol, y finalmente, Ramón Castilla: arroz.

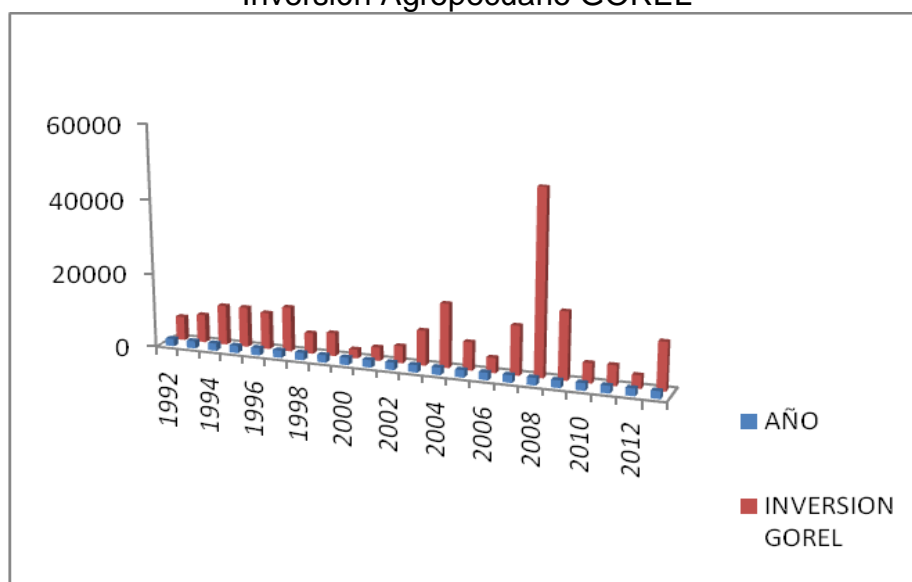
Los cultivos permanentes son: palma aceitera, pijuayo, humarí, limón, cacao y palmito. Los cultivos transitorios son el arroz, maíz, yuca, plátano, caña de azúcar y piña. La agroindustria desarrollada en la región comprende actividades como el pilado de arroz, procesamiento de caña de azúcar, procesamiento de alimentos balanceados, embutidos y en menor escala quesos, mermeladas, jaleas y néctares.

Cuadro 6. Inversión del GOREL

AÑO	INVERSIÓN AGROPECUARIO GOREL	
	(Miles de soles)	
	X_t	
1992		6,416.15
1993		7,528.80
1994		10,641.46
1995		10,754.11
1996		9,866.76
1997		11,987.76
1998		5,569.07
1999		6,202.42
2000		2,403.00
2001		3,587.00
2002		4,579.00
2003		9,378.00
2004		17,157.00
2005		7,563.00
2006		4,055.00
2007		13,188.00
2008		49,218.00
2009		18,110.00
2010		5,318.00
2011		5,412.00
2012		3,462.00
2013		12,781.89

Fuente. Gobierno Regional de Loreto

Figura 3
Inversión Agropecuario GOREL



Fuente: Elaboración propia

3.2 PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

En el año 2012 la producción agrícola creció 4.04 por ciento con respecto al 2011, por mayores áreas cosechadas en palma aceitera con un incremento de 211 por ciento en Yurimaguas y arroz en 20 por ciento.

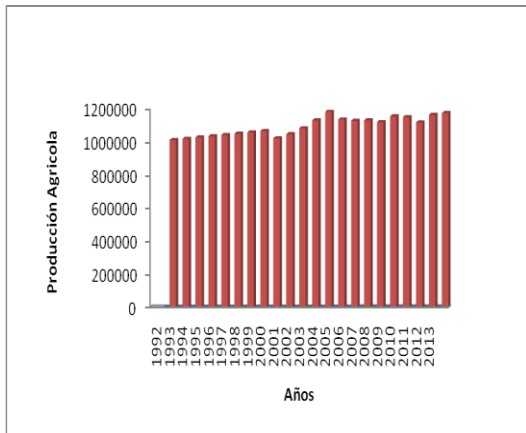
La producción pecuaria avanzó en el mismo periodo comparativo 2.4 por ciento, por mayor producción en aves, ovino, porcino, vacuno, búfalo, huevos y una ligera caída en leche fresca.

Cuadro 7. Producción Agropecuaria

AÑO	PRODUCCIÓN AGRÍCOLA	PRODUCCIÓN PECUARIA	TOTAL
	(Toneladas)		
1992	1,012,277.09	9,873.40	1,022,150.49
1993	1,020,076.20	9,546.40	1,029,622.60
1994	1,027,875.30	12,259.67	1,040,134.97
1995	1,035,674.41	11,278.90	1,046,953.31
1996	1,043,473.51	13,147.59	1,056,621.10
1997	1,051,272.61	14,440.18	1,065,712.79
1998	1,059,071.72	12,333.98	1,071,405.70
1999	1,066,870.82	13,024.00	1,079,894.82
2000	1,023,045.00	12,037.00	1,035,082.00
2001	1,048,059.00	13,015.46	1,061,074.46
2002	1,083,257.00	13,762.30	1,097,019.30
2003	1,131,779.00	14,328.60	1,146,107.60
2004	1,183,071.00	20,674.30	1,203,745.30
2005	1,136,963.90	27,584.60	1,164,548.50
2006	1,129,094.30	27,848.90	1,156,943.20
2007	1,131,871.36	18,915.00	1,150,786.36
2008	1,121,146.50	27,162.13	1,148,308.63
2009	1,156,040.00	36,527.56	1,192,567.56
2010	1,151,130.14	40,141.29	1,191,271.43
2011	1,118,823.54	38,931.05	1,157,754.59
2012	1,164,758.36	39,855.08	1,204,613.44
2013	1,176,058.27	37,387.92	1,213,446.19

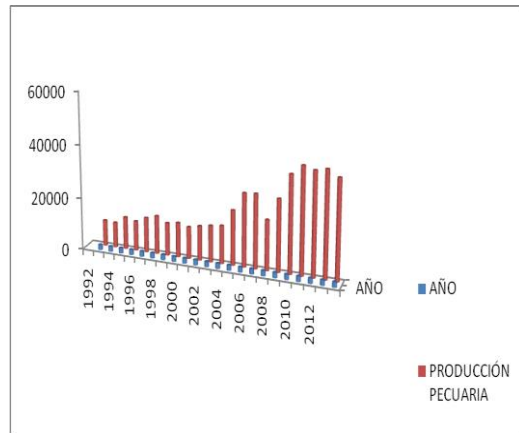
Fuente: GOREL - Dirección Regional de Agricultura.

Figura 4
Producción agrícola (Ton)



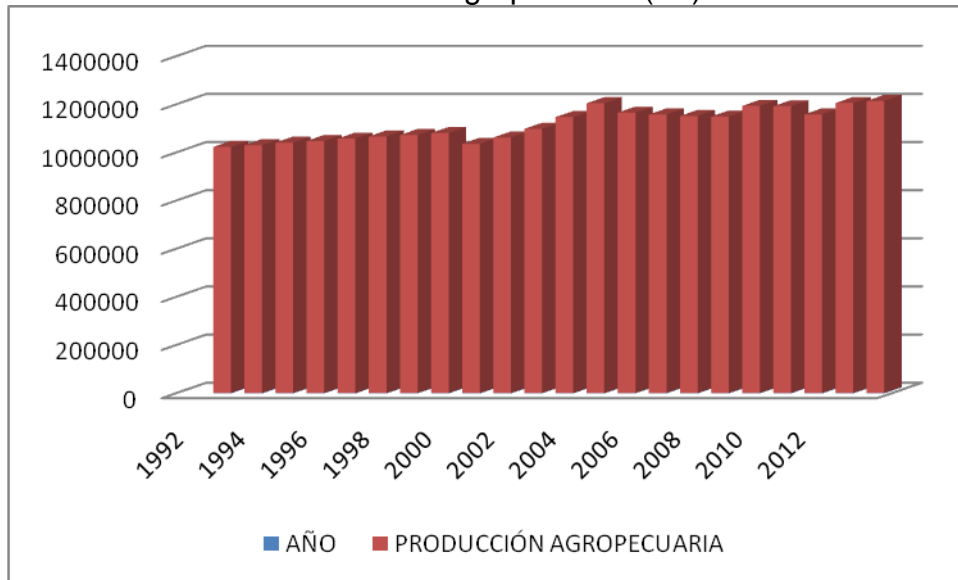
Fuente: Elaboración propia

Figura 5
Producción pecuaria (Ton)



Fuente: Elaboración propia

Figura 6
Producción agropecuaria (Tn)



Fuente: Elaboración propia

3.3. PEA DEL SECTOR AGROPECUARIO

A efectos de construir la cantidad de trabajadores en la Región Loreto se utilizó la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH0 2008) la cual explica que en el Perú existen 2 millones 355 mil productores agropecuarios que representan el 49,2% de la PEA agropecuaria y el 15.6% de la PEA ocupada en el país.

En relación al Departamento de Loreto la encuesta clasifica en Costa, Sierra y Selva. Siendo la participación de la Selva con 20.4% de productores agropecuarios del país.

Así mismo, se utilizó el informe del Instituto Nacional de Estadística e Informática: Perú: Perfil del productor agropecuario 2008 investigación que fue realizada a partir de los datos proporcionados por los Censos Nacionales de Población y Vivienda 2007 y por la Encuesta Nacional de Hogares 2008, con el propósito de contribuir con una herramienta de apoyo a las decisiones de política social y sectorial, identificando las características del productor agropecuario, la situación actual de la actividad agropecuaria, las condiciones de vida y pobreza que enfrenta el productor agropecuario.

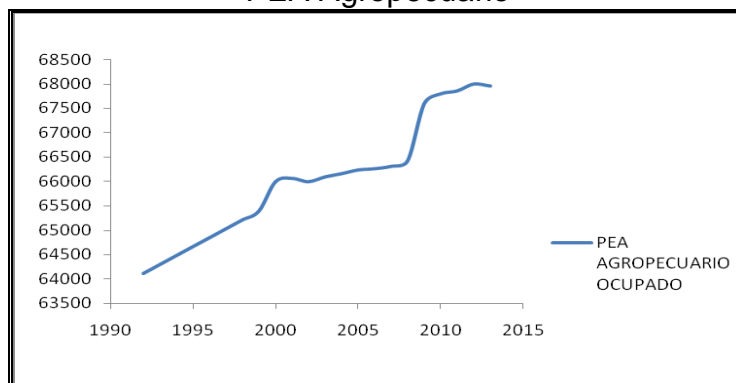
Cuadro 8. PEA Agropecuario

AÑO	PEA AGROPECUARIO OCUPADO	AÑO	PEA AGROPECUARIO OCUPADO
1992	64,111	2003	66,089
1993	64,294	2004	66,154
1994	64,476	2005	66,231
1995	64,659	2006	66,256
1996	64,842	2007	66,305
1997	65,025	2008	66,420
1998	65,208	2009	67,589
1999	65,390	2010	67,790
2000	65,989	2011	67,850
2001	66,058	2012	67,990
2002	65,990	2013	67,950

Fuente: ¹/INEI - Encuesta Nacional de Hogares sobre Condiciones de Vida y Pobreza, continua 2013.
Perú: Perfil del productor agropecuario 2008
Elaboración Propia

Figura 7

PEA Agropecuario



Fuente. Elaboración Propia

3.4 ESTIMACIÓN DEL MODELO.

El cuadro 9 consolida la información de la producción agropecuaria, la inversión agropecuaria del GOREL y la PEA agropecuaria. Esta información es el input que permitirá a través del modelo ya especificado en la metodología, determinar los coeficientes y la interpretación de los resultados encontrados.

Cuadro 9. Datos consolidados

AÑO	PRODUCCIÓN AGROPECUARIA GOREL	INVERSIÓN AGROPECUARIA GOREL	PEA AGROPECUARIA GOREL
	Toneladas	(Miles de soles)	Unidades
		X1	X2
1992	1,022,150.49	6,416.15	64,110.69
1993	1,029,622.60	7,528.80	64,293.51
1994	1,040,134.97	10,641.46	64,476.32
1995	1,046,953.31	10,754.11	64,659.13
1996	1,056,621.10	9,866.76	64,841.95
1997	1,065,712.79	11,987.76	65,024.76
1998	1,071,405.70	5,569.07	65,207.57
1999	1,079,894.82	6,202.42	65,390.38
2000	1,035,082.00	2,403.00	65,989.00
2001	1,061,074.46	3,587.00	66,058.00
2002	1,097,019.30	4,579.00	65,990.00
2003	1,146,107.60	9,378.00	66,089.00
2004	1,203,745.30	17,157.00	66,154.00
2005	1,164,548.50	7,563.00	66,231.00
2006	1,156,943.20	4,055.00	66,256.00
2007	1,150,786.36	13,188.00	66,305.00
2008	1,148,308.63	49,218.00	66,420.00
2009	1,192,567.56	18,110.00	67,589.00
2010	1,191,271.43	5,318.00	67,790.00
2011	1,157,754.59	5,412.00	67,850.00
2012	1,204,613.44	3,462.00	67,990.00
2013	1,213,446.19	12,781.89	67,949.77

Fuente: Elaboración propia

Con los datos del cuadro 9 se estima el modelo econométrico. Para ello, es necesario realizar una función lineal a la función de producción Cobb Douglas. La transformación más usual es la de aplicar logaritmos a la función y así hacer que el modelo transformado sea lineal en los parámetros β_i donde cada uno de los coeficientes β_1 y β_2 , es la elasticidad parcial de Y con respecto a las variables X_1 y X_2 respectivamente. El cuadro 10 ilustra lo indicado.

Cuadro 10.
Aplicación de Ln a los datos

AÑO	<i>ln Y</i>	<i>ln X₁</i>	<i>ln X₂</i>
1992	6.92966401	1.85881825	4.16061116
1993	6.93694760	2.01873567	4.16345862
1994	6.94710576	2.36475769	4.16629800
1995	6.95363961	2.37528801	4.16912935
1996	6.96283145	2.28917153	4.17195269
1997	6.97139914	2.48388613	4.17476809
1998	6.97672680	1.71722807	4.17757559
1999	6.98461893	1.82493954	4.18037522
2000	6.94223593	0.87671796	4.18948806
2001	6.96703732	1.27731620	4.19053314
2002	7.00035205	1.52148063	4.18950322
2003	7.04412678	2.23836652	4.19100232
2004	7.09319306	2.84240625	4.19198536
2005	7.06008874	2.02326794	4.19314863
2006	7.05353663	1.39995069	4.19352603
2007	7.04820078	2.57930733	4.19426531
2008	7.04604539	3.89625941	4.19599822
2009	7.08386388	2.89646427	4.21344525
2010	7.08277644	1.67109729	4.21641469
2011	7.05423771	1.68861871	4.21729939
2012	7.09391399	1.24184646	4.21936064
2013	7.10121968	2.54802945	4.21876874

Fuente. Elaboración propia

Linealizando el modelo y aplicando logaritmos, la función queda de la siguiente manera:

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \mu_i$$

Este modelo es lineal en los parámetros $\ln \beta_0$, β_1 y β_2 y lineal en los logaritmos de las variables Y , X_1 , y X_2 . El modelo nos afirma que la producción agropecuaria, está relacionada linealmente con la inversión agropecuaria y el

personal remunerado ocupado.

Las variables de Producción, inversión agropecuaria del GOREL y PEA agropecuaria están transformadas a logaritmos naturales para contribuir a que los errores cumplan con el supuesto de la distribución normal y homoscedasticidad del método de mínimos cuadrados ordinarios.

Haciendo uso del programa STATA V14 y tomando los datos del Cuadro 10 ejecutamos una regresión lineal, para así obtener los estimadores de los parámetros y ajustando la función de producción de Cobb-Douglas a estos datos, se obtuvo la siguiente expresión.

$$Y = -4.861409 + 0.0244653 X_1 + 2.822428 X_2$$

$$Error\ std = (0.008232) \quad (0.3012783)$$

$$t = 2.97 \quad 9.37$$

$$R^2 = 83.31$$

$$\overline{R^2} = 81.56$$

3.5 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

El cuadro 11 muestra los resultados a través del programa econométrico Stata versión 14 y ésta se compone de tres partes. 1) La tabla ANOVA en la parte superior izquierdo; 2) detalles del modelo y la base de datos en la parte superior derecha, y 3) abajo, los resultados de la estimación acompañado de los errores estándar, los estadísticos *t* asociados, los valores *-p* y los intervalos de confianza.

Cuadro 11. Resultados de los parámetros

. reg Prod_agropecuaria Inv_agropecuaria PEA_agropecuaria						
Source	SS	df	MS	Number of obs	=	22
Model	.061360672	2	.030680336	F(2, 19)	=	47.43
Residual	.012291156	19	.000646903	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.8331
				Adj R-squared	=	0.8156
Total	.073651828	21	.00350723	Root MSE	=	.02543

Prod_agropecuaria	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Inv_agropecuaria	.0244653	.008232	2.97	0.008	.0072355	.0416952
PEA_agropecuaria	2.822428	.3012783	9.37	0.000	2.191845	3.453011
_cons	-4.861409	1.263035	-3.85	0.001	-7.50497	-2.217847

Elaboración propia. Stata V14

La tabla ANOVA permite explicar lo siguiente. La variación total de la variable dependiente (Y) representado en producción agropecuaria se divide en dos componentes: 1) *regresión*, o la variación de Y expresado por las variables independientes, inversión pública por el GOREL y el PEA agropecuario ocupado remunerado, y 2) *el error o residuo*, o variación no explicada de Y (producción agropecuaria).

La columna SS se refiere a la suma de los cuadrados y esto indica la variación atribuible, tanto para el modelo como para los residuos. La variación total de la producción agropecuaria de Loreto, esta resumida en SS total. La suma de los cuadrados del modelo es la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores estimados o pronosticados, \hat{Y} , y la media general de Y, en el estudio, el resultado es de 0.06136 miles de toneladas. La suma de los cuadrados del residuo es la suma de las diferencias al cuadrado entre los valores observados de la variable dependiente Y, y sus valores estimados o pronosticados correspondientes \hat{Y} . Esta diferencia es el error de estimar o predecir la variable independiente con la ecuación de regresión múltiple, en el estudio éste indica 0.01229 miles de toneladas. La columna MS permite calcular el error estándar de regresión múltiple. Para el caso de estudio, se calculan como la suma de los cuadrados divididos por sus correspondientes grados de libertad. En el caso del error estándar de estimación múltiple de la media, el error estándar de estimación múltiple es la raíz cuadrada de la media cuadrada residual: $\sqrt{0.0006469} = 0.02543$ miles de toneladas. Este resultado es el error típico al emplear la ecuación de regresión. Los residuos tienen una distribución normal, por lo que alrededor de 68% de ellos estará dentro de ± 0.02543 y cerca del 95% dentro de $\pm 2(0.02543) = 0.05086$ miles de toneladas.

La columna df se refiere a los grados de libertad asociados con cada categoría. El número de grados de libertad en el modelo es igual al número de variables independientes existente en la ecuación de regresión múltiple. En el estudio se tiene dos variables independientes (k), Inversión pública y PEA remunerado. El número de grados de libertad asociados con el término error es igual al total de grados de libertad menos los grados de libertad del modelo. En el presente estudio los grados de libertad son $n - (k + 1)$. Reemplazando: $22 - (2 + 1) = 19$.

Cuadro12.
 Detalles del modelo y base de datos

Number of obs	=	22
F(2, 19)	=	47.43
Prob > F	=	0.0000
R-squared	=	0.8331
Adj R-squared	=	0.8156
Root MSE	=	.02543

Elaboración propia. Stata V14.

El cuadro 12, explica detalles del modelo y la base de datos. Existen 22 observaciones correspondientes a los años 1992 - 2013. La tabla F de distribución indica valores 2 y 19. El valor 2 corresponde a los grados de libertad de la regresión y es igual a la cantidad de variables independientes (inversión pública y PEA agropecuario). El valor 19 indica el total de grados de libertad asociados al término de error menos los grados de libertad de la regresión ($22 - (2 + 1) = 19$). El valor F permite probar la hipótesis global que parte de la siguiente premisa: Todos los coeficientes de las variables independientes son cero y por lógica, no son útiles para estimar la variable dependiente, en este caso, la producción agropecuaria, de ser así habrá que buscar algunas otras variables independientes. En otras palabras ¿Es posible estimar la variable dependiente (producción agropecuaria) sin basarse en la variables independientes? La hipótesis nula indica que $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ y la hipótesis alternativa es que no todas las β son cero. La prueba F permite probar la hipótesis nula. Para ello se compara el estadístico de prueba con un valor crítico. El valor estadístico F de prueba se calcula con el rango de dos varianzas. El numerador es la suma de los cuadrados de la regresión dividida entre sus grados de libertad, K . El denominador, es la suma de los cuadrados del error dividido entre sus grados de libertad ($47.43 = 0.030680336 / 0.000646903$). Para el cálculo del valor crítico el anexo 3 indica un valor F de 3.522. Al aplicar la prueba global, la regla de decisión es: No rechace la hipótesis nula de que todos los coeficientes de regresión son cero, si el valor calculado de F es menor o igual que 3.522. Si el valor calculado de F es mayor que 3.522 se rechaza la H_0 y se acepta la hipótesis alternativa H_1 . El valor calculado de F es 47.43 que se encuentra en la región de rechazo. Por lo

tanto, se descarta la hipótesis nula que todos los coeficientes de regresión múltiple son cero. Esto significa que las variables independientes, Inversión pública y PEA agropecuaria remunerada tienen la capacidad de explicar la variable dependiente, producción agropecuaria. El valor $p > F$ se define como la probabilidad de observar un valor F tan o más grande que un estadístico de prueba F , asumiendo que la hipótesis nula es verdadera. Si el valor p es menor que el nivel de significancia elegida, se decide rechazar la hipótesis nula. El cuadro 12 muestra que el valor p del estadístico F es 0.0000 menor que el nivel de significancia de 0.05. Por lo tanto, se decide rechazar la hipótesis global nula y se concluye que cuando menos uno de los coeficientes de regresión no es igual a cero.

El resultado $R^2 = 0.8331$ indica como la línea de regresión muestral se ajusta a los datos, por lo que el ajuste es bueno. En otras palabras, podemos indicar que el 83.31% de las variaciones que ocurren en la Producción total agropecuario (Y) se explicarían por las variaciones en la variable Inversión regional agropecuario y el PEA agropecuario remunerado que labora en ese sector (X_1 y X_2). El valor Root MSE como indicamos líneas arriba, indica el error típico de emplear el modelo de regresión y se lee en las mismas unidades que la variable dependiente.

La tabla ANOVA permite además, explicar el coeficiente de determinación a partir de la suma de los cuadrados etiquetados con SS del modelo dividido entre el valor de SS del total, $R^2 = SSR/SST$. Reemplazando observamos que: $0.061360672 / 0.073651828 = 0.8331$. Si 83.31% explican la variación promedio de la producción agropecuaria por la inversión regional y el PEA ocupado remunerado, el 16.69% de la variación se debe a otros factores, como el error aleatorio o variables no incluidas en el modelo.

Cuadro 13. Resultados de estimación

Prod_Agropec	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
Invers_Agr~c	.0244653	.008232	2.97	0.008	.0072355	.0416952
PEA_Agropec	2.822428	.3012783	9.37	0.000	2.191845	3.453011
_cons	-4.861409	1.263035	-3.85	0.001	-7.50497	-2.217847

Elaboración propia. Stata V14

El cuadro 13 proporciona los detalles relativos al modelo. En la columna coeficiente, el valor 0.0244653 representa a β_1 con un error estándar (*Std. Err.*) de 0.008232. Con un nivel de significancia $\alpha = 5\%$, el coeficiente de confianza es 95%, entonces la tabla *t* muestra que para 19 gl el valor crítico $t_{\alpha/2} = 2.093$. Los valores *t* estimados indican, según la hipótesis nula de que el verdadero valor poblacional de cada coeficiente de regresión individual es cero (es decir, $2.97 = 0.0244653 / 0.008232$). Dado que $t = 2.97 > 2.093$ se rechaza la hipótesis nula. Al nivel de significancia del 5% la inversión agropecuaria contribuye al poder explicativo del modelo, aún después de haber incluido la PEA remunerada.

Del mismo modo, la prueba de significancia se realiza sobre la variable PEA remunerada. El valor crítico de la tabla es la misma $t_{\alpha/2} = 2.093$. El valor *t* estimado es de 9.37 que es mayor que 2.093.

Lo anterior, establece que en los límites proporcionados por las observaciones del intervalo de la variable X_2 y de la variable X_1 , cada vez que X_2 aumenta en mil personas, *Y* aumenta 2.82 miles de toneladas, y cada vez que X_1 aumenta en un millón de soles, *Y* aumenta 0.024 miles de toneladas.

El valor $\beta_0 = -4.861409$ o intercepto de la línea se interpreta como el efecto medio o promedio sobre *Y* de todas las variables omitidas del modelo de regresión lineal, indica el nivel promedio de la producción agropecuaria, cuando la inversión agropecuaria y el personal ocupado remunerado son iguales a cero. Representa una constante de ajuste al modelo. En el presente caso carece de interpretación económica, por cuanto la producción no puede ser

negativa.

El valor $\beta_1 = 0.0244653$ que mide la pendiente de la recta e indica que dentro del rango de la inversión agropecuaria de los años de estudio a medida que aumenta, por ejemplo en mil soles el aumento estimado en inversión en el sector agropecuario por el GOREL la producción se incrementa en 24.4653 Ton. Es decir, mide el cambio en el valor medio de Y , por cambio de una unidad en X_1 , manteniéndose X_2 constante.

Para el caso de β_2 mide el cambio en el valor medio de Y por unidad de cambio en X_2 , manteniendo constante X_1 .

Al utilizar la función de producción de Cobb-Douglas, y para poder analizar mejor los resultados, se define lo siguiente:

1. β_1 es la elasticidad (parcial) del producto final (Producción agropecuaria (Y)) con respecto al insumo capital o factor capital (inversión pública del GOREL (X_1)), es decir, mide el cambio porcentual en la producción debido, a una variación del 1% en el insumo capital, manteniendo el insumo trabajo (Personal ocupado remunerado (X_2)) constante.
2. β_2 es la elasticidad (parcial) de la producción agropecuaria (Y) con respecto al factor trabajo (X_2), manteniendo constante el factor capital (X_1).
3. Así la suma de $(\beta_1 + \beta_2)$ da la información sobre los rendimientos a escala es decir, la respuesta de la producción agropecuaria a un cambio proporcional a los factores. Si esta suma es 1, entonces existen rendimientos constantes a escala, es decir, la duplicación de los insumos duplicará la producción, la triplicación de los insumos triplicará la producción y así sucesivamente. Si la suma es menor que 1, existen rendimientos decrecientes a escala: duplicando los insumos, la producción crecerá en menos del doble. Finalmente, si la suma es

mayor que 1, habrá rendimientos crecientes a escala; la duplicación de los insumos aumentará el producto en más del doble.

En base a los resultados mostrados, se observa que el sector productivo agropecuario en Loreto, durante el periodo de 1992 - 2013, las elasticidades de la producción agropecuaria (toneladas) con respecto a la inversión agropecuario expresado en miles de soles y al PEA ocupado remunerado fueron de 0.0244653 y 2.822428 respectivamente.

Durante el periodo de estudio, manteniendo constante el PEA ocupado remunerado, un incremento de 1% en la inversión agropecuaria, condujo en promedio a un incremento de 0.024% en la producción agropecuaria.

De igual forma, manteniendo constante la inversión agropecuario, un incremento de 1% en el PEA ocupado remunerado, existe en promedio un incremento de 2.82% en la producción agropecuaria.

Sumando las dos elasticidades de la producción agropecuaria, se obtuvo un valor de 2.85, que da el valor del parámetro de rendimientos a escala. Para el caso de la producción agropecuario en Loreto, durante el periodo en estudio, se caracteriza por rendimientos crecientes a escala.

El cuadro 13 muestra valores $p > |t|$, que permiten probar los coeficientes de regresión individual. El rango t reportados para la inversión pública muestra valor de 0.024 y tiene un valor p de 0.008 y para la PEA con un t de 2.82 el rango reportado del valor p es de 0.000. Ambos valores p son menores a 0.05 por lo que ambos coeficientes de regresión son válidos para pronosticar la producción agropecuaria.

Así mismo, es importante evaluar los coeficientes de regresiones individuales a fin de probar que las variables independientes, inversión pública y PEA remunerado, tienen valor para explicar alguna variación de la producción agropecuaria. Para tal efecto, es importante probar mediante una prueba de

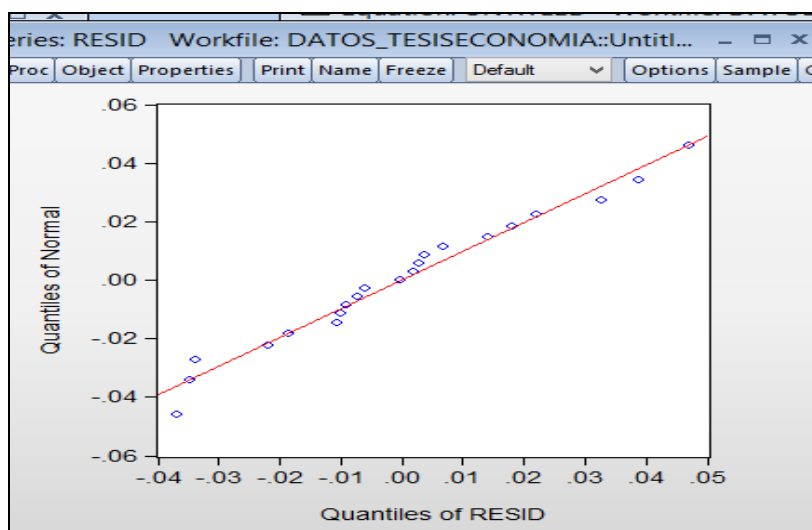
hipótesis nula que uno de los coeficientes β_1 ó β_2 son iguales a cero. ¿Por qué es importante si una de las dos β son iguales a cero?, si una β puede ser igual a cero, implica que esta variable independiente en particular no tiene valor para explicar alguna variación en la producción agropecuaria. Entonces debemos probar 2 pruebas de hipótesis separadas: para la inversión pública y el PEA remunerado. El nivel de significancia es de 0.05 y el estadístico de prueba sigue la distribución t de student con $n - (k + 1)$ grados de libertad. El valor crítico de t se encuentra en el anexo 4. En el caso de una prueba de dos colas con 19 grados de libertad y un $\alpha = 0.05$ la hipótesis nula se rechaza si t es menor que -2.093 o mayor que 2.093. Viendo la captura del cuadro 12 la columna *Std. Err* indica el error estándar del coeficiente de regresión de la muestra. La prueba estadística para probar si los coeficientes de regresión difieren de cero es $t = b_1 - 0/s_b$. El coeficiente b se refiere a cualquiera de los dos coeficientes de la regresión y s_b a la desviación estándar del coeficiente de regresión. El coeficiente de regresión de la inversión pública del GOREL es 0.0245653 y su desviación estándar es 0.008232. Al sustituir estos valores en la formula $t = b_1 - 0/s_b$ se obtienen los valores 2.97 (0.0244653 / 0.008232) para la inversión pública y 9.37 (2.822428 / 0.3012783) para la PEA remunerada. Se concluye que los valores calculados (2.97 y 9.37) son mayores que el valor crítico 2.228 por lo que se rechaza la hipótesis nula de que los coeficientes son nulos. Las variables independientes son factores de predicción significativa de la producción agropecuaria en Loreto.

3.6 PRUEBA DE DIAGNÓSTICOS

➤ Prueba de Normalidad

La prueba de normalidad permite verificar que los errores se distribuyen de manera normal. Para tal fin utilizamos la prueba de Jarque Bera. Esta es una prueba asintótica de normalidad que permite determinar si una muestra o cualquier conjunto de datos se ajustan a una distribución normal. Lo que busca encontrar es, que tanto se desvían los coeficientes de asimetría (datos que se distribuyen de forma uniforme alrededor del punto central, media) y curtosis (grado de concentración que presentan los valores en la región central de la distribución) de los residuos con los coeficientes de asimetría y curtosis de una distribución muestral. La prueba de Hipótesis indica que los residuos se distribuyen de forma normal. Para tomar la decisión se compara con una tabla de chi cuadrado cuyo punto crítico es el valor p asociado al estadístico JB. Si el valor p es mayor que el nivel de significancia, se dice que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula, por tanto los datos se ajustan a una distribución normal.

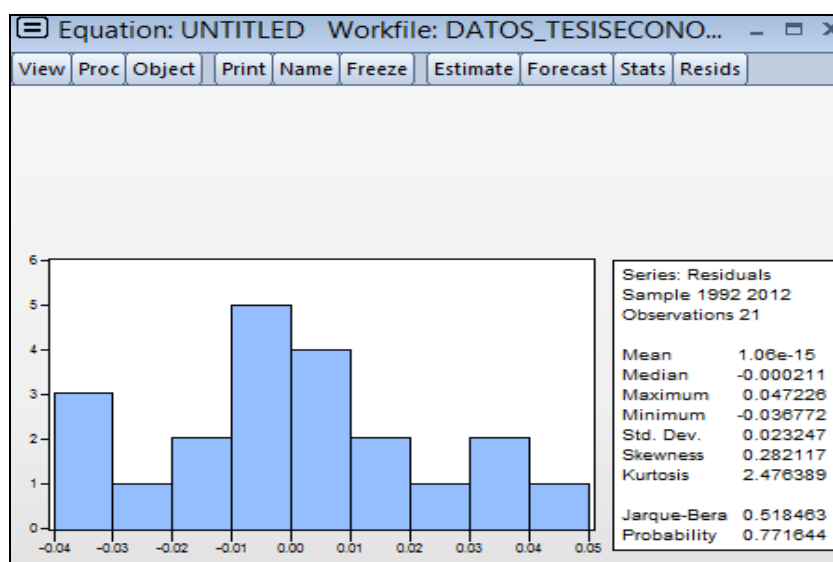
Figura 8. Test de Normalidad



Elaboración propia. Eviews 8.

La figura 8 muestra que los residuos se ubican a través de la recta de regresión, lo que corrobora un comportamiento normal.

Figura 9. Test de Normalidad Jarque Bera



Elaboración propia. Eviews 8.

La figura 9 ilustra la distribución de los errores, mediante la gráfica histograma de residuos. En la leyenda del cuadro se observa el test de Jarque Bera. La probabilidad de que los residuos se distribuyan normalmente es de 0.77 que es mayor al nivel de significancia de 0.05. Por tanto, aceptamos que los residuos se distribuyen normalmente.

➤ Multicolinealidad

La multicolinealidad es una situación en la que se presenta una fuerte correlación entre las variables explicativas del modelo. Para el diagnóstico respectivo se utiliza el test de Factor de Inflación de Varianza. El FIV muestra la forma como la varianza de un estimador se infla por la presencia de la multicolinealidad. Entre mayor es el valor del FIV, mayor "problema" o colinealidad tienen las variable X o explicativas. ¿Pero, cuánto debe ascender el FIV antes de que una regresora se convierta en un problema? Como regla práctica, si el FIV de una variable es superior a 10 (esto sucede si R^2 excede de 0.90) se dice que esa variable es muy colineal. Como prueba complementaria puede utilizarse el indicador TOL como medida de multicolinealidad en vista de su estrecha conexión con FIV. Mientras más cerca esté TOL; de cero, mayor será el grado de colinealidad de esa variable respecto de las demás regresoras. Por otra parte, mientras más cerca esté

TOL de 1, mayor será la evidencia de que las X o explicativas no es colineal con las demás regresoras.

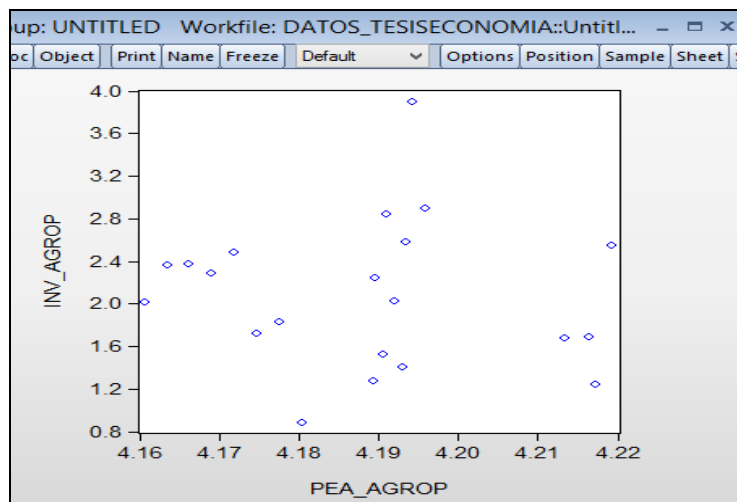
Cuadro 14. Prueba de FIV

Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
PEA_AGROP	0.096508	59212.87	1.006839
INV_AGROP	6.36E-05	10.66976	1.006839
C	1.697016	59347.21	NA

Elaboración propia. Eviews 8.

La última columna del cuadro 14 (centered VIF) vemos que los valores FIV son menores que 10 por lo que concluimos que no existen problemas de multicolinealidad entre las variables regresoras.

Figura 10. Prueba gráfica de dispersión



Elaboración propia. Eviews 8.

Dentro del cuadro de la figura 10 se puede observar los puntos dispersos correspondiente a las variables inversión agropecuaria y PEA agropecuaria, lo

que demuestra que no existe una agrupación de los puntos que determine presencia de multicolinealidad.

➤ Heteroscedasticidad

Un supuesto importante del modelo clásico de regresión lineal es que todas las perturbaciones μ , tienen la misma varianza σ^2 . Si este supuesto no se satisface, hay Heteroscedasticidad. Para el presente estudio utilizaremos el test de White. El test de White no se apoya en el supuesto de normalidad. La hipótesis nula es que no hay Heteroscedasticidad. Si el valor X^2 obtenido excede al valor X^2 de la tabla en el nivel de significancia seleccionado, la conclusión es que se acepta la H_0 y confirmamos presencia de Heteroscedasticidad. Si el valor X^2 obtenido es menor al valor X^2 de la tabla en el nivel de significancia seleccionado, la conclusión es que se acepta la H_0 y se confira que los residuos son homoscedásticas.

Cuadro 15. Prueba de White

Equation: UNTITLED Workfile: DATOS_TESISECONOMIA::Untitled\									
View	Proc	Object	Print	Name	Freeze	Estimate	Forecast	Stats	Resids
Heteroskedasticity Test: White									
F-statistic	1.160622	Prob. F(4,16)	0.3647						
Obs*R-squared	4.722891	Prob. Chi-Square(4)	0.3169						
Scaled explained SS	2.561445	Prob. Chi-Square(4)	0.6337						
Test Equation:									
Dependent Variable: RESID^2									
Method: Least Squares									
Date: 08/10/15 Time: 21:17									
Sample: 1992 2012									
Included observations: 21									
Collinear test regressors dropped from specification									
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.					
C	0.000204	0.079709	0.002556	0.9980					
PEA_AGROP^2	7.36E-05	0.004545	0.016201	0.9873					
PEA_AGROP*INV_AGROP	0.004236	0.018579	0.228009	0.8225					
INV_AGROP^2	0.000279	0.000218	1.277129	0.2198					
INV_AGROP	-0.018853	0.077641	-0.242827	0.8112					
R-squared	0.224900	Mean dependent var	0.000515						
Adjusted R-squared	0.031124	S.D. dependent var	0.000641						
S.E. of regression	0.000631	Akaike info criterion	-11.69493						
Sum squared resid	6.37E-06	Schwarz criterion	-11.44623						
Log likelihood	127.7968	Hannan-Quinn criter.	-11.64096						
F-statistic	1.160622	Durbin-Watson stat	1.710703						
Prob(F-statistic)	0.364668								

Elaboración propia. Eviews 8.

Con la ayuda de Eviews se analiza el cuadro 15. El valor Obs R-squared muestra un valor de 4.722891. Con la ayuda de la tabla X^2 se observa que para 4 gl y un nivel de significancia de 0.05 el valor de la tabla es de 9.4877. El valor calculado es menor al valor de la tabla, por lo que se rechaza la H_0 y se afirma que no existe presencia de Heteroscedasticidad. El valor p - F (4,16) confirma la hipótesis nula. La probabilidad es de 0.3647 mayor al 0.05 de significancia.

➤ Autocorrelación

La Autocorrelación es entendida como "la correlación entre miembros de series de observaciones ordenadas en el tiempo". En forma sencilla el modelo clásico supone que el término de perturbación no recibe influencia del término de perturbación relacionado con cualquier otra observación. La prueba a utilizarse es la de DURBIN WATSON. Durbin y Watson lograron encontrar un límite inferior d_c y un límite superior d_f , tales que si el valor "d" calculado cae por fuera de estos valores críticos, puede tomarse una decisión respecto de la presencia de correlación serial positiva o negativa. Además, estos límites sólo dependen del número de observaciones n y del número de variables explicativas, y no de los valores que adquieren estas variables explicativas. Durbin y Watson tabularon estos límites para n , de 6 a 200 y hasta 20 variables explicativas.

Cuadro 16. Prueba de Autocorrelación – Durbin Watson

Dependent Variable: PROD_AGRPECUA				
Method: Least Squares				
Date: 08/19/15 Time: 10:17				
Sample: 1992 2013				
Included observations: 22				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INV_AGROPECUA	0.024465	0.008232	2.971945	0.0078
PEA_AGROPEC	2.822427	0.301279	9.368151	0.0000
C	-4.861405	1.263037	-3.848981	0.0011
R-squared	0.833117	Mean dependent var	7.015171	
Adjusted R-squared	0.815551	S.D. dependent var	0.059222	
S.E. of regression	0.025434	Akaike info criterion	-4.379308	
Sum squared resid	0.012291	Schwarz criterion	-4.230529	
Log likelihood	51.17239	Hannan-Quinn criter.	-4.344260	
F-statistic	47.42627	Durbin-Watson stat	0.993635	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Elaboración propia. Eviews 8.

El cuadro 16 ilustra el valor de Durbin Watson en 0.993635. La tabla "d" (Anexo 5) para 22 observaciones y 3 estadísticos corresponde al intervalo [1.05 - 1.66]. Por lo que el valor calculado se encuentra comprendido fuera del intervalo. Existe Autocorrelacion.

➤ Regresión Espuria. (RE)

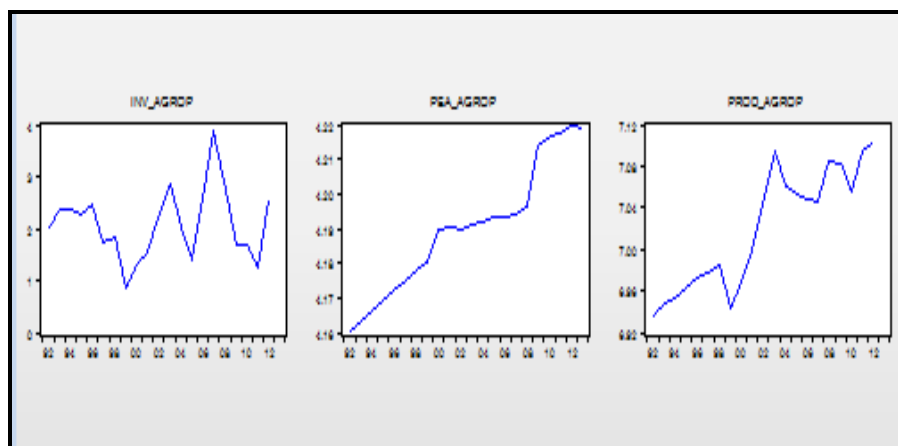
Se conoce como regresión espuria en la cual dos acontecimientos no tienen conexión lógica, aunque se puede implicar que la tienen debido a un tercer factor no considerado aún (llamado "factor de confusión" o "variable escondida"). La relación espuria da la impresión de la existencia de un vínculo apreciable entre dos grupos que es inválido cuando se examina objetivamente.

Si efectuamos una regresión de una serie de tiempo sobre otra y si obtenemos un R^2 muy elevada, superior a 0.9, puede ser señal de existencia de RE, aún si la relación es significativa. Esto se da generalmente en estudios de series de tiempo.

Un primer modo de detectar este problema es verificar si las series son estacionarias. Son estacionarias cuando la media y la varianza de las variables analizadas son constantes con el tiempo. En caso contrario, se afirma que son no estacionarias. Entonces, surgen dos preguntas importantes: 1) ¿Cómo se entiende si una serie de tiempo determinada es estacionaria? 2) Si se tiene que una serie de tiempo determinada es no estacionaria, ¿hay alguna forma de que se convierta en estacionaria?

La primera pregunta respondemos a través de dos métodos: informales y formales. Dentro de los métodos informales se tiene el grafico y el correlograma. Como método formal utilizamos la prueba de raíz unitaria.

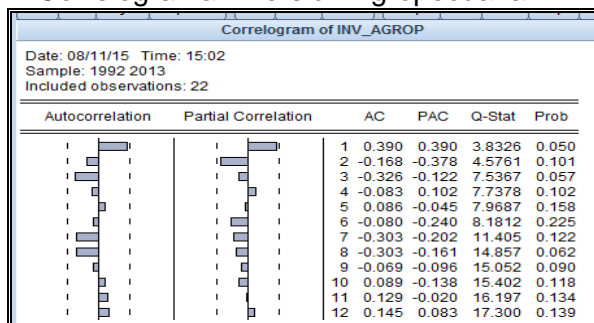
Figura 11. Método Grafico



Elaboración propia. Eviews 8.

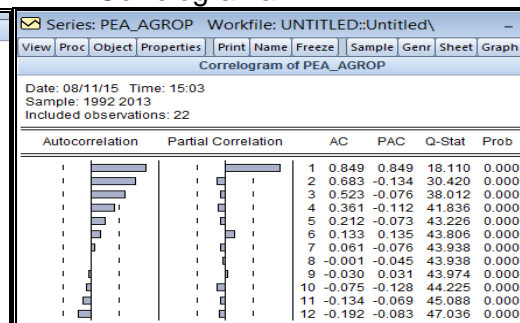
El método gráfico es una primera aproximación para el diagnóstico de estacionariedad y permite identificar los componentes de una serie de tiempo (tendencia, estacionalidad, ciclicidad e irregularidad). Para series de tiempo el componente tendencia representa el de mayor atención. La figura 11 ilustra el comportamiento de las variables de estudio. Para las series PEA y producción agropecuaria podemos observar una tendencia creciente, lo que se podría afirmar series no estacionarias, mientras que para la inversión agropecuaria no podemos confirmar contundentemente que existe tendencia, se requiere una prueba adicional para confirmar.

Cuadro 17.
Correlograma Inversión Agropecuaria



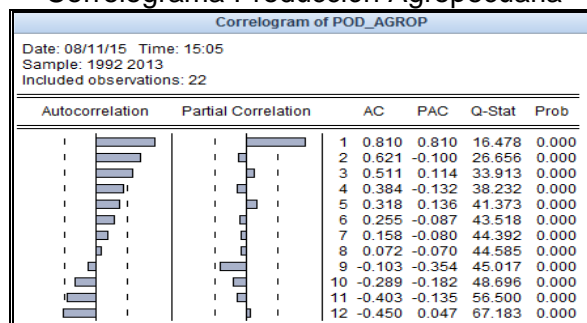
Elaboración propia. Eviews 8.

Cuadro 18.
Correlograma PEA



Elaboración propia. Eviews 8.

Cuadro 19.
Correlograma Producción Agropecuaria



Elaboración propia. Eviews 8.

Para analizar la estacionariedad de las variables con el método del correlograma observamos los cuadros 17, 18 y 19 para las distintas variables de estudio. Un correlograma es un gráfico donde se muestra cada uno de las correlaciones entre el valor de la serie hoy y el valor de la serie con tiempos atrás. Para determinar estacionariedad nos fijamos en la columna de Autocorrelación. El cuadro 18 y 193 ilustran una tendencia de decrecimiento

suavizada hacia el centro de la línea vertical además, se encuentran fuera de las líneas punteadas en ambos lados a lo largo de línea vertical que representan los intervalos. En este caso podemos afirmar que la PEA y la producción agropecuaria son series no estacionarias. Sin embargo, el cuadro 17 muestra una serie estacionaria.

Cuadro 20.
Prueba de Raíz Unitaria Inv. Agropecuaria

Null Hypothesis: INV_AGROPECUA has a unit root Exogenous: Constant Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.594393		0.0157	
Test critical values:	1% level		-3.808546	
	5% level		-3.020686	
	10% level		-2.650413	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(INV_AGROPECUA) Method: Least Squares Date: 08/12/15 Time: 19:03 Sample (adjusted): 1994 2013 Included observations: 20 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INV_AGROPECUA(-1)	-0.885654	0.240835	-3.594393	0.0022
D(INV_AGROPECUA(-1))	0.480495	0.236143	2.034763	0.0578
C	1.825708	0.519032	3.517528	0.0026
R-squared	0.431978	Mean dependent var	0.026465	
Adjusted R-squared	0.365152	S.D. dependent var	0.772570	
S.E. of regression	0.615564	Akaike info criterion	2.004924	
Sum squared resid	6.441617	Schwarz criterion	2.154284	
Log likelihood	-17.04924	Hannan-Quinn criter.	2.034081	
F-statistic	6.464211	Durbin-Watson stat	1.970662	
Prob(F-statistic)	0.008168			

Elaboración propia. Eviews 8.

Cuadro 21.
Prueba de Raíz Unitaria PEA

Null Hypothesis: PEA_AGROP has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.213390		0.4586	
Test critical values:	1% level		-4.467995	
	5% level		-3.644963	
	10% level		-3.261452	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(PEA_AGROP) Method: Least Squares Date: 08/11/15 Time: 15:54 Sample (adjusted): 1993 2013 Included observations: 21 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PEA_AGROP(-1)	-0.427828	0.193291	-2.213390	0.0400
C	1.781810	0.803727	2.216933	0.0397
@TREND("1992")	0.001177	0.000551	2.135623	0.0467
R-squared	0.214052	Mean dependent var	0.002769	
Adjusted R-squared	0.126724	S.D. dependent var	0.003917	
S.E. of regression	0.003660	Akaike info criterion	-8.251121	
Sum squared resid	0.000241	Schwarz criterion	-8.101903	
Log likelihood	89.63677	Hannan-Quinn criter.	-8.218737	
F-statistic	2.451139	Durbin-Watson stat	1.637100	
Prob(F-statistic)	0.114431			

Elaboración propia. Eviews 8.

Cuadro 22.
Prueba de Raíz Unitaria Producción Agropecuaria

Null Hypothesis: POD_AGROP has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)				
	t-Statistic		Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.561439		0.2989	
Test critical values:	1% level		-4.467895	
	5% level		-3.644963	
	10% level		-3.261452	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(POD_AGROP) Method: Least Squares Date: 08/11/15 Time: 15:55 Sample (adjusted): 1993 2013 Included observations: 21 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
POD_AGROP(-1)	-0.534119	0.208523	-2.561439	0.0196
C	3.703302	1.442668	2.566981	0.0194
@TREND("1992")	0.004510	0.001929	2.338133	0.0311
R-squared	0.267133	Mean dependent var	0.008169	
Adjusted R-squared	0.185703	S.D. dependent var	0.024430	
S.E. of regression	0.022045	Akaike info criterion	-4.659882	
Sum squared resid	0.008748	Schwarz criterion	-4.510664	
Log likelihood	51.92876	Hannan-Quinn criter.	-4.627498	
F-statistic	3.290532	Durbin-Watson stat	1.685125	
Prob(F-statistic)	0.060986			

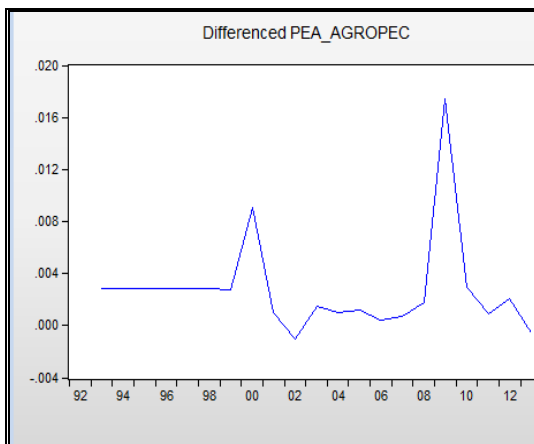
Elaboración propia. Eviews 8.

Como método formal se utilizó la prueba de raíz unitaria. Los cuadros 20, 21 y 22 ilustran los resultados de la prueba, utilizando el test aumentado de Dickey Fuller. La H_0 indica que la serie en estudio tiene raíz unitaria. Si la probabilidad del test aumentado de Dickey Fuller es mayor al nivel de significancia (0.05) se acepta la hipótesis nula. En caso el test ADF es menor al nivel de significancia se acepta la hipótesis nula y se acepta que la prueba tiene raíz unitaria. Decir

que la prueba tiene raíz unitaria equivale a decir que la serie es no estacionaria. En el análisis de los gráficos se puede observar que la PEA agropecuaria y la producción agropecuaria son no estacionarias. Los resultados del cuadro 21 y 22 denotan ser series no estacionarias sin duda alguna. Los resultados del cuadro 20 que representa la inversión agropecuaria es una serie estacionaria y corrobora los métodos informales del gráfico y el correlograma.

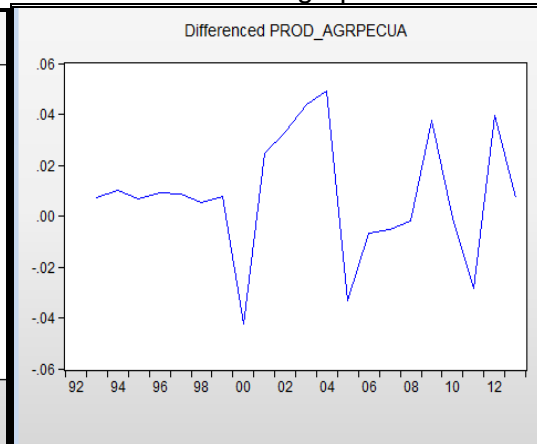
Sin embargo las series PEA y producción agropecuaria con tendencia determinista se pueden volver estacionarias a través de las primeras diferencias. Las figuras 12 y 13 ilustran el grafico del proceso estacionario en primeras diferencia.

Figura 12.
PEA diferenciado



Elaboración propia. Eviews 8.

Figura 13.
Producción agropecuaria



Elaboración propia. Eviews 8.

➤ Cointegración

La regresión de una serie no estacionaria sobre otra no estacionaria puede provocar una regresión espuria. Dos series no estacionarias están cointegradas si tienden a moverse juntos a lo largo del tiempo. Para realizar esta prueba no es necesaria verificar si las series son estacionarias. Se lleva a cabo analizando los residuos de la regresión y aplicando la prueba de Engle Granger.

En el presente estudio tenemos la ecuación especificada de la siguiente forma:

$$\ln Y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \mu_i$$

A efectos de analizar la Cointegración:

$$\mu_i = \ln Y - \ln \beta_0 - \beta_1 \ln X_1 - \beta_2 \ln X_2$$

Ahora sometemos μ_i a un análisis de raíz unitaria, obteniendo el siguiente resultado:

Cuadro 23
Test de Raíz Unitaria de los residuos de la regresión

Null Hypothesis: RESID04 has a unit root				
Exogenous: None				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=4)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.566214	0.0130
Test critical values:				
	1% level		-2.679735	
	5% level		-1.958088	
	10% level		-1.607830	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(RESID04)				
Method: Least Squares				
Date: 08/15/15 Time: 19:46				
Sample (adjusted): 1993 2013				
Included observations: 21 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RESID04(-1)	-0.497075	0.193700	-2.566214	0.0184
R-squared	0.247447	Mean dependent var		-0.000450
Adjusted R-squared	0.247447	S.D. dependent var		0.024707
S.E. of regression	0.021433	Akaike info criterion		-4.801295
Sum squared resid	0.009188	Schwarz criterion		-4.751556
Log likelihood	51.41360	Hannan-Quinn criter.		-4.790500
Durbin-Watson stat	1.824666			

Elaboración propia. Eviews 8.

Esta es una situación interesante. La producción agropecuaria y el PEA son series no estacionarias y la inversión agropecuaria presenta serie estacionaria. Se afirma que la combinación lineal cancela la tendencia estocástica de las dos series. Como resultado, la regresión de la producción sobre las variables explicativas es significativa, es decir no es espuria. En este caso, se afirma que las variables están cointegradas. En términos económicos, dos variables serán cointegradas si existe una relación de largo plazo, o de equilibrio, entre ambas.

IV. CONCLUSIONES

1. El objetivo de la presente investigación ha sido la de determinar si los factores de inversión pública y mano de obra del sector agropecuario explican el comportamiento de la producción agropecuaria durante los años de estudio, mediante el análisis de la función de producción Cobb Douglas.
2. El modelo predice que el 83.31% de la variación en la producción agropecuaria de Loreto, se ve explicada por la inversión pública y el PEA ocupada remunerada. Un aumento de 1,000 soles en la inversión pública, *ceteris paribus*, genera un incremento de 24.46 toneladas en la producción agropecuaria. Del mismo modo, un aumento de 1,000 trabajadores en la PEA remunerada, *ceteris paribus*, aumenta en 2,403 toneladas en la producción agropecuaria.
3. El valor de -4.861409 es el efecto medio o promedio de la producción agropecuaria de todas las variables omitidas en el modelo de regresión múltiple. Este nivel promedio se manifiesta cuando la inversión pública y el PEA ocupado remunerado son cero. Pero en este caso, carece de significado económico, por cuanto la producción no puede ser negativa y no se dispone de valores cero en la escala de los factores productivos. En el modelo de regresión calculada solo representa una constante de ajuste.
4. Existen rendimientos a escala crecientes en la producción agropecuaria durante los años de estudio. La suma de los coeficientes de regresión da como resultado 2.85, lo que significa que se está ante una función homogénea de grado mayor a 1. Un aumento de 1% en todos y cada uno de los factores productivos produce un aumento 2.85% en la producción agropecuaria.
5. El estudio permite conocer la productividad media de cada factor, conocimiento que ayuda a predecir el comportamiento de la actividad

agropecuaria en Loreto y que sirve para las decisiones en materia de política económica dentro de sector.

6. Existe Autocorrelación en los residuos. El test de Durbin Watson indica el valor de 0.994 la que se encuentra dentro de los límites establecidos según la tabla de DW.
7. La relación estadística de la función de producción estudiada por sí misma no puede, por lógica, implicar causalidad. Para aducir causalidad se debe acudir a consideraciones a priori o teóricas. En otras palabras, para aducir causalidad y poder explicar el comportamiento de la producción es posible recurrir a la teoría económica para afirmar que la producción depende del trabajo e inversión.
8. La regresión calculada no es espuria. El análisis de cointegración demuestra que las series se relacionan en el largo plazo

V. RECOMENDACIONES

1. Se sugiere realizar estudios complementarios de la función de producción, añadiendo el factor tecnológico a través de la metodología del residuo de Solow.
2. Entendiendo que la Productividad Total de los Factores es la diferencia entre la tasa de crecimiento de la producción y la tasa de incremento de los factores, se sugiere profundizar el estudio en investigar que variables determina la PTF a través de una función de producción agregada endógena.
3. Es importante extender la aplicación de la función de producción a otros sectores de la actividad económica como industria, turismo e incluso a la economía regional en su conjunto.
4. El análisis del sub sector agrícola por ser el componente de mayor participación el sector agropecuario requiere un análisis diferenciado, por lo que se recomienda construir una función de producción con variables como superficies sembrada, siniestrada y cosechada (en hectáreas). Rendimiento (ton/ha). Producción obtenida (ton). Precio medio rural (\$/ton). Semilla utilizada (Kg), etc.
5. Se sugiere realizar estudios que generen evidencia empírica a fin de evaluar la calidad de los resultados utilizando modelos alternos de función de producción como por el ejemplo, la de elasticidad constante de sustitución, de tal forma que permita contrastar cual se ajusta mejor a los datos.
6. Es importante profundizar el análisis econométrico de violación de los supuestos, como presencia de Multicolinealidad, Heteroscedasticidad y Autocorrelación.

7. Existen numerosos test de corrección de supuestos. La aplicación de los diferentes test para las distintas correcciones permite enriquecer los diferentes contrastes de diagnósticos de los supuestos.

8. El presente estudio no encontró evidencia de regresión espuria. Se recomienda realizar estudios que permiten aplicar ecuaciones en diferencia para la corrección de regresiones espurias.

VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Hopkins, Raúl (1979). La producción agropecuaria en el Perú 1944-1969 una aproximación estadística". Documento de trabajo No. 42.
2. Bellod, José (2011). "La función de producción Cobb Douglas y la economía española". Revista de economía crítica No. 12.
3. López & Palomares (1999). "Análisis de la función de producción agraria para distintos niveles de agregación". Recuperado de la página web <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/176028.pdf>
4. Cortazar & Montaña (2011). "La función Cobb Douglas en la producción de algodón del Valle de Juárez: Aplicación a factores definidos e interpretación específica de resultados". Recuperado de la página web <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-09/9.pdf>
5. Redondo, Francisco (2011). "La función de producción Cobb – Douglas y la economía española". Recuperado de la página web http://revistaeconomicacritica.org/sites/default/files/revistas/n12/REC12_Articulo_2_bellod.pdf
6. Olva, Harley (2008). "Análisis de la función de producción Cobb Douglas y su aplicación en el sector productivo mexicano". Recuperado de la pagina http://portal.chapingo.mx/dicifo/tesisli/2009/olva__herlay_2009.pdf
7. Steve, Brito (2010), en la tesis titulada "Productividad y crecimiento económico: El caso de Guatemala 1970-2008". Recuperado de la página http://www.economia.puc.cl/docs/tesis_sbrito.pdf
8. Kafka, Folke (1988). Teoría Económica. 6ta edición. Centro de investigación de la universidad del pacífico. Pg. 205.
9. Sachs Larraín (1994). "Macroeconomía en la Economía Global". Ed. Hall Hispanoamérica SA. Impreso en México. Pg. 48
10. Hirshleifer, Jack (1988). "Microeconomía teoría y aplicaciones". Prentice hall hispanoamericana SA. Impreso en México.
11. Gujarati, Damodar (2009). Econometría. Quinta edición. Editorial Mc Graw Hill. Impreso en México.

12. Samuelson , Paul (1999). Economía. Sexta edición. Editorial Mc Graw Hill. Impreso en México. Pg. 394.
13. Webster, Allen. (2001). Estadística aplicada a los negocios y la economía. Tercera edición. Ed. Mc Graw Hill SA. Pg 275
14. Mendieta, Juan. (2005). Apuntes de Microeconomía II. Universidad de los Andres. Colombia. Pg 44.
15. Gerhard Tintner (1968), Methodology of Mathematical Economics and Econometrics, The University of Chicago Press, Chicago, p.74 Citado por Gujarati pg 1.
16. Ministerio de Economía y Finanzas. <http://www.mef.gob.pe/index.php?>
17. Dougherty, Cristopher. (1985). Introduction to Econometrics. Third Edition. Ed. Oxford. Pg 108.
18. Maddala G.S. (1992). Introduction to Econometrics. Second edition. Mac millan publishing company. New York. Pg 3.
19. Banco central de Reserva del Perú. <http://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/glosario>
20. Hernández, Roberto et al. (2005). Metodología de la investigación. Cuarta Edición. Mac Graw Hill. Impreso en México.
21. Figueroa, Adolfo. (2001). Ciencia y desarrollo: El papel de la ciencia económica. Documento de trabajo 202. PUCP.
22. Sweeney, Anderson (2010). Métodos cuantitativos para los negocios. 11 ediciones. Cengage learning. PUCP. Impreso en México.
23. Alonso, Cesar (2001). Stata Guía de Utilización. Universidad Carlos III de Madrid.

VII.- ANEXOS.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN COBB DOUGLAS APLICADO AL SECTOR AGROPECUARIO EN LORETO PERIODO 1992 - 2013

FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES
<p><u>GENERAL</u></p> <p>¿La función de producción Cobb Douglas representa consistentemente la producción agropecuaria en Loreto durante los años 1992 - 2013?</p>	<p><u>GENERAL</u></p> <p>Especificar la función de producción del sector agropecuario en Loreto periodo 1992 - 2013</p>	<p><u>GENERAL</u></p> <p>La función de producción Cobb Douglas aplicado al sector agropecuario en Loreto explica consistentemente la producción agropecuaria durante los años de estudio</p>	<p><u>Dependiente</u></p> <p>Producción Agropecuaria</p>	<p>Cantidad de producto</p> <p>Residuo</p>
<p><u>ESPECIFICOS</u></p> <p>¿Los factores de mano de obra e inversión pública del sector agropecuario explican el comportamiento de la producción agropecuaria durante los años de estudio?</p> <p>¿Cómo se interpreta el efecto promedio de la producción agropecuaria con respecto a las variables omitidas en el modelo?</p> <p>¿Existen rendimientos a escala en la producción agropecuaria durante los años de estudio?</p>	<p><u>ESPECIFICOS</u></p> <p>Determinar si los factores de inversión pública y mano de obra del sector agropecuario explican el comportamiento de la producción agropecuaria durante los años de estudio.</p> <p>Determinar el efecto promedio de la producción agropecuaria con respecto a las variables omitidas en el modelo.</p> <p>Determinar si existe rendimientos a escala en la producción agropecuaria durante los años de estudio.</p>	<p><u>ESPECIFICOS</u></p> <p>Los factores inversión pública agropecuaria y mano de obra tienen una significación estadística positiva y explican consistentemente el modelo.</p> <p>El efecto promedio medido en términos del intercepto de la curva explica los efectos de las variables omitidas.</p> <p>Existen rendimientos a escala en la aplicabilidad de las variables del modelo.</p>	<p><u>Independiente</u></p> <p>Inversión del GOREL</p> <p>PEA remunerado</p>	<p>Elasticidad parcial del producto con respecto al capital</p> <p>Elasticidad parcial del producto con respecto a la inversión</p>

LORETO: PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, SEGÚN PRINCIPALES PRODUCTOS, 2001 - 2013
(Tonelada)

Principales Productos	2012 P/												TOTAL
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	
Subsector Agrícola													
Aguaje	1,730.0	1,685.0	1,486.0	1,340.0	1,268.0	1,334.0	1,470.0	1,614.0	1,738.0	1,880.0	1,993.0	2,184.0	19,722.0
Aji	43.0	37.0	35.0	36.0	22.0	16.0	18.0	35.0	107.0	183.0	141.0	85.0	758.0
Anona	85.0	84.0	39.0	42.0	38.0	53.0	-	-	2.0	28.0	69.0	102.0	542.0
Araza	499.0	563.0	539.0	478.0	370.0	266.0	13.0	17.0	40.0	225.0	328.0	408.0	3,746.0
Arroz Cáscara	7,031.0	4,293.0	3,811.0	2,118.0	1,545.0	1,368.0	3,906.0	8,916.0	16,667.0	37,714.0	17,804.0	18,784.0	123,957.0
Cacao	17.0	19.0	6.0	-	-	-	17.0	33.0	66.0	96.0	141.0	188.0	583.0
Café	-	-	-	-	-	4.0	5.0	10.0	14.0	23.4	35.5	35.4	127.4
Caigua	45.0	31.0	37.0	37.0	28.0	13.0	13.0	23.0	74.0	139.0	108.0	75.0	623.0
Caimito	153.0	141.0	119.0	122.0	96.0	81.0	41.0	26.0	19.0	57.0	127.0	156.0	1,138.0
Camu-Camu	1,414.0	1,987.0	2,076.0	946.0	67.0	7.0	-	-	-	175.0	805.0	-	8,765.0
¿*	250.0	240.0	221.0	192.0	78.0	40.0	2.0	2.0	27.0	93.0	184.0	255.0	1,584.0
Cebolla China	21.0	15.0	18.0	23.0	19.0	10.0	20.0	41.0	86.0	97.0	79.0	41.0	470.0
Cocona	322.0	323.0	268.0	216.0	199.0	224.0	263.0	281.0	307.0	321.0	361.0	412.0	3,497.0
Cocotero	723.0	705.0	674.0	590.0	592.0	593.0	674.0	688.0	702.0	701.0	863.0	980.0	8,485.0
Col Repollo	19.0	17.0	21.0	22.0	26.0	18.0	23.0	21.0	48.0	81.0	53.0	35.0	394.0
Cube	-	2.0	4.0	8.0	4.0	8.0	2.0	6.0	5.0	7.0	8.0	9.0	63.0
Frijol Caupi	-	-	-	-	-	-	2.0	126.0	1,828.0	2,719.0	1,132.0	155.0	5,962.0
Frijol Grano Seco	1.0	-	-	-	-	-	687.0	1,113.0	1,774.0	1,265.0	413.0	39.0	5,292.0
Guanabano	90.0	106.0	103.0	25.0	14.0	1.0	1.0	1.0	3.0	20.0	56.0	86.0	506.0
Guayabano	223.0	184.0	66.0	10.0	-	-	-	-	13.0	43.0	153.0	198.0	890.0
Huasai	42.0	43.0	38.0	37.0	40.0	63.0	64.0	67.0	62.0	59.0	66.0	64.0	645.0
Humari	219.0	747.0	1,121.0	589.0	16.0	-	-	-	-	-	31.0	111.0	2,834.0
Lechuga	21.0	22.0	21.0	18.0	26.0	26.0	22.0	23.0	37.0	39.0	49.0	40.0	344.0
Limón	1,007.0	933.0	980.0	982.0	954.0	800.0	718.0	747.0	672.0	646.0	631.0	739.0	9,809.0
Limón Dulce	21.0	21.0	23.0	31.0	-	2.0	-	-	3.0	5.0	3.0	5.0	114.0
Lúcuma	15.0	13.0	17.0	19.0	3.0	1.0	1.0	1.0	-	2.0	6.0	7.0	85.0
Maiz Amarillo Duro	3,877.0	1,476.0	899.0	671.0	450.0	232.0	998.0	2,808.0	8,025.0	16,678.0	20,406.0	20,069.0	76,589.0
Maiz Choclo	2,852.0	1,443.0	794.0	620.0	154.0	57.0	57.0	470.0	1,780.0	2,316.0	4,349.0	4,533.0	19,425.0
Mandarina	262.0	273.0	241.0	181.0	144.0	156.0	162.0	155.0	156.0	161.0	208.0	264.0	2,363.0
Mango Dulce	282.0	229.0	107.0	21.0	-	-	-	-	-	30.0	157.0	175.0	1,001.0
Maní	28.0	18.0	23.0	19.0	15.0	7.0	7.0	109.0	350.0	454.0	270.0	69.0	1,369.0
Maracuyá	63.0	41.0	27.0	22.0	8.0	3.0	6.0	4.0	11.0	27.0	38.0	47.0	297.0
Marañón (casho)	86.0	76.0	27.0	-	-	-	-	-	2.0	9.0	87.0	102.0	389.0
Melón	-	-	-	-	-	-	-	42.0	235.0	1,044.0	399.0	66.0	1,786.0
Naranja	254.0	242.0	239.0	203.0	216.0	219.0	202.0	217.0	231.0	252.0	359.0	384.0	3,018.0
Pacae	425.0	453.0	454.0	404.0	223.0	162.0	136.0	108.0	95.0	144.0	193.0	242.0	3,039.0
Palma Aceitera	4,366.0	4,491.0	5,749.0	7,037.0	7,182.0	7,681.0	7,765.0	7,896.0	8,162.0	8,320.0	9,226.0	7,975.0	85,850.0
Palta	272.0	321.0	315.0	197.0	122.0	141.0	112.0	147.0	181.0	250.0	353.0	526.0	2,937.0
Papaya	1,148.0	1,025.0	819.0	758.0	725.0	681.0	738.0	796.0	936.0	990.0	1,005.0	1,502.0	11,123.0
Pasto Brachiaria	3,670.0	3,759.0	3,462.0	2,984.0	3,201.0	3,045.0	3,102.0	3,247.0	3,332.0	3,471.0	3,641.0	3,822.0	40,736.0
Pasto Elefante	1,291.0	1,194.0	1,055.0	989.0	1,015.0	1,052.0	1,085.0	1,179.0	1,255.0	1,322.0	1,402.0	1,513.0	14,352.0
Pasto Toro Urco	3,564.0	3,428.0	3,185.0	2,649.0	2,672.0	2,517.0	2,494.0	2,686.0	2,872.0	3,083.0	3,318.0	3,522.0	35,990.0
Pepino	58.0	86.0	67.0	81.0	58.0	55.0	80.0	90.0	334.0	771.0	401.0	201.0	2,282.0
Pijuayo Fruto	1,749.0	3,662.0	3,399.0	3,006.0	2,246.0	-	-	-	194.0	656.0	1,346.0	2,133.0	18,391.0
Pijuayo Palmito	85.0	84.0	48.0	48.0	64.0	85.0	102.0	115.0	123.0	143.0	162.0	164.0	1,223.0
Piña	2,080.0	1,074.0	696.0	454.0	325.0	290.0	267.0	746.0	1,742.0	2,837.0	3,766.0	5,541.0	19,818.0
Plátano	26,229.0	25,419.0	21,468.0	20,888.0	20,878.0	20,950.0	21,023.0	21,385.0	21,462.0	21,910.0	22,445.0	22,883.0	266,940.0
Poma Rosa	114.0	109.0	91.0	37.0	-	-	-	-	6.0	16.0	53.0	67.0	493.0
Sandía	-	-	-	-	-	-	-	677.0	3,203.0	5,906.0	1,999.0	189.0	11,974.0
Taperiba	82.0	91.0	114.0	124.0	109.0	40.0	11.0	12.0	51.0	77.0	108.0	127.0	946.0
Tomate	37.0	16.0	20.0	16.0	14.0	6.0	44.0	146.0	297.0	553.0	254.0	128.0	1,531.0
Toronja	253.0	229.0	229.0	224.0	219.0	221.0	241.0	228.0	236.0	264.0	312.0	346.0	3,002.0
Tumbo	66.0	50.0	33.0	29.0	12.0	17.0	18.0	38.0	61.0	97.0	107.0	147.0	675.0
Yuca	29,551.0	27,182.0	23,599.0	22,964.0	22,809.0	24,108.0	27,921.0	22,241.0	25,344.0	30,755.0	36,344.0	39,838.0	332,656.0
Zapallo	64.0	25.0	32.0	51.0	19.0	19.0	32.0	41.0	246.0	1,018.0	448.0	200.0	2,195.0
Zapote	181.0	439.0	502.0	296.0	-	-	-	-	-	-	-	15.0	1,433.0
Subsector Pecuario													
Ave 1/	2,249.3	2,010.1	1,823.5	1,984.7	2,164.0	2,229.7	2,331.1	2,175.2	2,113.4	2,560.5	2,338.8	2,309.3	26,289.5
Ovino 1/	5.1	3.6	5.8	4.6	5.8	5.3	5.5	5.8	6.4	3.7	5.9	5.2	62.7
Porcino 1/	225.7	196.9	220.8	267.2	252.4	216.6	243.5	245.2	248.4	252.5	262.8	291.2	2,923.2
Vacuno 1/	195.1	238.0	174.7	206.0	173.3	210.8	208.8	202.2	228.0	220.4	226.1	198.1	2,481.4
Búfalo 1/	22.7	16.7	25.6	21.0	21.3	24.4	24.0	25.0	25.9	27.5	26.0	48.6	308.6
Huevo	429.7	398.5	393.0	425.5	403.7	403.7	397.1	432.7	433.9	450.6	419.1	435.8	5,023.3
Leche Fresca	252.5	301.7	230.1	236.9	214.4	205.1	219.5	218.4	214.3	236.5	214.5	222.8	2,766.5

1/ Peso de animales en pie.

Fuente: GOREL - Dirección Regional de Agricultura

LORETO: PRODUCCIÓN AGROPECUARIA, SEGÚN PRINCIPALES PRODUCTOS, 2001 - 2013
(Tonelada)

Principales Productos	2013 P/													TOTAL
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.		
Subsector Agrícola														
Aguaje	1,771.0	1,764.0	1,611.0	1,519.0	1,504.0	1,512.0	1,630.0	1,796.0	1,895.0	2,010.0	2,132.0	2,139.0	21,283.0	
Aji	50.0	53.0	37.0	29.0	18.0	15.0	43.0	97.0	165.8	208.0	135.0	74.0	924.8	
Anona	102.0	94.0	45.0	45.0	39.0	41.0	-	2.0	5.0	21.0	71.0	95.0	560.0	
Araza	533.0	589.0	516.0	479.0	364.0	257.0	20.0	27.0	88.0	258.0	323.0	388.0	3,842.0	
Arroz Cáscara	8,585.0	4,536.0	3,005.0	1,904.0	281.0	512.0	2,044.0	7,394.0	18,697.0	34,581.0	15,403.0	14,916.0	111,858.0	
Cacao	24.0	31.0	21.0	11.0	3.0	3.0	13.0	27.0	46.0	74.0	98.0	90.5	441.5	
Café	-	-	-	-	-	-	6.4	10.9	17.2	27.0	34.9	40.5	136.8	
Caigua	41.0	32.0	35.0	40.0	25.0	15.0	42.0	99.0	126.0	175.0	97.0	64.0	791.0	
Caimito	180.0	157.0	146.0	102.0	100.0	71.0	35.0	21.0	14.0	35.0	89.0	108.0	1,058.0	
Camu-Camu	1,502.0	2,124.0	2,176.0	1,016.0	77.0	-	-	261.0	524.0	939.0	1,191.0	1,270.0	11,080.0	
¿+	268.0	257.0	231.0	223.0	84.0	37.0	11.0	7.0	63.0	116.0	169.0	249.0	1,715.0	
Cebolla China	29.0	28.0	27.0	26.0	22.0	12.0	32.0	71.0	76.0	82.0	66.0	51.0	522.0	
Cocona	358.0	383.0	330.0	292.0	253.0	279.0	306.0	322.0	315.0	300.0	300.0	297.0	3,735.0	
Cocotero	760.0	740.0	677.0	628.0	621.0	637.0	697.0	733.0	771.0	804.0	829.0	845.0	8,742.0	
Col Repollo	26.0	22.0	23.0	22.0	24.0	23.0	18.0	60.0	79.0	128.0	58.0	51.0	534.0	
Cube	4.0	5.0	4.0	2.0	4.0	6.0	4.0	10.0	9.0	7.0	8.0	8.0	71.0	
Frijol Caupi	-	-	-	-	-	-	-	104.0	1,872.0	2,189.0	980.0	137.0	5,282.0	
Frijol Grano Seco	-	-	-	-	-	-	476.0	1,144.0	1,570.0	1,151.0	374.0	34.0	4,749.0	
Guanabano	100.0	114.0	73.0	29.0	16.0	1.0	1.0	5.0	5.0	8.0	38.0	54.0	444.0	
Guayabano	258.0	213.0	83.0	14.0	-	-	-	-	8.0	55.0	131.0	136.0	898.0	
Huasai	79.0	40.0	38.0	38.0	36.0	45.0	58.0	63.0	71.0	74.0	81.0	82.0	705.0	
Humari	256.0	791.0	1,113.0	607.0	15.0	-	-	-	7.0	18.0	38.0	111.0	2,956.0	
Lechuga	26.0	27.0	22.0	22.0	23.0	26.0	18.0	40.0	56.0	100.0	52.0	40.0	456.0	
Limón	1,036.0	942.0	1,017.0	1,037.0	1,009.0	865.0	763.0	605.0	574.0	507.0	453.0	483.0	9,291.0	
Limón Dulce	26.0	21.0	27.0	30.0	2.0	9.0	9.0	10.0	5.0	7.0	8.0	6.0	160.0	
Lúcuma	18.0	13.0	20.0	17.0	5.0	2.0	1.0	2.0	3.0	1.0	7.0	8.0	97.0	
Maiz Amarillo Duro	10,932.0	6,126.0	3,287.0	1,109.0	423.0	516.0	2,944.0	9,647.0	11,386.0	17,880.0	22,583.0	22,374.0	109,207.0	
Maiz Choclo	2,803.0	1,652.0	1,188.0	626.0	80.0	73.0	489.0	916.0	1,943.0	2,274.0	3,972.0	3,611.0	19,627.0	
Mandarina	292.0	298.0	269.0	201.0	155.0	157.0	162.0	173.0	187.0	197.0	222.0	262.0	2,575.0	
Mango Dulce	319.0	251.0	119.0	27.0	-	-	-	-	4.0	22.0	97.0	143.0	982.0	
Maní	31.0	22.0	23.0	26.0	14.0	10.0	10.0	85.0	426.0	549.0	181.0	65.0	1,442.0	
Maracuyá	73.0	50.0	32.0	13.0	8.0	9.0	12.0	11.0	13.0	27.0	48.0	49.0	345.0	
Marañón (casho)	110.0	95.0	37.0	-	-	-	-	30.0	6.0	24.0	83.0	112.0	497.0	
Melón	-	-	-	-	-	-	-	146.0	335.0	1,344.0	274.0	21.0	2,120.0	
Naranja	277.0	267.0	256.0	206.0	210.0	207.0	203.0	237.0	247.0	284.0	322.0	331.0	3,047.0	
Pacae	390.0	441.0	453.0	379.0	208.0	160.0	122.0	81.0	72.0	95.0	137.0	167.0	2,705.0	
Palma Aceitera	8,369.0	8,487.0	7,401.0	8,579.0	10,353.0	5,653.0	5,574.8	8,444.0	10,212.9	11,269.0	12,887.0	12,876.0	110,105.7	
Palta	328.0	360.0	350.0	241.0	144.0	165.0	138.0	192.0	228.0	323.0	414.0	447.0	3,330.0	
Papaya	1,051.0	1,091.0	1,036.0	944.0	922.0	939.0	973.0	1,074.0	1,116.0	1,252.0	1,181.0	1,292.0	12,871.0	
Pasto Brachiaria	3,752.0	3,861.0	3,552.0	3,239.0	3,392.0	3,221.0	3,298.0	3,435.0	3,578.0	3,649.0	3,731.0	3,773.0	42,481.0	
Pasto Elefante	1,319.0	1,242.0	1,141.0	1,188.0	1,131.0	1,170.0	1,172.0	1,272.0	1,352.0	1,430.0	1,477.0	1,434.0	15,328.0	
Pasto Toro Urco	4,573.0	3,582.0	3,373.0	3,022.0	3,011.0	2,799.0	2,843.0	3,121.0	3,352.0	3,512.0	3,654.0	3,662.0	40,504.0	
Pepino	86.0	101.0	64.0	69.0	60.0	40.0	139.0	199.0	493.0	838.0	425.0	199.0	2,713.0	
Pijuayo Fruto	1,880.0	3,707.0	3,512.0	3,189.0	2,336.0	-	-	33.0	724.0	1,433.0	1,999.0	2,433.0	21,246.0	
Pijuayo Palmito	84.0	91.0	57.0	54.0	72.0	91.0	108.0	128.0	137.0	147.0	156.0	127.0	1,252.0	
Piña	2,140.0	1,138.0	743.0	405.0	321.0	311.0	360.0	846.0	1,805.0	2,647.0	3,359.0	3,397.0	17,472.0	
Plátano	24,017.0	24,726.0	22,722.0	22,058.0	22,632.0	22,103.0	21,829.0	23,063.0	23,821.0	24,371.0	24,541.0	24,507.0	280,390.0	
Poma Rosa	129.0	123.0	52.0	32.0	-	-	-	-	6.0	16.0	49.0	56.0	463.0	
Sandía	-	-	-	-	-	-	45.0	1,036.0	3,698.0	4,498.0	1,506.0	68.0	10,851.0	
Taperiba	108.0	105.0	121.0	132.0	100.0	40.0	22.0	18.0	37.0	50.0	84.0	98.0	915.0	
Tomate	55.0	29.0	17.0	22.0	14.0	10.0	35.0	98.0	334.5	639.0	126.0	101.0	1,480.5	
Toronja	298.0	276.0	269.0	267.0	262.0	257.0	247.0	149.0	131.0	99.0	77.0	132.0	2,464.0	
Tumbo	83.0	60.0	43.0	35.0	12.0	22.0	29.0	39.0	78.0	160.0	177.0	196.0	934.0	
Yuca	29,444.0	32,383.0	27,418.0	26,509.0	24,664.0	26,804.0	29,613.0	33,476.0	35,737.0	36,560.0	38,387.0	51,563.0	392,558.0	
Zapallo	78.0	63.0	55.0	40.0	33.0	20.0	27.0	63.0	662.0	1,390.0	996.0	218.0	3,645.0	
Zapote	209.0	450.0	527.0	307.0	-	-	-	-	-	-	-	14.0	1,507.0	
Subsector Pecuario														
Ave 1/	1,997.6	2,178.9	2,205.8	2,196.9	2,057.6	2,118.4	2,360.2	2,077.6	2,299.3	2,335.6	2,302.5	2,307.0	26,437.5	
Ovino 1/	5.3	4.3	5.1	6.1	5.9	6.2	6.3	5.5	6.6	4.7	6.7	5.5	68.2	
Porcino 1/	238.0	245.4	239.9	270.6	279.6	258.3	253.2	250.3	263.5	223.4	241.1	256.3	3,019.7	
Vacuno 1/	214.3	269.6	221.1	203.9	225.9	225.4	232.1	218.2	245.6	244.3	234.8	228.7	2,763.8	
Búfalo 1/	75.0	67.0	77.0	74.0	91.0	95.0	92.0	106.0	98.0	119.0	95.0	104.0	1,093.0	
Huevo	445.8	435.0	439.4	389.6	347.1	339.6	305.1	330.0	317.8	316.0	294.1	396.3	4,355.8	
Leche Fresca	211.4	200.4	218.8	229.0	209.0	200.4	201.4	218.1	218.3	210.4	207.7	208.1	2,533.0	

1/ Peso de animales en pie.
Fuente: GOREL - Dirección Regional de Agricultura