

**Análisis temporal del comportamiento económico  
y productivo de la resina de *Pinus* sp y sus  
derivados en Honduras en los años 1991 - 2016**

**Rodrigo Salomón Gonzalez Pineda**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano  
Honduras**

Noviembre, 2020

ZAMORANO  
CARRERA DE AMBIENTE Y DESARROLLO

# **Análisis temporal del comportamiento económico y productivo de la resina de *Pinus* sp y sus derivados en Honduras en los años 1991 - 2016**

Proyecto especial de graduación presentado como requisito para optar  
al título de Ingeniero en Ambiente y Desarrollo en el  
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

**Rodrigo Salomón Gonzalez Pineda**

**Zamorano, Honduras**  
Noviembre, 2020

# **Análisis temporal del comportamiento económico y productivo de la resina de *Pinus sp* y sus derivados en Honduras en los años 1991 - 2016**

**Rodrigo Salomón Gonzalez Pineda**

**Resumen.** La producción de resina a nivel mundial es de 1,050,000 toneladas de colofonia y 170,000 toneladas de trementina. La resina es la exudación de los árboles ante una herida o infección y de ella se obtienen dos subproductos: colofonia y el aguarrás, químicos con diferentes aplicaciones en la industria. Por ende, estos químicos son de alto valor comercial para diferentes industrias de maquillaje, agroquímicos, fármacos, entre otros. El pronóstico de precio y producción es información utilizada para la toma de decisiones. Este trabajo evaluó el comportamiento de los precios y producción de la resina de pino de Honduras desde 1991 hasta el 2016. Para esto se utilizaron análisis estadísticos para la modelación y pronóstico de estas variables, a través de la metodología Box-Jenkins. La base de datos se ajustó a un Modelo Autorregresivo de Medias Móviles Integradas para el análisis de serie de tiempo (ARIMA, por sus siglas en inglés) (4, 2, 3) para el precio y ARIMA (0,1,0) para la producción. Las proyecciones para los años 2017 - 2026 dan a entender que el precio por kilogramo de resina tendrá un aumento, mientras que la producción de resina muestra una tendencia a la baja misma desde 1980.

**Palabras clave:** Mercados, modelos estadísticos, pronóstico, tendencias.

**Abstract.** Worldwide oleoresin production includes 1,050,000 tons of rosin and 170,000 tons of turpentine. Oleoresin is the tree exudation in response to a wound or infection which is processed for two subproducts that are: colophony (rosin) and turpentine, chemicals with different industrial applications that include makeup, agrochemicals, and medicine, among others. Therefore, these chemicals offer a commercial value. The forecasting of price and production is information used for decision making. This work evaluates the economic and productive trend of pine resin and its derivatives from Honduras since 1991 to 2016. The Box-Jenkins method was utilized for statistical analysis and to create a model and forecast of the variables. Data were fit to an Autoregressive with Integrated Moving Means Model (ARIMA) (4, 2, 3) for price, and an ARIMA (0, 1, 0) for production. The forecast for the years 2017 - 2026 predicts that price of oleoresin will increase, while production shows a declining tendency since 1980.

**Key words.** Forecast, markets, statistical models, tendencies.

# ÍNDICE GENERAL

Portadilla .....	i
Página de Firmas .....	ii
Resumen .....	iii
Índice General .....	iv
Índice de Cuadro, Figuras y Anexos .....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>4</b>
<b>3. RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONCLUSIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>5. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>6. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>19</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>24</b>

## ÍNDICE DE CUADRO, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadro	Página
1. Coeficientes del modelo ARIMA (4, 2, 3) dividido en los modelos AR y MA. ....	12

Figuras	Página
1. Precio de los productos derivados de resina y sus derivados en Honduras, transformados con dos niveles de frecuencia. ....	7
2. Análisis de parcela para la autocorrelación total (ACF) de los precios unitario de la resina y sus derivados en Honduras.....	8
3. Análisis de parcela para la autocorrelación parcial (PACF) de los precios unitarios de la resina y sus derivados en Honduras.....	8
4. Función de prueba diagnóstica para la serie de tiempo correspondiente a precio unitario de resina de <i>Pinus</i> sp. y sus derivados en Honduras. ....	9
5. Transformación diferencial de la base de datos de producción con una frecuencia o rezago de un nivel.....	9
6. Gráfica de parcela de las autocorrelaciones totales (ACF) para la producción de resina y sus derivados de Honduras.....	10
7. Gráfica de parcela de las autocorrelaciones parciales (PACF) para la producción de resina y sus derivados de Honduras. ....	10
8. Función de prueba diagnóstica para la serie de tiempo correspondiente a producción de resina de <i>Pinus</i> sp. y sus derivados en Honduras.. ....	11
9. Base de datos del precio unitario de la resina de <i>Pinus</i> sp y sus derivados en Honduras luego de aplicar la función de interpolación. ....	12
10. Pronóstico del comportamiento de los precios para la resina de <i>Pinus</i> sp de Honduras para los años 2017 - 2026.....	13
11. Base de datos de la producción de la resina de <i>Pinus</i> sp y sus derivados de Honduras luego de aplicar la función de interpolación.....	15

Anexos	Página
1. Test estadístico Dickey-Fuller Aumentado en las diferentes transformaciones del precio unitario .....	24
2. Test estadístico Dickey-Fuller Aumentado en las diferentes transformaciones de producción .....	24
3. Test estadístico Box Ljung de los residuales de los datos de precio unitario y producción .....	24
4. Pronóstico del Precio Unitario de la resina y sus derivados para los años 2017-2026 con intervalos de confianza del 80 y 95% .....	24
5. Promedio de los datos de pronosticó del precio unitario de resina y sus derivados para los años 2017 - 2026 .....	25
6. Correlación de Pearson entre precio unitario y producción .....	25

# 1. INTRODUCCIÓN

En el año 2011 la valoración de los bosques aportaba un monto de USD 600 mil millones provenientes de los diferentes bienes y servicios (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016); lo que deja entrever la importancia del recurso en la sobrevivencia y economía, debido a que, la comercialización de madera como materia prima ayuda a que los países aumenten sus ingresos. También, se considera la generación de empleos provenientes de la explotación del recurso. Hoy en día, cada uno de los países centroamericanos exportan productos forestales que incluye los productos maderables y no maderables (Navarro, Sanchez, Del Gatto y Sandoval, 2007). Se estima que la demanda de los productos madereros estará en aumento, este comportamiento también representa una mayor presión sobre el recurso. Cabe recalcar que, esta problemática incluye la combinación de las tecnologías, expansión de frontera agrícola y el incremento de la población que son las mayores causas de la pérdida de cobertura forestal (Aguirre-Calderon, 2014) .

Al realizar una valoración del recurso forestal, se entiende que el bosque provee mucho más que madera y leña para energía, siendo los productos maderables los más importantes en las extracciones (FAO, 2016). la pérdida del bosque afecta en el clima, ciclo de carbono, biodiversidad y los recursos hídricos. Estos problemas causaron el cambio en la metodología de gestión de este recurso, ahora la gestión del recurso se enfoca en los servicios ecosistémicos y la valoración económica (Aguirre-Calderon, 2014). Además, este cambio da oportunidad para la integración de las comunidades, siendo estas las responsables de cumplir los objetivos del desarrollo sostenible en el sector forestal (Malmsheimer et al., 2009).

Sin embargo, en el año 1997 la deforestación, en Centro América alcanzó 3,000 km<sup>2</sup> (Segura y Kaimowitz, 1997), debido principalmente a la acelerada expansión de la frontera agrícola, afectando de manera directa los bienes y servicios que el bosque provee (Armentras y Rodriguez, 2014). En Honduras el área de bosque es de 7,034,703 hectáreas de las cuales el 27.9% corresponde a bosque de pino ( Modernización del Sector Foresta [MOSEF], 2017). De esta especie de árbol se puede aprovechar la resina como un producto no maderable (Hernández et al., 2012) la cual tiene un mercado internacional y nacional.

A escala global la producción de madera y sus derivados representa el 1% del producto interno bruto (Banco Mundial, 2016). La producción máxima de resina de pinos y sus derivados fue de 1,050,000 toneladas de colofonia y 170,000 toneladas de trementina. De esta producción el 90% se concentra en tres países: China, Brasil e Indonesia (Clopeau y Orazio, 2019). El segundo grupo de mayor influencia en la producción de la resina son: India, México y Argentina que producen el 7.7% de la demanda global (Reyes et al., 2019). Luego están otros países que no tienen una producción tan alta, sin embargo, existe el rubro de resinación. Se encuentran países como España que en el año 2018 tuvo una producción de 1,500 toneladas (Justes y Soliño, 2018) y Honduras con una producción aproximada de 15,000 barriles de 550 lb (ICF, 2011b).

La resina es una exudación de los árboles en respuesta a una herida o infección (Ferrenberg et al., 2015). También, las resinas extraídas del pino generalmente se componen de ácidos incluyendo: ácido abiético, ácido dehydroabiético y ácido pimárico. Sin descartar la presencia de diferentes

tipos de grasas, sales y ceras (Kim, Daugaard, Smith, Mba-Wright y Brown, 2019). Estudios realizados describen la especialización de células que se encuentran en los ductos de resina de los árboles de pino, los cuales unen las células mesofílicas y epiteliales, considerando que, la unión de estas células son las responsables de la biosíntesis de resina (Bouwmeester, 2019). El árbol sintetiza resina como mecanismo de protección contra insectos que atacan la corteza del individuo. Diversos estudios demuestran que los árboles con ductos de resinas más amplios tienen una mayor resistencia ante el ataque de insectos (Ferrenberg, Kane y Mitton, 2014).

La resina se extrae realizando ciertos cortes en el árbol y recolectando el líquido viscoso en envases, posterior a ser guardada en barriles. En Honduras las normativas nos indica que se puede utilizar dos métodos para esta práctica, siendo estos: copa y canal y espina de pescado. El método de copa y canal consiste en quitar pequeños fajos de la cara de resinación y esta fluye en dos láminas llamadas canal y delantal; los materiales de recolección se colocan en la parte inferior de la cara. En el método de espina de pescado se realizan cortes a 45 grados, aproximadamente, creando así una forma de V; los materiales de recolección se colocan en la parte superior de la cara, se tiene que tomar en cuenta no realizar los cortes mayores a dos milímetros (Cunningham, 2012; ICF, 2016).

Posterior a su recolección en campo, la resina es almacenada en barriles de 550 libras. Estos son transportados a las diferentes empresas que transforman la resina. Existen diferentes métodos para transformar la resina en sus dos subproductos más comercializados que son la colofonia y trementina. En estos procedimientos se encuentran la destilación, extracción por solvente o separación mediante acciones físicas. El contenido de la resina del pino es el siguiente: 70% colofonia, 15% trementina y el resto es corteza del árbol y agua (Abdel y Abdul-Rahmein, 2018; (Mitchell, Biscaia, Mahendra y Mateus, 2016). Los dos subproductos son aprovechados en diferentes industrias farmacéuticas, agroquímicas y agroindustriales (K. Rodríguez-Correa, De Lima, y Fett-Neto, 2013). En función de la industria se utilizan para la creación de ceras, perfumes, emulsificantes, pegamentos, pastillas entre otros productos finales.

Los recursos no maderables representan una fuente alternativa de ingresos económicos para los habitantes de diferentes áreas boscosas. Por esta razón, la forestería comunitaria se ha implementado como un método de manejo forestal en Honduras. Por lo tanto, es necesario conocer el comportamiento del precio de estos productos a través de los años, debido a que el precio también determina la demanda del trabajo. Además, se debe considerar el análisis del comportamiento productivo de este rubro, en vista de que la satisfacción de la demanda del producto está determinada por el comportamiento de los precios.

Los análisis de series de tiempo permiten determinar si un incremento en el área de producción será necesario para satisfacer la demanda creciente de los químicos biológicos como la resina de pino. También, identificará si se requieren de mejores métodos de producción de resina en función de aumentar la productividad biológica. Asimismo, se buscan estrategias para aumentar la productividad de los trabajadores. Por lo tanto, será una herramienta útil para los procesos de toma de decisiones referentes al manejo y la explotación forestal, específico para el rubro de extracción de resina de pino. Sin embargo, es necesario contar con una base de datos confiable para que se genere información de calidad. De lo contrario, los resultados podrían presentar ciertos sesgos, o crear un mal pronóstico del comportamiento del precio y del producto.

Debido a la poca información que se tiene acerca del comportamiento del recurso forestal en Honduras, en específico en el rubro de la extracción de resina, se ve la oportunidad de realizar estudios que demuestren su comportamiento económico y productivo de los productos y subproductos provenientes de la resina de *Pinus* sp. En este se identifican diferentes objetivos para una modelación e interpretación de la información.

- Analizar las tendencias de los precios de resina y sus derivados para exportación en Honduras.
- Interpretar el comportamiento de producción de Honduras para productos de resina y sus derivados provenientes del pino.
- Estimar los precios en un periodo de 10 años siendo este del 2017 - 2026 de las exportaciones de Honduras para los productos de resina y sus derivados.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección de datos

Para realizar la recolección de datos que permitieron alcanzar los objetivos de esta investigación, fue necesario acceder a la información de las exportaciones de Honduras para resina de pino y sus derivados. Luego se completó los vacíos de información, debido a que, las bases de datos requeridas para los valores de exportación solo indicaban la cantidad producida por la comunidad, no el valor completo de producción y otros autores solo proveen la cantidad que se exporta sin ningún tipo de precio. Fue necesario obtener información de 1990 - 1995 proveniente de diferentes autores que incluyen Aguilar, 1994; Coppen y Hone, 1995; Johnson, 1998; Stanley, 1991. Posteriormente, para los años 1996 - 2001 se utilizó información de la FAO de Conservación Forestal (Acostas, 2004; ICF, 2007). Finalmente, para los años 2002 - 2016 se utilizaron las bases de datos del ICF, el Banco Internacional de Desarrollo (BID) y “TrendEconomy” (Camino et al., 2003; ICF, 2008; 2009; 2011a; 2013; TrendEconomy, 2019).

Fue necesario realizar correcciones a la base de datos. Se transformó la producción de barriles a kilogramos, utilizando la conversión del ICF (2016) que indica que un barril de resina equivale a 550 libras y una libra equivale a 2.2 kg. Por otra parte, para aquellos años en los cuales se obtuvo la exportación e ingreso se calculó el precio unitario por kilogramo. Posterior al cálculo del precio unitario se calcularon los precios unitarios actualizados al valor del dólar para el año 2016, debido a la fluctuación en el cambio del valor del dólar y poder comparar los mismos a través del tiempo. Cabe recalcar, que los datos de exportaciones provenientes del ICF se expresan en kilogramos. Así, se obtuvo la base de datos con la producción anual en kilogramos y el precio unitario. Sin embargo, debido que la base de datos estaba incompleta, se utilizó un método de interpolación lineal para completar los vacíos y así evitar problemas con las funciones de autocorrelación.

### Descripción del modelo

La metodología seleccionada para el análisis de la base de datos es “Box-Jenkins”. Dicha metodología permite la modelación de una observación en función de los valores anteriores. Esta modelación tiene como objetivo principal determinar un proceso estocástico del comportamiento de las observaciones como un conjunto (Moraleda, Rodríguez, Mínguez y Jiménez, 2018). En resumen, se puede obtener una ecuación que permita generar la serie de tiempo. Este método se divide en tres etapas siendo estas: identificación del modelo, estimación de parámetros y el diagnóstico comparativo (Martínez y Chalita, 2011).

Existen cinco modelos diferentes para la proyección de datos en una serie de tiempo cuyos acrónimos corresponden a sus siglas en inglés. Estos son: 1) el modelo auto regresivo (AR), 2) el modelo de media móviles o MA, 3) el modelo autorregresivo y de media móviles (ARMA), 4) el modelo autorregresivo y de media móviles integradas (ARIMA), y 5) el modelo de temporadas autorregresivas y de media móviles integradas (SARIMA) (Zhang, Liu, Zhang, Young y Li, 2013).

El modelo ARIMA cuenta con tres parámetros principales: la variable  $p$  que está asociado a un modelo AR, la variable  $d$  que está asociado a la parte integrada del modelo y la variable  $q$  asociado al modelo MA (Botero y Cano, 2008). Estos modelos se expresan de la siguiente manera ARIMA

$(p, d, q)$ . Esta nomenclatura indica el rezago de la variable con la que se realiza el modelo, asimismo, nos indica su valor autorregresivo y su correlación con los residuales. El rezago se refiere a la influencia de años anteriores en el precio actual. De esta forma, un año de rezago es el efecto del precio del año pasado en el actual. Asimismo, se puede establecer los diferentes niveles de efecto de los precios anteriores en el precio actual.

### Identificación del modelo

El primer componente es el modelo AR siendo un modelo lineal. En estos modelos la variable de interés es rezagadas en el tiempo (Khan, 2017). Este modelo se representa con la Ecuación 1.

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_n Z_{t-n} + a_t \quad [1]$$

Donde:

$Z_t$  = Variable aleatoria

$Z_{t-n}$  = Variable aleatoria rezagada a n periodos de tiempo

$\phi_n$  = Parámetros del modelo

$a_t$  = Ruido blanco

El segundo componente es el modelo MA, este componente incluye las observaciones rezagadas del ruido blanco, conocido también como errores (Balasmeh, Babbar y Karmaker, 2019). Este modelo se representa con la Ecuación 2.

$$Z_t = a_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_n \varepsilon_{t-n} \quad [2]$$

Donde:

$Z_t$  = Variable aleatoria

$\varepsilon_{t-n}$  = Variable aleatoria rezagada a n periodos de tiempo

$\theta_n$  = Parámetros del modelo

$a_t$  = Ruido blanco

Finalmente, al tener estos dos componentes podemos utilizar la combinación de polinomios de AR y MA, que se resume como una suma de ambos modelos. Este modelo se representa en la ecuación 3.

$$y_t = \sum \phi_n Z_{t-n} + a_t + \sum a_t - \theta_n \varepsilon_{t-n} \quad [3]$$

Donde:

$y_t$  = Variable aleatoria

$\sum \phi_n Z_{t-n} + a_t$  = Suma del modelo AR

$\sum a_t - \theta_n \varepsilon_{t-n}$  = Suma del modelo MA

### **Construcción del modelo**

El primer paso fue la transcripción de los datos de “Excel” a “Rstudio ®”, versión 1.3.1093. Posteriormente, se verificó que los datos corresponden a una serie no estacionaria. Se verificó la estacionalidad de los datos utilizando la prueba estadística “Dickey-Fuller” Aumentada, siendo esta una prueba de raíces unitaria univariada estándar utilizadas internacionalmente (Lopez, García y Herrera, 2015; D. Rodríguez, Perrotini y Vanegas, 2012). Cabe recalcar, que como la serie es no estacional esta necesitó de transformaciones diferenciales y verificarlos como estacionarios utilizando la misma prueba.

El siguiente paso fue la estimación de las autocorrelaciones totales y autocorrelaciones parciales. La autocorrelación total (ACF por sus siglas en inglés) indica si existe algún valor que esté relacionado o asociados con otros valores rezagados. Por otro lado, la autocorrelación parcial (PACF por sus siglas en inglés) explica la cantidad de correlación que tiene la variable con el ruido blanco (Juang et al., 2017). Además, ambas funciones son muy importantes para el modelo ARIMA debido a que estos valores representan los índices  $p$  y  $q$  de la nomenclatura del modelo. Finalmente, para obtener el valor del índice  $d$ , se utiliza el número de transformaciones realizadas en los datos.

El siguiente paso es correr el modelo en el programa estadístico “RStudio®”. Este modelo provee valores de coeficiente AR y MA. Estos coeficientes son necesarios para obtener los precios a futuro, así obteniendo un pronóstico de la variable de interés. El programa “RStudio®” realiza un pronóstico del modelo en  $x$  tiempo determinado, expresado en: media del pronóstico, valores superiores con 80 y 95% de confianza, y valores inferiores con 80 y 95% de confianza. Estos valores son las estimaciones de la proyección con un error de 20 y 5% de la variable que se tiene.

Al obtener el modelo ARIMA es necesario su verificación, aplicando la prueba estadística Ljung-Box. El análisis estadístico se enfoca en determinar si los datos residuales se consideran como ruido blanco. Esta prueba se aplicó después de la construcción del modelo ARMA o ARIMA (McElroy y Monsell, 2014). El programa “RStudio®” realiza la prueba y da como resultado un gráfico en el cual se obtiene el valor P. Hay que asegurarse que ninguno de los valores P que tenemos sea menor a 0.05, debido a que si este es menor indica que el análisis de los residuales no se considera como ruido blanco. En este caso se considera que el modelo no se ajusta de manera adecuada (PennState, 2020). En caso de que los modelos no se ajusten, es necesario comenzar el proceso de identificación para buscar el modelo de mejor ajuste a los datos.

### 3. RESULTADO Y DISCUSION

#### Identificación, construcción y validación del modelo de precio unitario

Para desarrollar la modelación del precio unitario fue necesario modificar la base de datos a conversiones logarítmicas, sin embargo, al aplicar la prueba “Dickey-Fuller” Aumentada el valor de P resultó mayor a 0.05. Se aplicaron transformaciones diferenciales a diferentes niveles de rezago (Figura 1), con los datos corregidos, transformados y diferenciados se aplicó la prueba Dickey-Fuller y se calculó el valor P (0.03668).

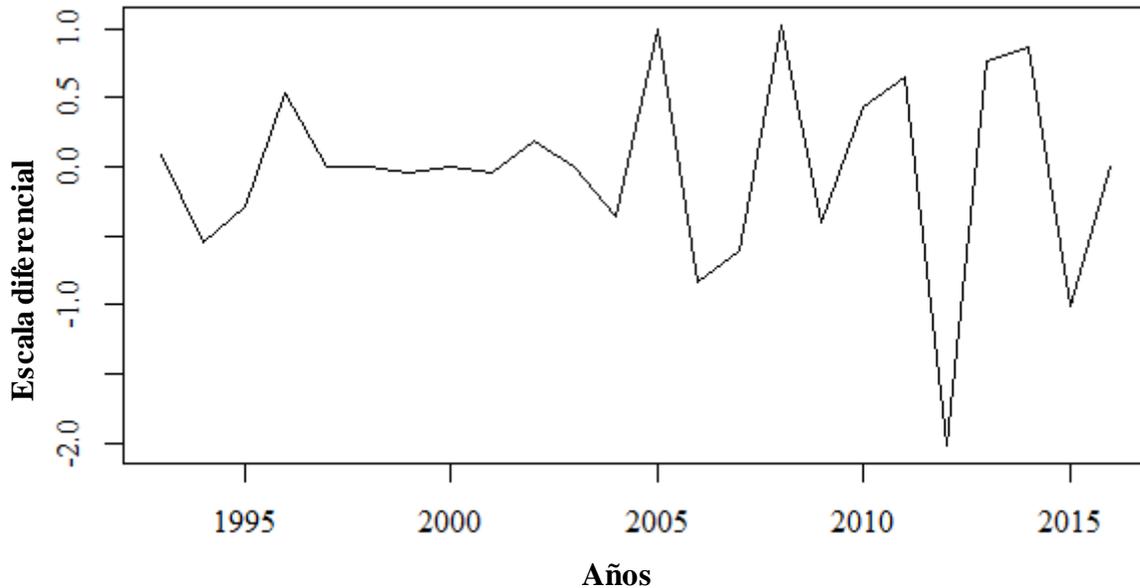


Figura 1. Precio de los productos derivados de resina y sus derivados en Honduras, transformados con dos niveles de frecuencia.

Con el fin de encontrar el modelo adecuado para la serie de tiempo se graficaron las correlaciones ACF y PACF teniendo como objetivo encontrar el modelo adecuado para esta serie de tiempo. Como expresan las Figuras 2 y 3 se puede apreciar que el valor de ACF será de 4 para el índice  $p$ , por otra parte, PACF tendrá un valor de 3 para el índice  $q$ . Así, obteniendo el modelo que mejor se ajuste a la información disponible, en este caso un ARIMA (4,2,3).

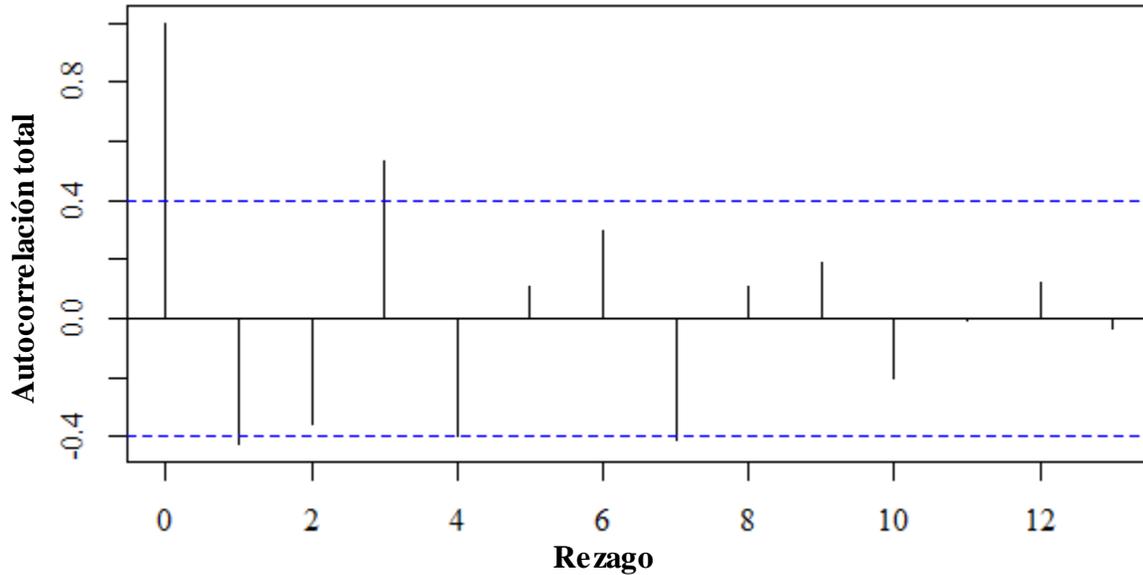


Figura 2. Análisis de parcela para la autocorrelación total (ACF) de los precios unitario de la resina y sus derivados en Honduras.

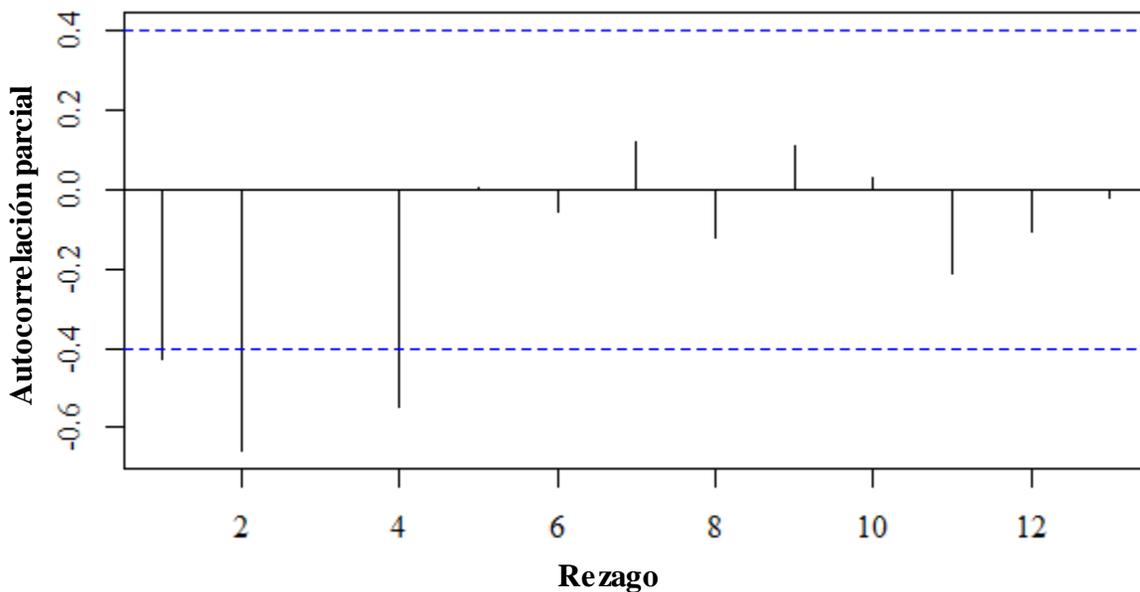


Figura 3. Análisis de parcela para la autocorrelación parcial (PACF) de los precios unitarios de la resina y sus derivados en Honduras.

Para asegurar que el modelo se ajusta a la base de datos, se realizó una función de diagnóstico para la serie de tiempo. Esta función realiza la prueba “Ljung-Box” y da la información con gráficos de parcelas que se aprecian en la Figura 4, misma que indica si el modelo se ajusta o no a la base de datos. Al tener el valor P mayor al nivel de significancia, es decir que los residuales son independientes. Del mismo modo, se calculó valor de P dando como resultado 0.7711. Así, logrando garantizar que este modelo cumple con los supuestos. Otro punto importante es la

correlación parcial de los residuales. El modelo empleado da como resultado que no existe una correlación dentro de las funciones auto correlacionadas (Figura 4).

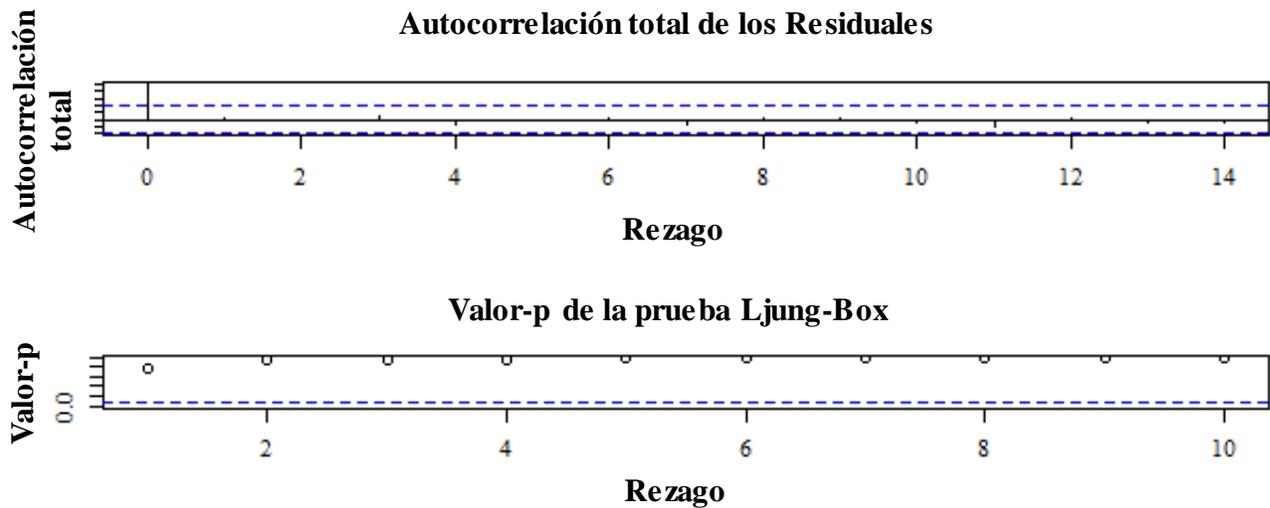


Figura 4. Función de prueba diagnóstica para una serie de tiempo.

### Identificación, construcción y validación del modelo de producción

Para los datos de producción también se realizaron modificaciones con el objetivo de obtener una base de datos estacionaria (Figura 5). Realizando una transformación diferencial con una frecuencia de un año de rezago, dicha transformación da como resultado un valor P de 0.04384 para la prueba Dickey-Fuller aumentada.

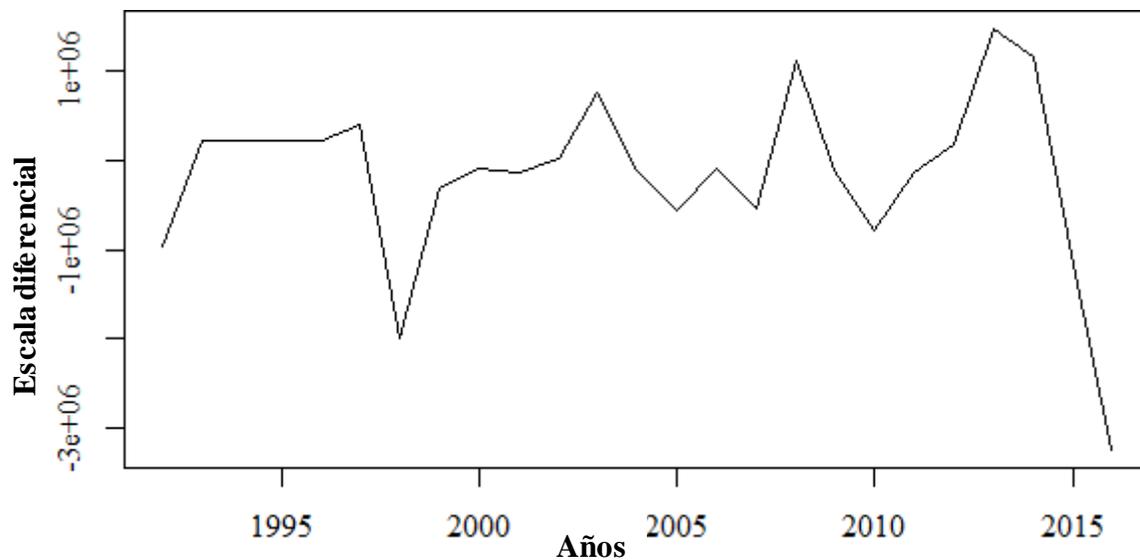


Figura 5. Transformación diferencial de la base de datos de producción con una frecuencia o rezago de un nivel.

Esta transformación fue sometida a funciones para lograr graficar las ACF y PACF (Figura 6 y 7). Como se puede observar, en el grafico solo se tiene una observación la cual traspasa el valor P de aproximadamente 0.4 que indican que el valor del índice  $p$  es de 1. Por otro lado, no hay datos que traspasen este valor en la PACF. Esto quiere decir que para la base de datos de producción el modelo que más se ajusta es un ARIMA (1,1,0).

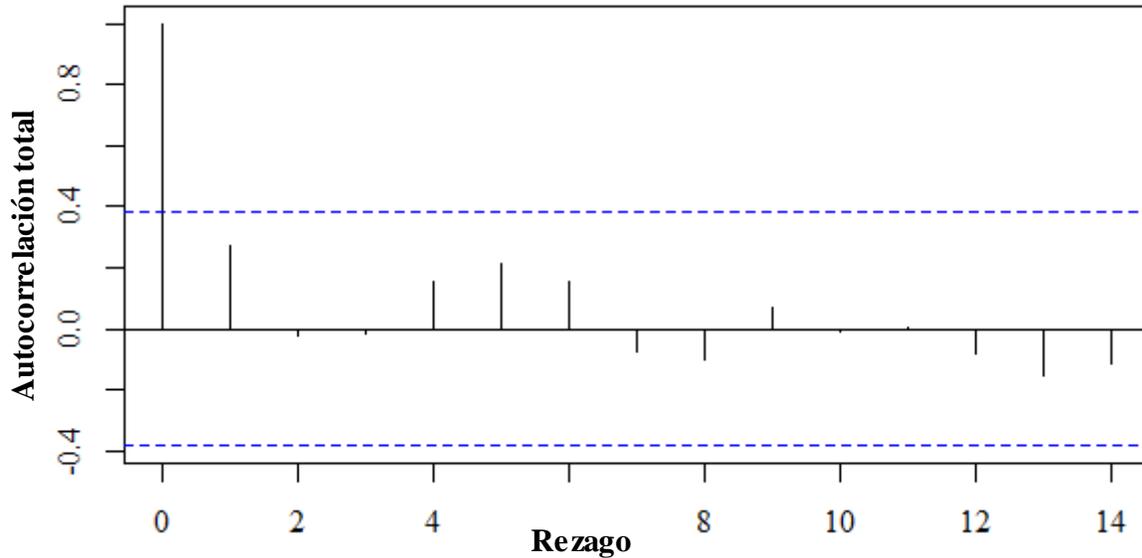


Figura 6. Gráfica de parcela de las autocorrelaciones totales (ACF) para la producción de resina y sus derivados de Honduras.

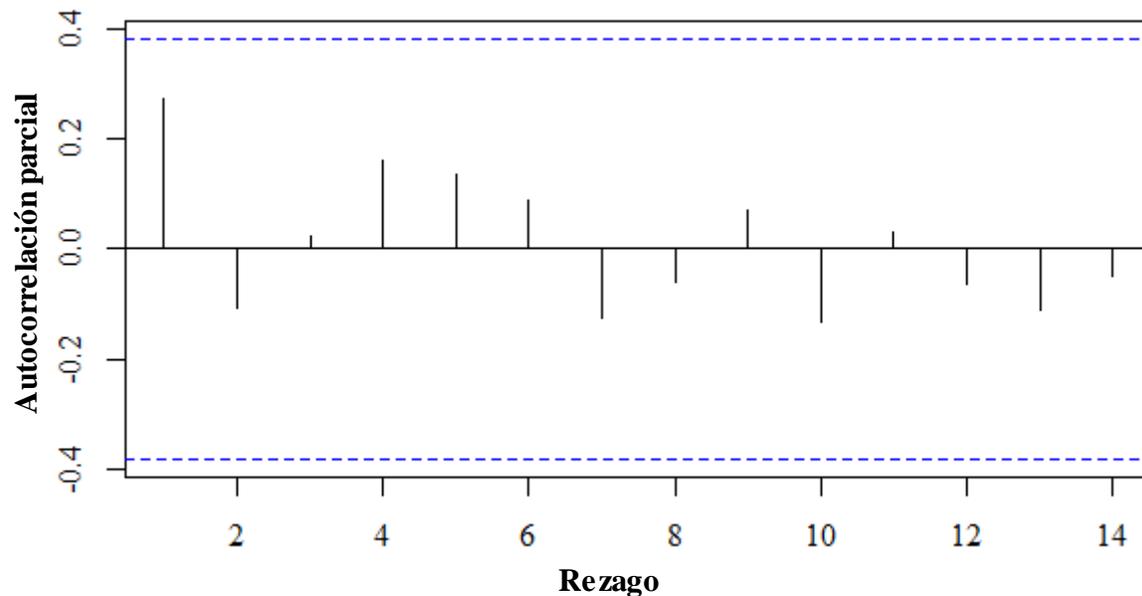


Figura 7. Gráfica de parcela de las autocorrelaciones parciales (PACF) para la producción de resina y sus derivados de Honduras.

En función de garantizar que el modelo de ARIMA (0,1,0) es el correcto se aplicó una prueba diagnóstica a la serie de tiempo de producción en kilogramos de resina de *Pinus* sp. (Figura 8). La prueba estadística Ljung-Box define si la base de datos tiene ruido blanco, debido a tener un valor P de 0.4020. Además, el no tener una autocorrelación en los datos residuales indica que las funciones de auto correlación no están relacionadas.

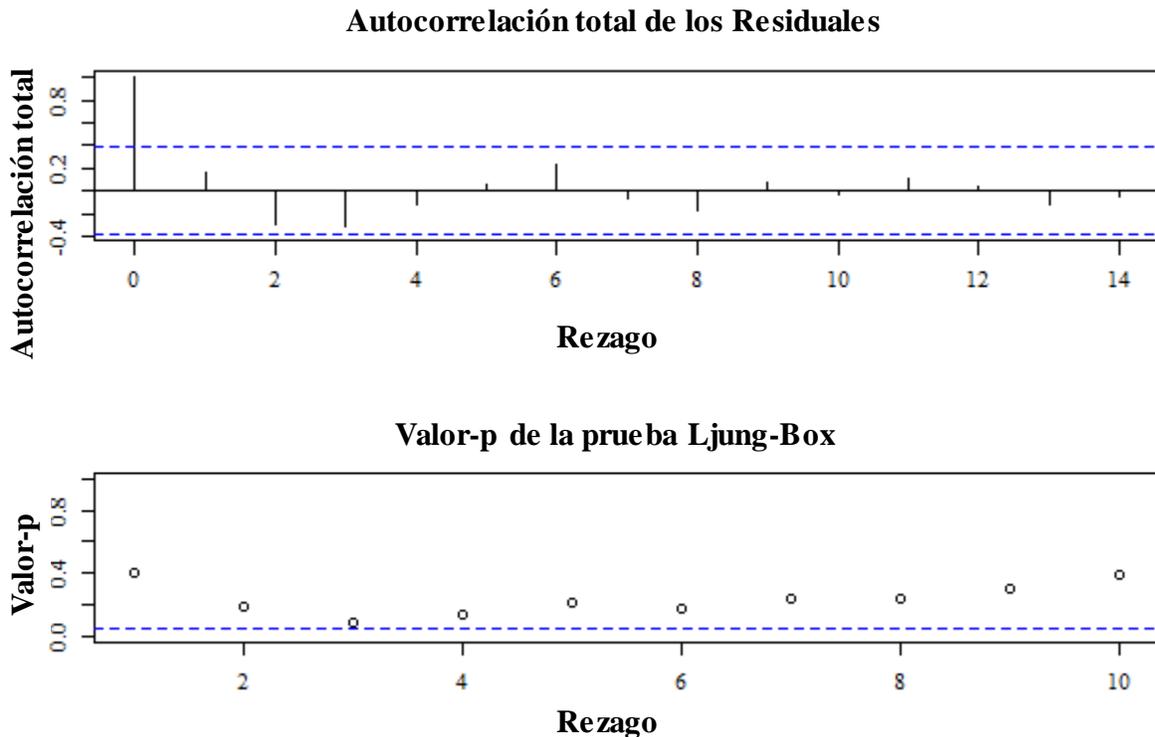


Figura 8. Función de prueba diagnóstica para la serie de tiempo correspondiente a producción de resina de *Pinus* sp. y sus derivados en Honduras.

### Tendencia y pronóstico del precio unitario

El modelo ARIMA (4,2,3) contempla una transformación diferencial de los datos con un rezago de dos años. Además, a este se le agregaron los modelos AR y MA (Cuadro 1). El resultado del modelo AR (4) indica que el precio del año en análisis es influenciado por los precios de hasta cuatro años atrás (Pilar, 2009). En este modelo se logra identificar un ciclo de comprensión-descompresión anual del precio unitario. Cabe recalcar que las relaciones dominantes son para los años 2 y 4. Asimismo, el análisis de los valores P con una confianza del 95% indican que solo existen dos parámetros no significativos, siendo estos de las MA; en específico el MA1 y MA 2.

Cuadro 1. Coeficientes del modelo ARIMA (4,2,3) dividido en los modelos AR y MA.

Parámetro	Coefficiente	Suma de cuadrados	Estadística-t	Valor P
AR1	- 0.61933	0.23163	- 2.6737	0.007501
AR2	- 1.30092	0.21281	- 6.1131	9.77E-10
AR3	- 0.40749	0.20666	- 1.9718	0.048635
AR4	- 0.70870	0.20005	- 3.5426	0.000396
MA1	- 0.54677	0.35131	- 1.5564	0.119617
MA2	0.39722	0.56789	0.6995	0.484258
MA3	- 0.85042	0.42403	- 2.0056	0.044903

El precio de los productos provenientes del pino ha tenido muchas fluctuaciones a través del tiempo (Figura 9). Dicha ilustración demuestra la tendencia del precio unitario en dólares americanos a través del tiempo para Honduras, asimismo, se observa el pronóstico a 10 años en el futuro (Figura 10). Cabe recalcar que, se obtienen dos niveles de confianza. En función de tener un entendimiento más acertado se analiza el pronóstico de mayor confianza, en este caso una confianza del 95%.

La tendencia del pronóstico indica que el precio de la resina de pino y sus productos derivados tendrán un comportamiento cíclico de disminución de su precio y luego un alza de este al año siguiente. Además, se puede decir que el precio unitario oscila entre USD 1.9 a 3/kg en la proyección superior y USD 0.4 -1.00/kg en la proyección inferior en los años 2017 al 2020. En los siguientes años 2020 - 2026 el precio por kilogramo oscila entre USD 2.4 - 3.4/kg en la proyección superior y USD 0.4 - 0.8/kg en la proyección inferior. Los datos promedios de la proyección indican que el precio de la resina se mantendrá estable los primeros tres años con un precio de USD 1.5/kg, posteriormente un alza del precio llegando a los USD 2.13/kg. Luego, el precio disminuye considerablemente, posteriormente llega a estabilizarse por dos años al tercer año vuelve a subir.

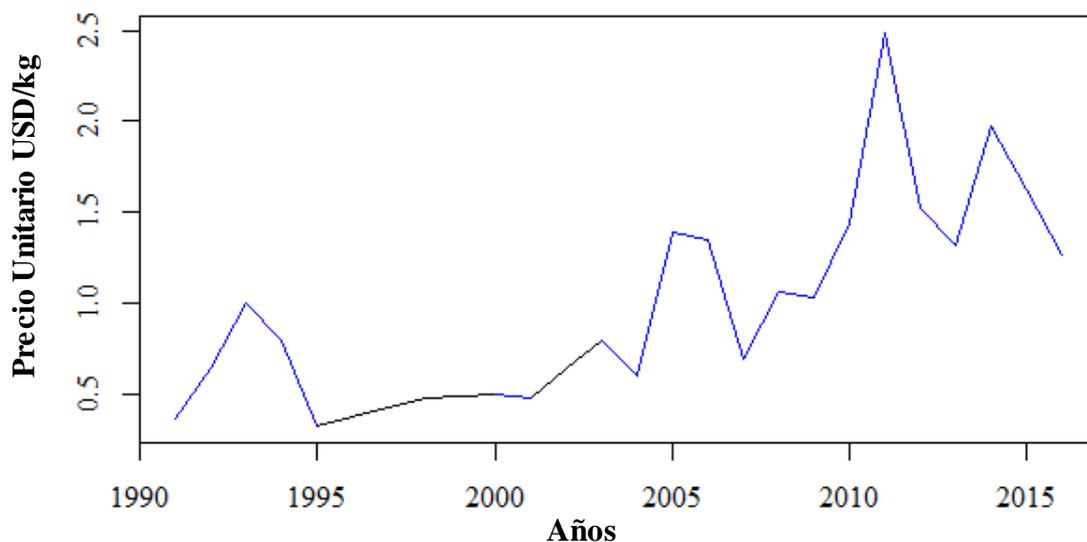


Figura 9. Base de datos del precio unitario de la resina de *Pinus* sp y sus derivados en Honduras luego de aplicar la función de interpolación.

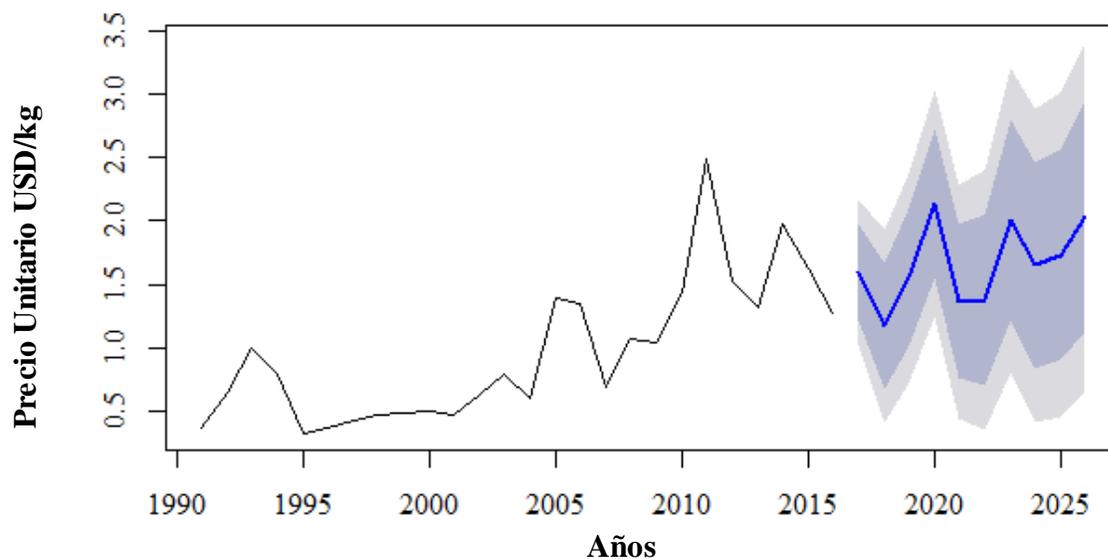


Figura 10. Pronóstico del comportamiento de los precios para la resina de *Pinus* sp. de Honduras para los años 2017-2026

Se tiene que tomar en cuenta que los productores de mayor relevancia son China, Brasil e Indonesia que representan aproximadamente un 90.4% de la producción de resina a nivel mundial (Reyes-Ramos et al., 2019). Es decir, entre los tres manejan el precio internacional de los productos de resina. Por esta razón, si uno de estos productores tiene un problema con su producción, el precio de este producto será afectado. El comportamiento de China con respecto a la demanda de la resina es importante, en el año 2012 se exportó 282,966,104 kg e importó 14,720,022 kg, aumentando sus importaciones del producto casi el doble con respecto a 2011 con un valor de 6,984,989 kg (TrendEconomy, 2020). China continúa con una tendencia al alza de las importaciones de resina y sus derivados y una reducción en las exportaciones de éstos.

El mercado internacional de las resinas tiene muchas variaciones. Tomando el ejemplo de Brasil, en el año 2008 el valor promedio de sus ventas era de USD 1,023.46 por tonelada. Sin embargo, los precios fueron menores para las exportaciones de España (USD 848.85 por tonelada) y mayores en el caso de Francia (USD 1,169.88 por tonelada) (da Silva, Rodrigues-Correa, De Lima y Fetto-Netto, 2013).

Cabe recalcar que, cada país tiene diferentes procesos para la producción, transformación y comercialización de los productos. Al tener una heterogeneidad en la producción es difícil lograr una correcta asignación de recursos, resultando en una posible desigualdad en los ingresos (Gonzalez, 2015). Esto quiere decir que existe una gran diferencia entre el costo de la producción de la resina en cada uno de los países generado por variables como: duración de la temporada, rendimiento por persona y costo de la mano de obra (Leyva, Velázquez, Aldrete, Gómez y Medina, 2012).

En el caso de Honduras los precios son el resultado de diferentes impuestos y canon que pagan las personas que realizan dicha actividad. Se habla del impuesto bajo el nombre de Industria, Comercio y Servicios siendo este un pago mensual para la comercialización del producto. Posteriormente,

están los pagos por una prestación de servicio de la municipalidad que se dividen en: Licencia de extracción, fondo de manejo, inspección y control ambiental, permisos y plan de manejo (Vallejos y Guillén, 2006). Además, se tienen pagos de canon por el aprovechamiento forestal, cabe recalcar que esta toma en cuenta: la especie y la clase diamétrica (Agenda Forestal Hondureña [AFH], 2018). Se menciona que el costo de producción para establecer un proyecto con un área de 4,000 hectáreas se aproxima a los USD 68,000 (“Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit” [GIZ], 2013). Los altos costos de producción y los pagos de canon e impuestos que se pagan a las diferentes entidades determinan que la rentabilidad de la actividad forestal se encuentra entre un 3 a 8% (AFH, 2018; Camino et al., 2003).

### **Tendencia y pronóstico de la producción**

El modelo ARIMA (0,1,0) contempla una diferenciación de los datos en orden de un nivel. Además, a este se le agrega los modelos AR y MA. El modelo indica que el precio en el año de análisis es influenciado por un año de rezago. En caso de tener modelos ARIMA (0,1,0) o ARIMA (0,0,0) es el resultado de bases de datos consideradas estacionales, es decir que estos se dividen en periodos mensuales (Nau, 2007). Explicándose como un modelo de “random walk” que mejor se ajusta. Sin embargo, la información que se tiene es anual y no temporal. Esto se explica debido al tener un valor  $p$  cercano al valor límite, asimismo, realizando un ajuste en el programa “RStudio®” de auto modelación, dando como resultado un mejor ajuste a un modelo ARIMA (0,1,0).

La producción de resina de pino en Honduras muestra una tendencia a la baja comenzando en 1981 y finaliza en 1990, seguida de periodos cortos de alza (Camino et al., 2003). La serie de tiempo de producción muestra un declive después del año 1995 (Figura 11), resultado del cambio en las normativas en los años 90, las cooperativas resineras se miraban obligadas a realizar contratos con la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal. De esta manera, a las cooperativas se les indicaban las cantidades por extraer y a quien se le podía vender el producto (Johnson, 1998). La política de contratos de usufructo fue criticada por miembros del sector privado debido a su operatividad; su enfoque no consideraba el capital humano y social presente en las comunidades (Del Gatto, 2013). Cabe recalcar que, a los productos forestales, sean maderables o no se les agregaron impuestos para su venta. Esto implica que las personas que realizaban esta práctica tenían que pagar cierto precio por cada barril de resina, rollo de madera, tabla que se vende a la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (Congreso Nacional, 1992). Estas políticas implementadas se convierten en una limitante para los cosechadores de resina.

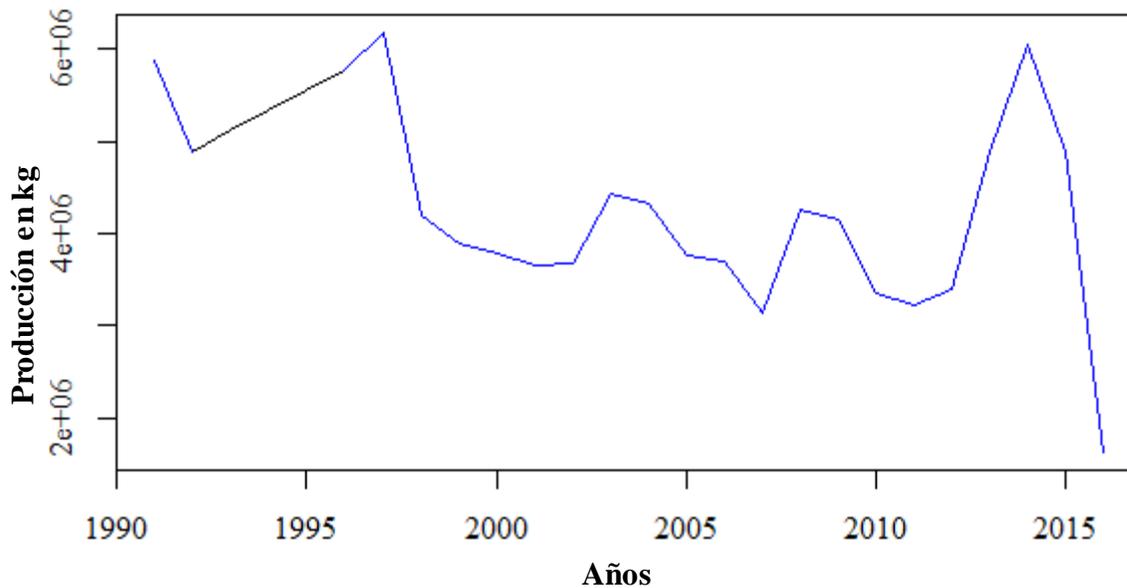


Figura 11. Base de datos de la producción de la resina de *Pinus* sp. y sus derivados de Honduras luego de aplicar la función de interpolación.

La calidad del recurso forestal que se entrega a las comunidades es un factor que afecta la producción de resina, esto sumado a cambios en las normativas estipuladas. Uno de ellos se enfoca en la práctica, donde se permite tener una mayor área para el proceso de resinación, pero manteniendo la misma cantidad de individuos. Esta normativa también especifica los diámetros permitidos para la resinación, en función de la edad del bosque y, clasificándolo en bosque joven y bosque maduro. En el caso de un bosque joven es necesario tener semilleros y árboles para producción, teniendo así una cantidad determinada de árboles (ICF, 2016). La variación de las normativas explica, en parte, porqué la producción de resina no aumenta, a pesar de que las áreas destinadas al proceso de resinación sí lo hacen.

Otro factor que ha afectado la producción de resina en Honduras es la cobertura forestal, la cual ha sido reducida por la plaga del gorgojo descortezador (*Dendroctonus frontalis*). En los años 2000 y 2003 este insecto provocó la pérdida del 35% del área de producción en Yuscarán (Jones y Orr, 2006). En otros brotes, estos más recientes, a nivel nacional se estiman alrededor de 390,000 hectáreas afectadas por la plaga, cabe recalcar que dicha área solo es de individuos en fase III cuando los árboles ya están muertos. En la actualidad, el área total afectada por esta plaga se aproxima a las 900,000 hectáreas (Comisionado Nacional de Derechos Humanos [CONADEH], 2016). Por otra parte, la tala ilegal de los bosques aumenta al porcentaje de pérdida de cobertura forestal en el país (López, 2015).

Los diversos factores ambientales influyen de una u otra manera en la producción de resina, dentro de estos factores se encuentra: irradiación, temperatura, suelos, edad del individuo, entre otros (Sukadaryati y Sukadaryati, 2016). Los factores de mayor relación para la producción son la irradiación y temperatura. La irradiación afecta en el proceso biológico de síntesis del químico, mientras la temperatura afecta los tiempos de flujo (Rodríguez-García et al., 2015). La combinación

de temperaturas más cálidas y que las heridas estén más expuestas a la irradiación durante el día son de los factores más importantes para optimizar la producción de resina de *Pinus* sp.

La producción de resina está relacionada a la correcta participación de los actores. En función de lograr esto se realiza una consulta y socialización con las comunidades. El no asegurar este primer paso puede causar que las cooperativas resineras no tengan organización (Flores, Trejos y Manueles, 2019). Las primeras experiencias de la forestería comunitaria no tuvieron éxito por la falta de gobernanza, debido a esto se menciona que esta actividad es insegura económica, social y legalmente (Del Gatto, 2013). En resumen, la falta de asistencia técnica y financiera ha sido otra causa de la disminución en la producción de resina de pino (Jones y Orr, 2006).

La producción determina la disponibilidad del producto, es decir, al tener un declive en el precio también se reducirá la cantidad disponible hasta que el precio se regule (Hestvik, 2015). Caso contrario de la resina de pino en Honduras, donde el precio tienen una tendencia de aumento y la producción a disminuir. Es decir, la relación precio-producción es inversa. Es más, se estima que para el año 2001 solo se llegó a aprovechar alrededor 5.4% del recurso forestal en Honduras para la producción de resina. Esto puede ser el resultado del oligopolio en la industria refinadora de resina de pino, esta industria se divide en tres empresas, volviéndose responsables de fijar el precio de compra de la resina cruda (Nygren, 2003).

La combinación de todos estos factores indica que el sector forestal no es competitivo en términos económicos y productivos. Esta baja competitividad es el resultado de no implementar políticas de largo plazo (ICF, 2017). En función de mejorar la competitividad, es necesario atraer inversiones financieras externas. Por ejemplo, la introducción de la aplicación de las leyes, gobernanza y comercio forestales, conocido como el programa de aplicación de leyes, gobernanza y comercio forestal, también conocido como FLEGT, por sus siglas en inglés, que tiene la visión de mejorar la competitividad en el sector forestal a través de diferentes acciones que incluyen: garantizar que la madera sea legal, fortalecer el perfil del empresario hondureño, obtener un mercado preferencial, mejorar los derechos y acceso al bosque y mejorar las condiciones para el sistema forestal (Samaniego, 2015). Es importante resaltar que FLEGT no es específico para la producción de resina de pino. Sin embargo, este plan tendrá un impacto en la legalidad de productos forestales tales como: pellets de madera, madera en rollo, “plywood”, entre otros (Comisión Europea, 2012). Deduciéndose que también tendrá un efecto indirecto en la legalidad de la producción de resina de pino.

## 4. CONCLUSIONES

- El precio de la resina de *Pinus* sp. y sus productos derivados en el mercado internacional es variable. Para el caso de Honduras, el precio de estos productos está ligado a la capacidad de transformación y fijación de precio de la industria resinera. No obstante, se observó que el precio de la resina y sus derivados tendrán un aumento para los años 2017 - 2026.
- La producción de la resina de *Pinus* sp. en Honduras ha disminuido en los últimos años. Este declive es el resultado de alta tasa de impuestos y canon, la falta de acompañamiento técnico para la producción, y la falta de financiamiento para que el sector siga creciendo.
- El pronóstico de precio indica que para el periodo de 2017 - 2020 el precio tiene una tendencia al alza, resultado de la creciente demanda de productos químicos naturales y más la resina de *Pinus* sp por su amplio uso en las industrias. Por otro lado, la tendencia de producción indica que desde 1980 ha tenido un declive constante.

## 5. RECOMENDACIONES

- Es aconsejable que se tenga una base de datos completa de parte del ICF. Así, se podrán obtener resultados más confiables en lo que respecta a la producción de resina en Honduras.
- Realizar estudios en función de entender la calidad del recurso forestal de las comunidades resineras. Entendiéndose como calidad la cantidad de árboles viables para la práctica de resina, tomando la normativa más reciente del ICF.
- Realizar estudios donde se comparen los diferentes métodos de resinación que se utilizan en Indonesia, China y Brasil. En función de obtener el método de extracción de resina que de la mayor producción para la zona.
- Tomar en cuenta la propuesta para la estandarización de impuestos de SOCODEVI, esto dará un incentivo a la práctica de resinación, asimismo, las personas que realizan esta práctica tendrán un mayor ingreso.

## 6. LITERATURA CITADA

- Abdel, M. y Abdul-Rahmein, A.-R. (2018). Rosin chemistry derivatives: a review. *Egyptian petroleum research*.
- Acostas, I. (2004). Fuerza impulsora que afecta al sector forestal. En *Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina Documento de Trabajo*. Roma: FAO. Obtenido de Fuerzas impulsoras que afectan al sector forestal.
- Agenda Forestal Hondureña. (2018). *Impuesto al aprovechamiento y comercialización de productos y subproductos provenientes del bosuqe*. Honduras.
- Aguilar, J. C. (1994). Evaluación del método de resinación espina de pescado descendente, con diferentes factores técnicos (Tesis de pregrado). Escuela Agrícola Panamericana “El Zamorano”, Honduras.
- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Confin Habana*.
- Aguirre-Calderon, O. A. (2014). Manejo forestal en el siglo XXI. *Maderas bosques*, 21(15).
- Armentras, D. y Rodriguez, N. (2014). Dinámica y causas de deforestación en bosques de Latinoamérica: Una revisión desde 1990. *Colombia forestal*, 233-246.
- Al Balasmeh, O., Babbar, R. y Karmaker, T. (2019). Trend analysis and ARIMA modeling for forecasting precipitation pattern in Wadi Shueib catchment area in Jordan. *Arabian Journal of Geosciences*, 27 .
- Banco Internacional del Desarrollo. (2003). *Estrategia para los negocios forestales en Honduras*.
- Banco Mundial. (2016). *Banco Mundial*. Los bosques generan empleos e ingresos. BANCO MUNDIAL: Obtenido de <http://www.bancomundial.org/es/topic/forests/brief/forests-generate-jobs-and-incomes>
- Botero, S. y Cano, J. (2008). Análisis de series de tiempo para la predicción de los precios de la energía en la bolsa de Colombia. *Cuadernos de Economía*, 27(48).
- Bouwmeester, H. (2019). Dissecting the pine tree green chemical factory. *Journal of experimental botany*, 4-6.
- Camino, R., Otero, L., Alfaro, M., Leverón, O., Fiallos, L., Cisneros, J., . . . Malvenda, J. (2003). Estrategia para los negocios forestales en Honduras.
- Clopeau, A. y Orazio, C. (2019). El mercado internacional de la resina. *Revista de las resinas naturales de Europa* (2)
- Cooperación Hondureña de Desarrollo Forestal. (2003). *Análisis del proceso de los instrumentos de planificación forestal de Honduras*. Tegucigalpa.
- Comisión Europea. (2012). *Acuerdo voluntario de asociación entre la Unión Europea y la República de Honduras sobre la aplicación de leyes forestales, la gobernanza y el comercio de productos de la madera con destino a la Unión Europea*. EU.
- Comisión Nacional de Desarrollo Hondureña. (2016). *Informe Especial el gorgojo descortezador del pino y otras graves amenazas ambientales a la vida digna de los hondureños y hondureñas*. Tegucigalpa: ICF.

- Congreso Nacional. (1992). *Ley para la modernización del desarrollo*. Obtenido de INA Honduras:  
[http://www.ina.hn/userfiles/file/nuevos/ley\\_para\\_la\\_modernizacion\\_y\\_desarrollo\\_del\\_sector\\_agricola\\_lmDSA.pdf](http://www.ina.hn/userfiles/file/nuevos/ley_para_la_modernizacion_y_desarrollo_del_sector_agricola_lmDSA.pdf)
- Coppen, J. y Hone, G. (1995). *Gum naval stores: turpentine and rosin from pine resin*. FAO.
- Cunningham, A. (2012). Pine resin tapping techniques used around the world. *Research SingPost*.
- da Silva, K. C., Rodrigues-Correa, S., De Lima, J. C. y Fett-Netto, A. G. (2013). Oleoresins from Pine: Production and Industrial Uses 136. *Natural products*.
- Del Gatto, F. (2013). La Forestería Comunitaria en Honduras: Un camino hacia una mejor gobernanza. *Forest Trends*.
- Food and Agriculture Organization. (2016). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015*. Roma: FAO.
- Ferrenberg, S., Kane, J. M. y Mitton, J. B. (2014). Resin duct characteristics associated with tree resistance to bark beetles across lodgepole and limber pines. *Oecologia*.
- Flores, J. C., Trejos, B. y Manueles, A. (2019). Entender y valorizar los sistemas productivos-organizacionales de los actores locales de las regiones rurales y forestales de Honduras contribuyente de un modelo de forestería comunitaria. 1-30.
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit [GIZ]. (2013). *Un Modelo de Gestión Forestal Sostenible*. Tegucigalpa: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.
- Gonzalez, R. (2015). Contribución al análisis de la heterogeneidad productiva en Cuba. *Econ. y Desarrollo*.
- Hernández, M., Mejía, M. T., Cerrato, D., Rivera, M., Perez, J., Castellanos, R., . . . Erazo, M. (2012). *Anuario estadístico forestal 2011*. Comayagüela: ICF.
- Hestvik, E. (2015). Why do Prices Change? An Analysis of Supply and Demand Shifts and Price Impacts in the Farmed Salmon Market. *The University of Norway*.
- Hood, S. y Sala, A. (2015). Ponderosa pine resin defenses and growth: metrics matter. *Tree physiology*, 1223–1235.
- Instituto de Conservación Forestal. (2007). *Anuario estadístico forestal de honduras 2006*. Honduras: Spacio Grafico.
- Instituto de Conservación Forestal. (2008). *Anuario estadístico forestal de Honduras 2007*. Honduras.
- Instituto de Conservación Forestal. (2009). *Anuario estadístico forestal*. Comayagüela.
- Instituto de Conservación Forestal. (2011a). *Anuario estadístico forestal 2010*. Comayagüela.
- Instituto de Conservación Forestal. (2011b). Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre. Tegucigalpa, Tegucigalpa, Honduras.
- Instituto de Conservación Forestal. (2013). *Anuario estadístico forestal 2012*. Comayagüela.
- Instituto de Conservación Forestal. (2015). *Anuario estadístico forestal 2014*. Comayagüela.
- Instituto de Conservación Forestal. (14 de Diciembre de 2016). Normativa para la producción de resina de pino. Tegucigalpa, Republica de Honduras: La Gaceta.
- Instituto de Conservación Forestal. (2017). *Análisis forestal de Honduras*. Union Europea.

- Instituto de Conservación Forestal. (2017). *Anuario estadístico forestal de Honduras 2016*. Comayagüela.
- Instituto de Conservación Forestal. (s.f.). Instituto nacional de conservación y desarrollo forestal, áreas protegidas y vida silvestre.
- Johnson, R. N. (1998). Multiple products, community forestry and contract desing: the case of timber harvesting and resin tappin in Honduras. *Journal of forest economics*.
- Jones, M. J. y Orr, B. (2006). Resin Tapping and Forest Cooperatives. *Sustainable Forestry*.
- Juang, W.C., Huang, S.-J., Huang, F.D., Cheng, P.-W y Wann, S.R. (2017). Application of time series analysis in modelling and forecasting emergency department visits in a medical centre in Southern Taiwan. *BMJ Open*.
- Justes, A. y Soliño, M. (2018). La resina en Castilla y León (España): preferencias de resineros en tiempos de crisis económica. *Madera Bosque*.
- Katimon, A., Shahid, S y Mohsenipour, M. (2017). Modeling water quality and hydrological variables using ARIMA: a case study of Johor River, Malaysia. *Sustainable Water Resource Management*.
- Khan, R. (31 de December de 2017). *Rstudio pubs statistic*. Obtenido de ARIMA model for forecasting— Example in R: [https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/345790\\_3c1459661736433382863ed19c30ea55.html](https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/345790_3c1459661736433382863ed19c30ea55.html)
- Kim, K. H., Daugaard, T. J., Smith, R., Mba-Wright, M. y Brown, R. C. (2019). Recovery of resin acids from fast pyrolysis of pine. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 132–136.
- León, M., Pacheco, S., Matute, Á., Perdomo, G. S., Escalante, F., Ayala, N. M., . . . Suárez, A. (2017). *Anuario estadístico forestal 2016*. Comayagüela: ICF.
- Leyva, Á., Velázquez, A., Aldrete, A., Gómez, A. y Medina, A. (2012). La producción de resina en México. *Conafor*.
- Lopez, D. A., García, N. Y. y Herrera, J. F. (2015). Desarrollo de un Modelo Predictivo para la Estimación del Comportamiento de Variables en una Infraestructura de Red. *Informacion tecnologica*.
- López, E. (2015). *La deforestación del bosque en Honduras : entre tala ilegal y una endeble institucionalidad*. CESPAD.
- Malmsheimer, R. W., Heffernan, P., Brink, S., Crandall, D., Deneke, F., Galik, C., . . . Stewart, J. (2009). Forest management solutions for mitigating climate change in the United States. Society of American Foresters. *Bethesda*.
- Martinez, G. y Chalita, L. E. (2011). Aplicación de la metodología Box-Jenkins para pronóstico de precios en jitomate. *Revista mexicana de ciencia agricola*, 2(4).
- Mazurek, J., Fernando, C. y Perez, C. (2019). The law of demand and the loss of confidence effect: An experimental study. *Heliyon*.
- McElroy, T. y Monsell, B. (2014). The multiple testing problem for Box-Pierce statistic. *Electronic Journal of Statistics*, 497-522.
- Mitchell, G. R., Biscaia, S., Mahendra, V. S. y Mateus, A. (2016). High Value Materials from the Forests. *Scientific Research Publishing Inc*, 54-60.

- Monjardín-Armenta, S. A., Pacheco-Angulo, C. E., Plata-Rocha, W. y Corrales-Barraza, G. (2017). La deforestación y sus factores causales en el estado de Sinaloa, México. *Madera y Bosques*.
- Moraleda, J., Rodríguez, A., Minguéz, J. y Jiménez, F. (2018). Modelos ARIMA para la predicción del gasto conjunto de oxígeno de vuelo y otros gases en el Ejército del Aire. *Sanidad Militar*, 74(4).
- Modernization of Honduras forest sector. (2017). *Análisis forestal de Honduras*. Unión Europea.
- Nau, R. (2007). Seasonal random walk model. *Notes on nonseasonal ARIMA model*. Fuqua School of Business, Duke University.
- Navarro, G., Sanchez, M. F., Del Gatto, F., & Sandoval, C. (2007). Análisis del comercio de transformación de madera en centro america.
- Neis, F. A., Costa, F. d., Almeida, M. R., Colling, L. C., Oliveira Junkes, C. F., Fett, J. P. y Fett-Neto, A. G. (2019). Resin exudation profile, chemical composition, and secretory canal characterization in contrasting yield phenotypes of *Pinus elliottii* Engelm. *Industrial Crops and Products*, 76–83.
- Nygren, A. (2003). Actores múltiples e intereses diversos: foresteria comunitaria en Lepaterique, Honduras. *MAFOR*.
- PennState. (2020). *Applied time series analysis*. Obtenido de Lesson 3: Identifying and Estimating ARIMA models; Using ARIMA models to forecast future values: <https://online.stat.psu.edu/stat510/lesson/3>
- Pilar, M. (2009). *Análisis de series temporales: modelos ARIMA*. Universidad del País Vasco.
- Reyes, A., Cruz-de-León, J., Martínez-Palacios, A., Marc, P. C., Ambriz, E. y Sánchez-Vargas, N. M. (2019). Caracteres ecológicos y dendrométricos que influyen en la producción de resina en *Pinus oocarpa* de Michoacán, México. *Madera Bosque*.
- Reyes-Ramos, A., Cruz, J., Martínez-Palacios, A., Marc, P. C., Ambríz-Parra, J. E. y Sanches-Vargas, N. M. (2019). Caracteres ecológicos y dendrométricos que influyen en la producción de resina en *Pinus oocarpa* de Michoacán, México. *Madera y bosques*.
- Rodriguez-Correa, K., De Lima, J. C. y Fett-Neto, A. (2013). Oleoresins from Pine: Production and Industrial Uses. *Natural products*.
- Rodríguez, D., Perrotini, I. y Vanegas, F. (2012). La hipótesis de convergencia en América Latina: Un análisis de cointegración en panel. *EconoQuantum*.
- Rodríguez-García, A., Marín, J. A., López, R., Mutke, S., Pinillos, F. y Gil, L. (2015). Influence of climate variables on resin yield and secretory structures in tapped *Pinus pinaster* ait. in central Spain. *Agricultural and Forest Meteorology*, 83-93.
- Samaniego, C. (2015). *Contribución del AVA-FLEGT al fortalecimiento de la gobernanza forestal en Honduras*. San Jose: UICN.
- Segura, O. y Kaimowitz, D. (1997). *Políticas forestales en Centro America: Analisis de las restricciones para el desarrollo del sector forestal*. CINTERPEDS-Universidad Nacional.
- Stanley, D. (1991). Demystifying the tragedy of commons: the resin tappers of Honduras. En *Grassroots Development: Journal of the Inter-American Foundation* (págs. 27-35). Inter-American Foundation.

- Sukadaryati, D., & Sukadaryati, Y. (2016). Effects of tapping pattern and wood vinegar, lime and galangal stimulants on sap production of swamp jelutong (*Dyera Lowii*) in Indonesia *Journal of Tropical Forest Science*.
- TradingEconomy. (Septiembre de 2020). *Trading Economy*. Obtenido de United State Dollar: <https://tradingeconomics.com/united-states/currency>
- TrendEconomy. (2019). *TrendEconomy*. Obtenido de Honduras Imports and Exports: <https://trendeconomy.com/data/h2/Honduras/3806>
- TrendEconomy. (2020). *Annual international trade statistic by country*. Obtenido de China imports and exports: <https://trendeconomy.com/data/h2/China/3806>
- Vallejos, M. y Guillén, I. (2006). *Descentralización de la gestión forestal en Honduras: mirando hacia un futuro*. San Marcos de Colon: Prural Editores.
- Zhang, X., Liu, Y., Zhang, T., Young, A. A. y Li, X. (2013). Comparative Study of Four Time Series Methods in Forecasting Typhoid Fever Incidence in China. *PLoS One*.

## 7. ANEXOS

**Anexo 1.** Test estadístico “Dickey-Fuller” Aumentado en las diferentes transformaciones del precio unitario

<b>Transformación</b>	<b>“Dickey-Fuller”</b>	<b>Rezago</b>	<b>Valor-p</b>
Logarítmica	- 2.858	2	0.246
Diferencial F1	- 3.096	2	0.155
Diferencial F2	- 3.852	2	0.032

**Anexo 2.** Test estadístico “Dickey-Fuller” Aumentado en las diferentes transformaciones de producción

<b>Transformación</b>	<b>“Dickey-Fuller”</b>	<b>Rezago</b>	<b>Valor-p</b>
Diferencial F1	- 3.686	2	0.044

**Anexo 3.** Test estadístico “Box Ljung” de los residuales de los datos de precio unitario y producción.

<b>Modelo</b>	<b>Residuales</b>	
	<b>x-cuadrado</b>	<b>valor-p</b>
ARIMA (4,2,3)	0.08462	0.7711
ARIMA (0,1,0)	0.70221	0.4020

**Anexo 4.** Pronóstico del Precio Unitario de la resina y sus derivados para los años 2017 - 2026 con intervalos de confianza del 80 y 95% .

<b>Año</b>	<b>95</b>		<b>80</b>	
	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>
2017	1.02	2.17	1.22	1.97
2018	0.41	1.93	0.67	1.67
2019	0.72	2.37	1.01	2.09
2020	1.24	3.03	1.55	2.72
2021	0.44	2.29	0.76	1.97
2022	0.35	2.40	0.70	2.05
2023	0.80	3.21	1.22	2.79
2024	0.41	2.89	0.84	2.46
2025	0.46	3.01	0.90	2.57
2026	0.64	3.42	1.12	2.94

**Anexo 5.** Promedio de los datos de pronosticó del precio unitario de resina y sus derivados para los años 2017 - 2026

<b>Año</b>	<b>Promedio (USD/Kg)</b>
2017	1.596
2018	1.170
2019	1.549
2020	2.132
2021	1.366
2022	1.376
2023	2.006
2024	1.648
2025	1.735
2026	2.029

**Anexo 6.** Correlación de Pearson entre precio unitario y producción

<b>Variable</b>	<b>r</b>	<b>valor p</b>	<b>nivel de confianza</b>
Precio Unitario y Producción	-0.249	0.221	95%