

**“PRONOSTICO DE VENTAS; EMPRESA DE PLAGUICIDAS DEL VALLE DEL
CAUCA, SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2019”**

**MARIA CAMILA CRUZ BONILLA
YESLYN FERNANDA BETANCOURT CAICEDO**



**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
PROGRAMA DE ECONOMÍA**

**SANTIAGO DE CALI
2019**

**“PRONOSTICO DE VENTAS; EMPRESA DE PLAGUICIDAS DEL VALLE DEL
CAUCA, SEGUNDO SEMESTRE DEL AÑO 2019”**

**MARIA CAMILA CRUZ BONILLA
YESLYN FERNANDA BETANCOURT CAICEDO**

**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO:
RUBEN CASTILLO TABARES**

**UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
PROGRAMA DE ECONOMÍA**

**SANTIAGO DE CALI
2019**

Tabla de Contenido

Introducción	14
1. Antecedentes	16
2. Problema de Investigación	20
2.1 Planteamiento del problema	20
2.2 Formulación del problema.....	22
2.3 Sistematización	22
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo general	23
3.2 Objetivos específicos.....	23
4. Justificación	24
5. Marco referencial	26
5.1 Marco contextual	26
5.2 Marco teórico.....	27
5.2.1. Plaguicidas y su clasificación	27
5.2.2. Pronósticos y métodos de pronóstico	28
5.3 Marco conceptual	34
5.4 Marco legal	35
6. Diseño Metodológico.....	36
6.1 Tipo de estudio:	36
6.2 Método.....	36
6.3 Fuentes y técnicas de recolección de información.	36
7. Resultados	38
7.1 Diagnóstico del comportamiento de las ventas	38
7.2. Identificación de técnicas para generar pronósticos	42
7.2.1 Metodología Box- Jenkins	42
7.2.2 Metodología Regresión lineal simple	45
7.3 Pronostico ventas de plaguicidas segundo semestre año 2019.....	46
7.2.1 Pronostico metodología Box Jenkins.....	46
7.2.2 Pronostico Modelo Regresión Simple Lineal	50
8. Discusión.....	55

9. Conclusiones57

10. Recomendaciones58

Referencias Bibliográficas59

Anexos.....61

Lista de tablas

Tabla 1. Intervalo de confianza del 95% Fungicidas Box-Jenkins	47
Tabla 2. Intervalo de confianza del 95% Herbicidas Box-Jenkins.....	48
Tabla 3. Intervalo de confianza del 95% Insecticidas Box-Jenkins	49
Tabla 4. Intervalo de confianza del 95% para Fungicidas.....	51
Tabla 5. Intervalo de confianza del 95% para Herbicidas.....	52
<i>Tabla 6. Intervalo de confianza del 95% para Insecticidas.....</i>	<i>54</i>
Tabla 7. Comparación valores pronosticados (en miles de millones) ARIMA y Regresión simple	54

Lista de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de la construcción modelo Box Jenkins.....	42
--	----

Lista de gráficos

Gráfico 1. Diagrama de caja para las ventas de Insecticidas.....	38
Gráfico 2 Ventas de Insecticidas más tendencia	39
Gráfico 3. Diagrama de caja para las ventas de Herbicidas	40
Gráfico 4 Ventas de Herbicidas más tendencia.....	40
Gráfico 5. Diagrama de caja para las ventas de Fungicidas	41
Gráfico 6 Ventas de Fungicidas más tendencia.....	42
Gráfico 7. Ventas de fungicidas con base en regresión, metodología Box-Jenkins.....	43
Gráfico 8 Ventas de Herbicidas con base en regresión, metodología Box-Jenkins	44
Gráfico 9. Ventas de Insecticidas con base en regresión, metodología Box-Jenkins	45
Gráfico 10. Pronostico Fungicidas metodología Box-Jenkins para el segundo semestre del 2019	46
Gráfico 11. Pronostico Herbicidas metodología Box- Jenkins para el segundo semestre del 2019	47
Gráfico 12.Pronostico Insecticidas metodología Box-Jenkins para el segundo semestre del 2019	49
Gráfico 13.Pronostico de ventas de fungicidas julio 2019 a diciembre 2019	50
Gráfico 14. Pronóstico de ventas de Herbicidas julio 2019 a diciembre 2019	52
Gráfico 15. Pronóstico de ventas de Insecticidas julio 2019 a diciembre 2019	53

Lista de anexos

Anexo A. Tabla de regresión Fungicidas modelo ARIMA.....	61
Anexo B. Tabla de regresión Herbicidas modelo ARIMA	61
Anexo C. Tabla de regresión Insecticidas modelo ARIMA.....	62
Anexo D. Regresión Lineal ventas fungicidas	62
Anexo E. Regresión lineal ventas Herbicidas	63
Anexo F. Regresión Lineal ventas insecticidas.....	63
Anexo G. Gráfico de Intervalo de Confianza Fungicidas	64
Anexo H. Gráfico de Intervalo de Confianza Herbicidas	64
Anexo I. Gráfico de Intervalo de Confianza Insecticidas	65

Resumen

En el presente trabajo se estimaron modelos en series de tiempo que modelaron el comportamiento de las ventas de plaguicidas de la empresa “XYZ¹” desde agosto del 2014 a diciembre del 2019. Se analizaron dos tipos de metodologías (Regresión lineal simple y Box Jenkins), y se encontró una marcada tendencia y estacionalidad; en el caso del modelo ARIMA fue necesario diferenciar las series para estabilizarlas y tener una mayor precisión en el pronóstico generado. Finalmente, se escoge el método de regresión lineal simple, debido a que en este caso se ajusta más a la cantidad de observaciones obtenidas de la empresa y muestra un comportamiento similar a los periodos anteriores.

Palabras clave: pronósticos, ARIMA, regresión, estacionalidad, agroquímicos, plaguicidas.

Clasificación JEL: C22, C53

¹Debido a la ley de protección de datos personales, la empresa solicitó no revelar información sobre su razón social, desde este punto se mencionará siempre esta compañía como “XYZ”

Abstract

In this paper, time series models were estimated that modeled the behavior of pesticide sales of the company “XYZ” from August 2014 to December 2019. Two types of methodologies (Simple linear regression and Box Jenkins) were analyzed, and a marked trend and seasonality was found; in the case of the ARIMA model, it was necessary to differentiate the series to stabilize it and have greater precision in the forecast generated. Finally, the simple linear regression method is chosen, because in this case it is more adjusted to the amount of observations obtained from the company and shows a behavior like the previous periods.

Keywords: affected, ARIMA, regression, seasonality, agrochemicals, pesticides.

JEL Classification: C22, C53

Introducción

Desde los años 70's el sector agrícola se ha visto en la necesidad de proteger la producción de cultivos mediante el uso de plaguicidas, principalmente en los cultivos de algodón, maíz, arroz y papa, lo que contribuye con un control efectivo de las plagas y las enfermedades en los cultivos. Sin embargo, la demanda se ha incrementado en el transcurso de los años debido a la resistencia de muchas de estas enfermedades y ha sido necesario la implementación de nuevas formulaciones lo que ha favorecido al crecimiento del sector de agroquímicos en el país (Ministerio de Ambiente, 2007).

Esta expansión ha provocado que surjan diversas compañías que se dediquen a la producción de estos suministros químicos. En el caso de la compañía “XYZ”, su objetivo de negocio son los plaguicidas, fertilizantes y reguladores de crecimiento, logrando así posicionarse en el mercado como una de las empresas que ofrecen un completo portafolio para las necesidades del sector, cubriendo mediante estas soluciones todo el ciclo de vida de los cultivos.

De esta manera la empresa se debe mantener competitiva en el mercado, teniendo en cuenta las expectativas de oferta y demanda del sector agrícola, adicionalmente a los eventos climatológicos y geopolíticos que afectan a la agricultura. Es aquí donde el uso de los pronósticos puede ser utilizados como un estimador cuantitativo para guiar la conducta de esta empresa, prever obstáculos y anticipar políticas empresariales advirtiendo los futuros riesgos.

Por consiguiente, en este trabajo se consideró como objeto de estudio las ventas de plaguicidas (fungicidas, herbicidas, insecticidas) de la empresa de agroquímicos “XYZ”, a la que se le realizó un análisis cuantitativo con base en su información pasada y actual; cuya finalidad fue la

realización de un pronóstico para describir el comportamiento de estas en un periodo de tiempo de aproximadamente cuatro años (agosto 2014- diciembre 2019).

Para alcanzar el objetivo propuesto el trabajo se organizó en ocho secciones. La primera es la presente introducción, a continuación, se presenta lo correspondiente a los antecedentes del uso de plaguicidas y su impacto en el sector agrícola en Colombia, la tercera sección presenta el planteamiento del problema, y a continuación los objetivos y justificación, la quinta sección presenta el marco referencial. En la sexta sección se describe la metodología utilizada para posteriormente hacer la presentación de los resultados de las estimaciones. En la séptima hace una descripción de los resultados con la respectiva discusión, finalmente se presentan las conclusiones y las recomendaciones resultantes de la elaboración de este trabajo.

1. Antecedentes

La revisión de trabajos previos relacionados con el tema de la presente investigación es una etapa indispensable para su correcto desarrollo. En este orden de ideas, a continuación, se presentan las discusiones desde perspectivas diferentes. En principio se comenzará por mencionar el incremento del uso de insumos químicos en la agricultura posteriormente aterrizándolo al contexto colombiano.

La venta, importación y exportación de plaguicidas en especial los fungicidas, herbicidas e insecticidas ha aumentado considerablemente entre los años 1994 y 1996 (Idrovo, J., 2000), mejorando las condiciones económicas y la rentabilidad de los negocios en este sector de la economía, ya que su uso ha mejorado la producción agrícola y ha ayudado a combatir plagas. El autor también advierte que, debido a la frecuencia y a la intensidad del uso de estos plaguicidas, los seres vivos (humanos y animales) a través de la ingestión de estos, se pueden ver mayormente expuestos al desarrollo de enfermedades.

No es un secreto que las más grandes compañías agroindustriales han tomado ventaja de poder controlar los procesos de producción agrícola, a raíz de esto, según este autor (Espluga, 2001) determina que los pesticidas como desarrollo tecnológico tuvieron su auge y dieron paso a un gran desarrollo social ya que ayudaron a prevenir y controlar diferentes tipos de plagas y enfermedades (malaria, tifus, fiebre amarilla, etc) permitiendo la obtención de alimentos más frescos. Sin embargo, tampoco deja de lado la toxicidad que se ha comprobado que contienen estos productos que afectan la salud humana, partiendo de esta premisa, destaca que los pesticidas son productos diseñados para “matar” gradualmente y comenzó a conceptualizar a estos como contaminantes que afectan el medio ambiente.

Estudios realizados demostraron que solo un 0.1% de la cantidad que se usa de pesticidas y plaguicidas llega a la plaga en particular mientras que su restante queda en el ambiente por lo que representa un riesgo para el agua, suelo, y biota (Carvalho, Nhan, Zhong, & Tavares, 1998). Además, los plaguicidas no han sido utilizados solamente para finalidades agrícolas, pues también se han visto asociados a programas de prevención a la salud pública para controlar o diseminar animales que contagian diferentes enfermedades.

Si bien a partir de los años cuarenta fue donde inicialmente se observó un incremento en el uso de plaguicidas y sus derivados, según (Capote & Torres, 2004) a pesar del uso creciente de estos productos en un determinado tiempo de la historia también se ha observado actualmente un reducido uso de los mismos, específicamente en países desarrollados debido a los daños que pueden llegar a provocar, no obstante continúan usándose con frecuencia en países de característica tropical.

Entre estos países de cualidades tropicales se encuentra Colombia, en el cual, el uso de plaguicidas ha seguido los lineamientos estipulados para el mercado de agroquímicos a nivel internacional. Al ser reconocido como un país en el que predomina el sector de la agricultura también ha tenido un recorrido legislativo en cuanto al uso de pesticidas que fueron usados de manera regular en algún tipo de cultivo y que posteriormente se demostró que producían efectos adversos sobre la fauna e incluso en seres humanos, por ello, estos pesticidas fueron retirados del mercado (Sanchez M, Rodriguez, & Sarria , 2006).

Para contextualizar, se puede tomar como referencia el uso del Glifosato y las finalidades con las que se emplea. Este herbicida de amplio espectro diferente a sus cualidades de eliminar hierbas y malezas que afectan a los cultivos también inhibe la producción en las plantas de la enzima enol-piruvil-shikimato-fosfato-sintetasa (EPSPS) la cual hace parte esencial del

crecimiento de las plantas. Adicionalmente, se ha demostrado que para que ocurra envenenamiento en animales estos deben haber ingerido dosis sumamente altas, aunque no por esta razón se les puede dejar de considerar tóxicos. (Kaczewer, 2002).

En Colombia se hace cada vez más común escuchar el uso de este herbicida para la erradicación de cultivos ilícitos como la coca y amapola, (Solomon, et al, 2005), razones por las que se puede percibir que el uso en Colombia de este herbicida es muy común y su representación en el mercado puede considerarse alta. Según (Montes, 2019) menciona los usos versátiles del glifosato en diferentes tipos de maleza para los cultivos, al ser un producto clave para los agricultores determina que un 40% del mercado de herbicidas pertenece al glifosato, lo que eleva esta categoría de pesticidas como el más relevante del sector. Esto incide en el incremento de ventas y crecimiento de compañías que desarrollan esta línea de herbicidas, por lo tanto, su comercialización se destaca entre productos de su misma línea a pesar de las controversias que puedan surgir respecto a su uso.

No obstante, a pesar de que este herbicida cubre gran parte del mercado, su uso es debatido de manera constante en el país debido a su eficiencia en los componentes, además de su practicidad que, por ejemplo, se tiene que realizar su aspersion de manera aérea que aunque tiene mayores probabilidades de propagación en el ambiente también representa el salvaguardar la vida de las fuerzas militares del país que luchan contra los cultivos ilícitos esto debido al riesgo que deben correr para intentar la erradicación de manera manual. (El Pais, 2019)

Pese a que actualmente se lleva a cabo un proceso de debate sobre la continuidad del uso de este producto aún no se establece con claridad si la exposición del glifosato tiene un impacto altamente negativo en la vida humana o animal.

Según (Keith R. Solomon et al, 2007), afirma en su trabajo que, la exposición al glifosato en humanos relacionados con problemas dérmicos, inhalación directa y contaminación en agua potable, no mostró contaminación en abejas, evidencio una baja toxicidad para los mamíferos y toxicidad moderada para mamíferos de tipo acuático por lo que se concluye que la utilización y exposición del químico representa un bajo riesgo para la vida humana y que en cambio los métodos alternativos como la quema y tala de cultivos ilícitos presentan mayores riesgos ambientales, entre ellos el desplazamiento de flora natural.

Por otro lado, (Camacho A. & Mejia D., 2017) sustentan las variaciones a la exposición del uso de glifosato y a través de un panel de registro de salud individual, estudian los efectos y resultados a corto plazo. Los resultados muestran que la exposición de este herbicida refleja el aumento en consultas médicas relacionadas a enfermedades dermatológicas y respiratorias e igualmente se relaciona con el número de abortos espontáneos. De esta manera es muy fácil determinar la diversidad de opiniones que surgen alrededor del tema y se reconoce el largo camino pendiente por recorrer para determinar los efectos negativos o no de su uso.

Si el debate no se resuelve es precisamente por esto; el grupo de personas que pide abandonar el uso de glifosato apela a las pruebas indirectas que existen sobre su toxicidad. En el otro grupo, (al que no le asusta el riesgo); argumenta que no existen pruebas concluyentes, lo cual es cierto, figuran muchos políticos, empresas productoras y en el caso colombiano, una parte de la Fuerzas Armadas que ven en el glifosato un arma contra los cultivos ilícitos. (EL ESPECTADOR, 2018)

2. Problema de Investigación

2.1 Planteamiento del problema

La empresa de agroquímicos “XYZ” produce, distribuye y comercializa una amplia gama de productos enfocados en la protección de cultivos de alta calidad en todas las regiones de Colombia. En su portafolio de productos se encuentran incluidos herbicidas, insecticidas y fungicidas los cuales son necesarios para el control de malezas, plagas y enfermedades en los cultivos, estos se encuentran registrados ante el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), quien está a cargo del control y protección de estos productos.

Sin embargo, estos protocolos y la normatividad con la que el ICA busca regular a la industrias de agroquímicos especialmente a los productores y comercializadores de plaguicidas, llena de incertidumbre al sector debido a las pérdidas económicas que puede representar la prohibición de ciertos productos y por lo tanto la eliminación de estos del mercado; de modo que, es preciso un mecanismo de apoyo como lo es un sistema de proyección de ventas. No obstante, la empresa “XYZ” no cuenta con dicho proceso y, en consecuencia, no realiza una adecuada planeación de la demanda lo que puede incurrir a mayores costos de operación y disminución en su rentabilidad.

El cálculo predictivo en la empresa básicamente se enfoca en la línea de plaguicidas a analizar, ya sea herbicida, fungicida o insecticida y realizan un cálculo con base en datos históricos, datos existentes, tendencias anteriores y en el comportamiento del mercado actual, lo que puede incurrir en aproximaciones poco efectivas y que no se ajustan a la realidad de la organización, conllevando de esta manera a que no cumplan con las metas y los presupuestos establecidos.

Es así como la empresa realiza su adquisición de inventarios a 90 días y como toma sus decisiones de compra de acuerdo con el cálculo ya mencionado, así mismo en relación con las ordenes realizadas por sus clientes. Por otra parte, la empresa realiza una reunión mensual llamada SOP (Planificación global de producción/ventas) en la cual plantean propuestas referente a las ventas y a la fabricación con respecto a los mismos datos históricos, donde también se determinan las compras del inventario.

Debido a esta planificación o calculo que muchas veces puede ser inexacta, la compañía incurre en riesgos para su organización, como son: no asegurar que la empresa tenga suficientes productos almacenados y por lo tanto no cubrir con la demanda del cliente, lo que puede resultar en la perdida de ventas potenciales que representan un alto valor monetario o por lo contrario que se pierda dinero al tener acumulación de inventario. Además, que puede ser una oportunidad para la competencia para competir con sus productos y seducir a clientes potenciales ya fieles a la compañía “XYZ”.

Es por lo tanto indispensable que la compañía adopte un pronóstico técnico de ventas, el cual adicionalmente de mejorar la gestión de inventarios, permitirá prever de forma anticipada cual será la evolución futura de las ventas lo que impulsara al negocio a mejorar su rentabilidad, a reducir los costos de operación, a analizar el comportamiento contra los competidores y esencialmente a preparar a la compañía para lo inesperado.

2.2 Formulación del problema

Teniendo en cuenta la problemática anterior es preciso formular la pregunta ¿Cuál será el comportamiento futuro a corto plazo de las ventas de plaguicidas en la empresa “XYZ” para el segundo semestre del año 2019?

2.3 Sistematización

- ¿Qué tendencia muestran las ventas en Colombia de esta empresa en los últimos 5 años?
- ¿Cuál es el diagnóstico que se obtiene del análisis del pronóstico de ventas a corto plazo de esta empresa?
- ¿Cuál es la técnica más adecuada para efectuar un pronóstico de las ventas futuras de plaguicidas en la empresa de agroquímicos?
- ¿Por qué es importante realizar un pronóstico de ventas en esta empresa de agroquímicos?

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Efectuar un pronóstico de las ventas de plaguicidas de la empresa de agroquímicos “XYZ” para el segundo semestre del año 2019

3.2 Objetivos específicos

- Recopilar, organizar y depurar la información estadística sobre las ventas de la empresa “XYZ”
- Realizar un diagnóstico del comportamiento de las ventas de plaguicidas de esta empresa
- Identificar el método más adecuado para efectuar un pronóstico de ventas futuras de plaguicidas en esta empresa.
- Ejecutar pronóstico de ventas de plaguicidas en la empresa “XYZ” según los métodos planteados.

4. Justificación

Desde el punto de vista histórico, la agricultura ha jugado un papel muy importante en el proceso de desarrollo económico de las naciones, tanto en los países desarrollados como en economías emergentes se ha detectado la agricultura como el motor del crecimiento de los demás sectores. (perfetti, Belalcazar, Hernandez, & Leibovich, 2013). Por consiguiente, Colombia siempre ha sido uno de los más grandes exponentes del sector primario y a raíz de esto ha fundamentado su crecimiento económico en el potencial agrícola del cual siempre ha sido representante.

Con el paso del tiempo y el progreso tecnológico se dio la oportunidad de combatir las enfermedades, plagas y malezas que aquejaban a los cultivos y conllevaban a pérdidas importantes en la producción agrícola, de tal manera que el uso de agroquímicos empezó a ser una parte fundamental para el sector agrícola.

Por esta razón, el presente trabajo fundamentó su objeto de estudio en el sector de agroquímicos debido a su esencial importancia en la agricultura; se tomó particularmente una empresa dedicada al almacenamiento, distribución y fabricación de estos productos con el fin de analizar cómo se comportaban las ventas en un determinado tiempo y a su vez cual ha sido el comportamiento del mercado. Sin embargo, debido a las altas regulaciones en las que se encuentra el sector por el impacto que tiene el uso de agroquímicos especialmente los plaguicidas en el medio ambiente, en la salud humana y en los animales; esta industria puede verse altamente afectada en sus ventas a futuro.

Es por ello por lo que el presente trabajo busca anticiparse o predecir eventos futuros a través de los pronósticos, de tal manera que representen una mejora en el desempeño de la planeación de la empresa, reduciendo de esta manera costos y aumentando la rentabilidad. Y en el caso de la empresa “XYZ” esta no cuenta con un adecuado sistema de pronósticos y las estimaciones intuitivas que realizan se hacen con base en metas y presupuestos a futuro, más no a posibles estimaciones de ventas.

Es aquí donde se recalca la importancia de los pronósticos en las empresas, ya que, al reducir el grado de incertidumbre debido al dinamismo del entorno, las decisiones y las necesidades de la organización se podrían ver plenamente beneficiadas. Según (Vidal, 2010) el sistema de pronósticos es un elemento vital para el cumplimiento de objetivos de una organización y para el mejoramiento de su competitividad, ya que, al no tomar las decisiones correctas, se puede incurrir en exceso o escasez de inventarios, implicando así a un deficiente servicio al cliente y por ende en pérdidas económicas y/o pérdida del cliente.

5. Marco referencial

5.1 Marco contextual

Desde hace más de 50 años, los agroquímicos han sido los suministros químicos más utilizados en la agricultura tanto en países desarrollados como en países emergentes. A través de la llamada Revolución Verde impulsada por Estados Unidos, se sentaron las bases políticas agrícolas acerca del uso de fertilizantes y plaguicidas para mejorar la producción agrícola y combatir de manera eficaz, los organismos que pueden destruir o poner en peligro los cultivos; esto como resultado del incremento de la productividad agrícola (Agricultura Sensitiva, 2004).

En países agrarios como Colombia, el sector agrícola juega un papel definitorio en el crecimiento económico. Según cifras del Ministerio de Agricultura, el crecimiento del PIB agropecuario entre 2010 y 2017 fue del 25%, esto impulsado por la exportación y la producción de cultivos como el café, algodón, banano arroz, hortalizas, caña de azúcar, papa, flores; además del empleo que genera el sector (Minagricultura, 2018).

Sin embargo, para obtener el máximo rendimiento y desempeño de estos cultivos especialmente de productos como el arroz, algodón y café es necesario el uso de agroquímicos para evitar y controlar los diferentes problemas que aquejan a estos alimentos, por consiguiente, el sector de agroquímicos en el país depende plenamente del desempeño del sector agrícola.

Por ello, la industria se encuentra en constante crecimiento y es aquí donde se da el origen a las muchas compañías como es el caso de la empresa “XYZ” que inició sus operaciones a nivel global en los años 70’s, sin embargo, su presencia en Colombia es relativamente reciente y lo

hizo a través de la fusión entre dos empresas nacionales. Su principal centro de trabajo se localiza en la ciudad de Cali y desde esta coordina las operaciones en todo el territorio nacional.

Con más de 60 empleados, entre administradores, especialistas técnicos y centros de distribución en el país, la compañía ha logrado posicionarse como uno de los grandes comercializadores de agroquímicos en Colombia.

5.2 Marco teórico

El presente marco teórico se organizará en dos partes primero se hará referencia a los plaguicidas y a su clasificación; seguidamente se mencionará la especificación de las técnicas utilizadas para la realización de pronósticos y por último se hará una justificación de las técnicas utilizadas en el presente trabajo a saber la Metodología Box-Jenkins y Método Regresión lineal simple en los pronósticos.

5.2.1. Plaguicidas y su clasificación

Como primer precepto, Los plaguicidas han sido definidos por la Organización Mundial de Salud (OMS, 1992) define a los plaguicidas como “sustancia o mezcla de sustancias destinadas a prevenir, destruir o controlar cualquier plaga, incluidos los vectores de enfermedades humanas o de animales, las especies no deseadas de plantas o animales que causan perjuicio o que interfieren de cualquier forma en la producción, elaboración, almacenamiento, transporte o comercialización de alimentos, productos agrícolas, maderas y sus productos o alimentos para animales, o que pueden administrarse a los animales para combatir insectos, arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos

Existen varios tipos de pesticidas los cuales se clasifican de la siguiente manera:

- **Herbicidas:** Son químicos que causa una disrupción en la fisiología o metabolismo de una planta por un tiempo suficientemente largo como para matarla o reducir su crecimiento; así mismo tienen la capacidad de controlar las malezas o plantas no deseadas en los cultivos (Anzalone, 2007).
- **Fungicidas:** Son químicos utilizados para eliminar o evitar el desarrollo de los hongos. Se clasifican de acuerdo con su modo de acción (contacto o sistémicos) (Perez & Forbes, 2010)
- **Insecticidas:** Productos fitosanitarios utilizados para controlar, insectos, generalmente por la inhibición de enzimas. Es un tipo de biocida, el cual puede ser una sustancia química sintética, natural, de origen biológico o de origen físico que están destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo considerado nocivo para el hombre (Casafe, 2010)
- **Otros:** se incluyen los nematicidas, acaricidas, bactericidas, rodenticidas, defoliantes, reguladores fisiológicos y entre otros plaguicidas con funciones específicas.

5.2.2. Pronósticos y métodos de pronóstico

Por otra parte, de acuerdo con el enfoque de este trabajo es pertinente mencionar la importancia de los pronósticos ya que su uso es además de ser una herramienta para las empresas, es una necesidad para avanzar en el ambiente de negocios moderno, el cual es dinámico y altamente interactivo. De tal manera que la generación de pronósticos en las empresas responde a soluciones en un corto plazo inmediato o a un largo plazo, esto con el propósito de la toma de decisiones con respecto a la incertidumbre que plantea el futuro. Es por esto por lo que los gerentes de las empresas están obligados a la implementación de pronosticadores que aporte

elementos de manera eficaz y objetiva para la toma de decisiones para el desarrollo tanto profesional como empresarial (Hanke & Wichern, 2010).

De tal manera que es pertinente tener conocimiento sobre las series de tiempo que permite realizar pronósticos a corto, mediano y largo plazo.

- Series de tiempo

(Gujarati & Porter, 2010). Una serie de tiempo es un conjunto de observaciones sobre los valores de una variable en diferentes momentos. Tal información debe recopilarse en intervalos regulares, es decir, en forma diaria (precios de acciones, informes del tiempo, etc.), semanal (como cifras de oferta monetaria), mensual (tasa de desempleo, Índice de Precios al Consumidor [IPC], etc.), trimestral (como el PIB), anual (como los presupuestos del gobierno), quinquenal (como el censo de la industria manufacturera), o decenal (como los censos de población). Algunas veces los datos están disponibles por trimestre y por año, como los datos del PIB y del consumo. Con las computadoras de alta velocidad, ahora se recopilan datos en intervalos muy breves, por ejemplo, precios de acciones, que se obtienen literalmente de manera continua (o cotización en tiempo real). Si bien los datos de series de tiempo se utilizan mucho en estudios econométricos, presentan algunos problemas especiales ya que la mayor parte del trabajo empírico con datos de series de tiempo supone que éstas son estacionarias.

Desde este punto se mencionarán las técnicas de pronósticos necesarias para el desarrollo de este trabajo:

- Técnica de pronósticos para datos estacionarios

(Hanke & Wichern, 2010) presentan la técnica de pronósticos para datos estacionarios que, en su forma más simple, el pronóstico de una serie estacionaria implica el uso de la historia

disponible de la serie para estimar su valor medio, el cual se convierte así en el pronóstico de futuros periodos. Las técnicas más avanzadas implican actualizar la historia disponible de la serie para estimar su valor medio, lo que a su vez se convierte en el pronóstico de periodos futuros

Las técnicas que deben considerarse en la elaboración de pronósticos de serie estacionaria incluyen métodos informales, métodos de promedio simple, promedio móvil y modelos autorregresivos de promedio móvil (ARMA) así como los modelos de Box-Jenkins

- Técnica de pronósticos para datos con tendencia

En su forma más simple, el pronóstico de una serie estacionaria implica el uso de la historia disponible de la serie para estimar su valor medio, el cual se convierte así en el pronóstico de futuros periodos. Las técnicas más avanzadas implican actualizar la historia disponible de la serie para estimar su valor medio, lo que a su vez se convierte en el pronóstico de periodos futuros.

Las técnicas que deberían considerarse en el pronóstico de series con tendencia incluyen modelos de promedios móviles, de suavizamiento exponencial lineal de Holt, de regresión simple, de curvas de crecimiento, los modelos exponenciales y los modelos autorregresivos integrados de promedio móvil (ARIMA) (métodos de Box-Jenkins).

- Técnica de pronósticos para datos estacionales

La forma de desarrollar pronósticos estacionales es estimar índices estacionales de la historia de la serie. Las técnicas que deberían considerarse cuando se elaboren pronósticos con series estacionales incluyen modelos de descomposición clásica, Census X-12, suavizamiento exponencial de Winter, regresión múltiple y ARIMA (métodos de Box-Jenkins).

- Técnica de pronósticos para series cíclicas.

Es necesario el conocimiento previo de los métodos de descomposición para el análisis de los datos cíclicos, sin embargo, debido al comportamiento irregular de los ciclos, el análisis del componente cíclico de una serie, si existe, a menudo requiere de la obtención de indicadores de coincidencia o indicadores económicos importantes.

Las técnicas que deberían considerarse cuando se elaboren pronósticos con series cíclicas incluyen la descomposición clásica, los indicadores de la economía, los modelos econométricos, la regresión múltiple y modelos ARIMA (métodos de Box-Jenkins).

Por último, se mencionarán los métodos de pronósticos a desarrollar en este trabajo.

- Modelo Regresión Lineal Simple

En estos modelos se expresa una variable, llamada dependiente, como función lineal de una o más variables, llamadas explicativas. En modelos de este tipo se supone que, si existen relaciones causales entre las variables dependientes y las explicativas, éstas van en una sola dirección: de las variables explicativas a la variable dependiente. El pronóstico de series de tiempo involucra examinar la tendencia de los datos a través de una serie de observaciones en el tiempo. Sin embargo, algunas veces, las variaciones recurrentes en ciertas estaciones del año ejercen, de forma necesaria un ajuste estacional en el pronóstico de la línea de tendencia. A partir de las series de tiempo se estima un modelo apropiado (lineal, log-lineal) el cual sirve para el pronóstico de la demanda del futuro (Gujarati & Porter, 2010).

- Proceso autorregresivo integrado de promedios móviles (ARIMA)

Según los autores (Gujarati & Porter, 2010), los modelos de series de tiempo analizados se basan en el supuesto de que las series de tiempo consideradas son (débilmente) estacionarias. En pocas palabras, la media y la varianza de una serie de tiempo débilmente estacionaria son constantes y su covarianza es invariante en el tiempo. Pero es conocido que muchas series de tiempo económicas son no estacionarias, es decir, son integradas. Si una serie de tiempo es integrada de orden [es decir, si es $I(1)$], sus primeras diferencias son $I(0)$, es decir, estacionarias. En forma similar, si una serie de tiempo es $I(2)$, sus segundas diferencias son $I(0)$. En general, si una serie de tiempo es $I(d)$, después de diferenciarla d veces se obtiene una serie $I(0)$.

Por consiguiente, si se debe diferenciar una serie de tiempo “ d ” veces para hacerla estacionaria y luego aplicarle el modelo $ARMA(p,q)$, se dice que la serie de tiempo original es $ARIMA(p, d, q)$, es decir, es una serie de tiempo autorregresiva integrada de promedios móviles, donde “ p ” denota el número de términos autorregresivos, “ d ” el número de veces que la serie debe diferenciarse para hacerse estacionaria y “ q ” el número de términos de promedios móviles. Así, una serie de tiempo $ARIMA(2, 1, 2)$ tiene que diferenciarse una vez ($d = 1$) antes de que se haga estacionaria, y la serie de tiempo estacionaria (en primeras diferencias) puede modelarse como un proceso $ARMA(2, 2)$, es decir, tiene dos términos AR y dos términos MA. Desde luego, si $d = 0$ (es decir, si para empezar la serie es estacionaria), $ARIMA(p, d = 0, q) = ARMA(p, q)$. Observe que un proceso $ARIMA(p, 0, 0)$ significa un proceso estacionario $AR(p)$ puro; un $ARIMA(0, 0, q)$ significa un proceso estacionario $MA(q)$ puro. Con los valores de p , d y q se sabe de qué proceso se está haciendo el modelo.

El punto importante es que, para utilizar la metodología Box-Jenkins, es necesario tener una serie de tiempo estacionaria o una serie de tiempo que sea estacionaria después de una o más diferenciaciones. La razón para suponer estacionariedad se explica de la siguiente manera:

El objetivo de **BJ [Box-Jenkins]** es identificar y estimar un modelo estadístico que se interprete como generador de los datos muestrales. Entonces, si se va a pronosticar con este modelo estimado, debe suponerse que sus características son constantes a través del tiempo y, en particular, en periodos futuros. Así, la sencilla razón para requerir datos estacionarios es que todo modelo que se infiera a partir de estos datos pueda interpretarse como estacionario o estable en sí mismo, y proporcione, por consiguiente, una base válida para pronosticar.

- Metodología Box Jenkins

Para identificar si se sigue un proceso AR puro, o en el caso de MA puro, proceso ARMA o un proceso ARIMA. La metodología BJ es útil para esta identificación

Paso 1. **Identificación.** Es decir, encontrar los valores apropiados de p , d y q . En seguida se observa la forma como el correlograma y el correlograma parcial ayudan en esta labor.

Paso 2. **Estimación.** Tras identificar los valores apropiados de p y q , la siguiente etapa es estimar los parámetros de los términos autorregresivos y de promedios móviles incluidos en el modelo. Algunas veces, este cálculo se efectúa mediante mínimos cuadrados simples, pero otras hay que recurrir a métodos de estimación no lineal (en parámetros). Como esta labor se lleva a cabo ahora a través de rutinas en diversos paquetes estadísticos, en la práctica no es preciso preocuparse por los desarrollos matemáticos de la estimación; el estudiante interesado en el tema puede consultar las referencias.

Paso 3. **Examen de diagnóstico.** Después de seleccionar un modelo ARIMA particular y de estimar sus parámetros, se debe tratar de ver si el modelo seleccionado se ajusta a los datos en forma razonablemente buena, pues es posible que exista otro modelo ARIMA que también lo haga. Es por esto por lo que el diseño de modelos ARIMA de Box-Jenkins es un arte más que una ciencia; se requiere gran habilidad para seleccionar el modelo ARIMA correcto. Una simple prueba del modelo seleccionado es ver si los residuales estimados a partir de este modelo son de ruido blanco; si lo son, aceptamos el ajuste particular; si no lo son, debemos empezar de nuevo. Por tanto, la metodología BJ es un proceso iterativo.

Paso 4. **Pronóstico.** Una razón de la popularidad del proceso de construcción de modelos ARIMA es su éxito en el pronóstico. En muchos casos, los pronósticos obtenidos por este método son más confiables que los obtenidos de modelos econométricos tradicionales, en particular en el caso de pronósticos de corto plazo. Por supuesto, cada caso debe verificarse.

5.3 Marco conceptual

Agroquímicos: sustancia química que es usada con el objetivo de optimizar el rendimiento de una explotación agrícola. Estos tienen la finalidad mantener y conservar los cultivos.

Fungicidas: hacen parte de los derivados de agroquímicos; su función principal de basa en la prevención, eliminación e inhibición de algún tipo de esporas y hongos que son negativos para la producción agrícola.

Pesticidas: cualquier mezcla o sustancia que previene, destruye o mitiga algún tipo de plaga.

Externalidades: efectos externos que sufren una o varias personas por acciones u omisiones de otras.

Pronóstico: es la predicción de lo que sucederá con un elemento determinado dentro del marco de un conjunto dado de condiciones su objetivo consiste en reducir el rango de incertidumbre dentro del cual se toman las decisiones que afectan el futuro del negocio y con él a todas las partes involucradas.

5.4 Marco legal

Para enfatizar en la importancia que ha adquirido el tema del uso de productos químicos en el sector agrícola es imperativo conocer las regulaciones que tienen en Colombia, a su vez cuales son las entidades encargadas de garantizar y velar el cumplimiento de estas.

- Normatividad uso de plaguicidas y derivados ley 822 del 2003

Artículo 1 Establece los parámetros y requisitos para el registro, ventas y control de agroquímicos genéricos con la finalidad de minimizar el impacto en la población humana.

Artículo 2 Dictamina la autoridad competente como Ministerio de Agricultura a través del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) como la responsable de y asegurar la implementación de los procedimientos para los productos agroquímicos de acuerdo con lo establecido por la Ley.

Artículo 3. Definiciones de productos de derivación agroquímica para los cuales se interpreta y aplica la ley.

Artículo 4. Estudia de los componentes toxicológicos que contienen los productos de uso agrícola para aquellos que lo requieran.

Artículo 5. De la evaluación ambiental. Se estipulan y evalúan los ingredientes activos que velan por las garantías del medio ambiente según lo dispuesto en la Ley 99 de 1993

Artículo 6. Del registro. Establece las pautas para las que el ICA puede otorgar el registro nacional.

6. Diseño Metodológico

6.1 Tipo de estudio:

Este es un estudio descriptivo con un enfoque cuantitativo, en el cual se realizó un pronóstico basado en los datos recolectados por esta empresa de agroquímicos.

6.2 Método

La metodología planteada se basa principalmente en los métodos de pronósticos: modelo de regresión simple y modelo box-jenkins

La explicación del uso de estos dos métodos en el presente trabajo básicamente es debido a que, “en esta clase de modelos suponemos no saber nada sobre la causalidad que afecta la variable que estamos tratando de pronosticar. En lugar de ello, examinamos el comportamiento pasado de una serie de tiempo a fin de inferir algo acerca de su comportamiento futuro. Cada método para producir un pronóstico puede implicar el uso de un modelo determinista con una extrapolación lineal o el uso de un modelo estocástico complejo para pronostico adaptable” (Pindyck & Rubinfeld, 2000,p.9).

6.3 Fuentes y técnicas de recolección de información.

Los datos utilizados fueron proporcionados por la empresa “XYZ” de su software de ventas donde se registran la información de periodicidad diaria, las ventas, la cantidad, la línea de producto y el valor total. Se tomo las ventas como variable dependiente debido a que representaba de manera más cómoda para el análisis, los ingresos de la empresa en un periodo de

tiempo. Las otras variables que presentaba esta base de datos no se tuvieron en cuenta debido a que no se tenía un precio individual por cada insumo y en cuanto a las cantidades, esta no detallaba exactamente la cantidad de cada producto particular, sino una cantidad general de todos los productos.

La base de datos contaba originalmente con aproximadamente 40 mil observaciones con periodicidad diaria y para una amplia variedad de productos de la empresa. Se tomó la decisión de organizar los datos de forma mensual (agosto 2014 a junio del 2019) con el fin de eludir la variabilidad de los días hábiles y festivos en los distintos meses, lo que dificultaba la identificación de los movimientos estacionales y la tendencia en el periodo analizado, de esta depuración quedaron 65 observaciones mensuales.

Se selecciono la línea de plaguicidas (herbicida, fungicida, insecticida) debido a que esta representa la parte más importante de las ventas de la empresa y de las cuales se hace más necesario construir pronósticos.

La información resultante se procesó por medio del software Eviews® especializado para pronósticos y series de tiempo, que permitió visualizar el comportamiento de las ventas de los productos en un periodo a corto plazo, en donde también fue posible verificar los modelos que representaron una mayor bondad de ajuste.

7. Resultados

7.1 Diagnóstico del comportamiento de las ventas

- Insecticidas

El diagrama de caja para insecticidas *Gráfico 1* muestra alta variabilidad en la dispersión de los datos, esto se observa a simple vista por las amplitudes de sus gráficos, por sus distribuciones asimétricas y se puede inferir el sesgo de algunos datos a lo largo de los meses. Los datos que se sostienen por encima de la media son aquellos en los que las ventas se incrementan esto se explica porque en estos casos la media está por debajo del tercer cuartil, implícitamente nos está indicando que las ventas en estos meses del año son muy significativas para la empresa.

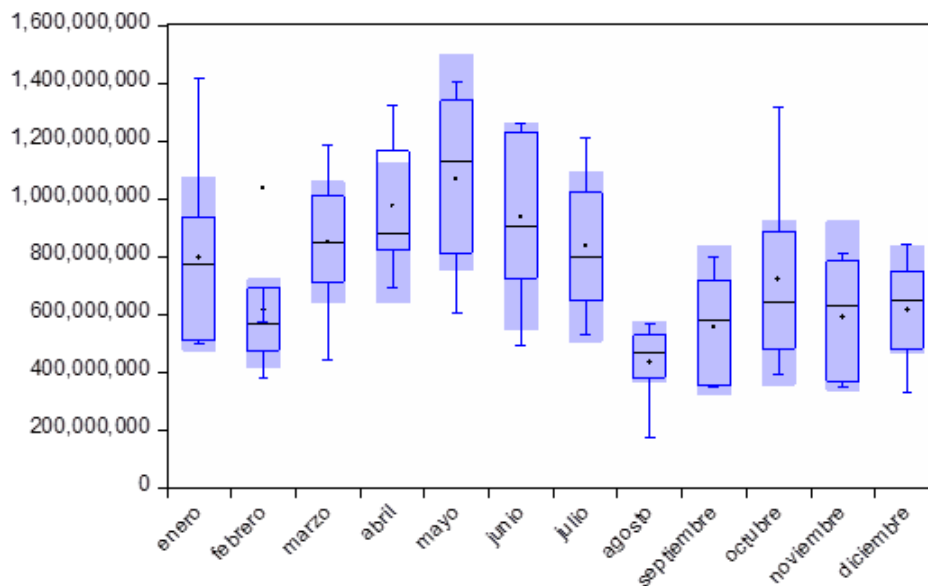
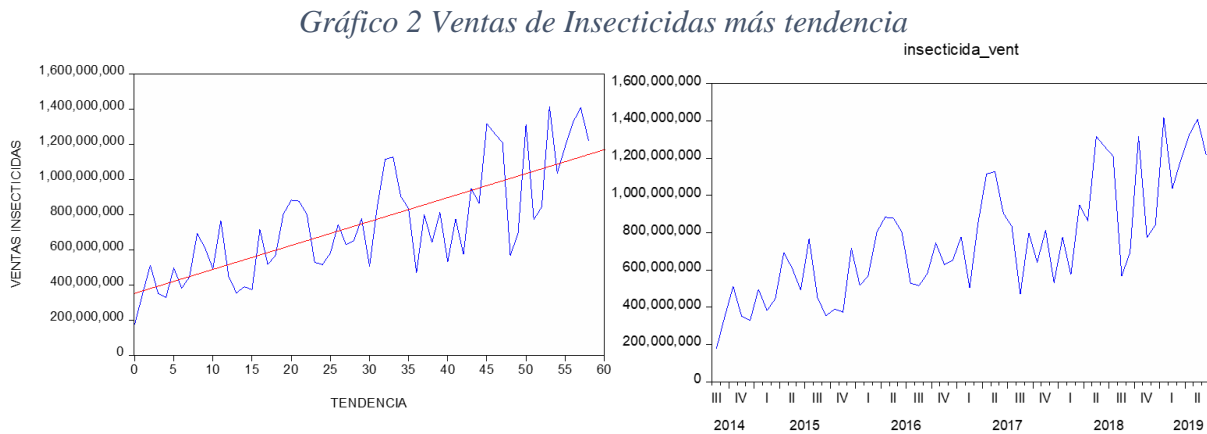


Gráfico 1. Diagrama de caja para las ventas de Insecticidas

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el *Gráfico 2* presenta una clara tendencia en las ventas de insecticidas, en la que se deduce que su comportamiento fue aleatorio hasta mediados del año 2018 y a partir de esto presenta mayor variabilidad a corto plazo es decir a finales del mismo año. Y en el año 2019 se podría inferir que tiene comportamientos similares a años previos.



Fuente: Elaboración propia

- Herbicidas

La misma situación de estacionalidad se evidencia para los herbicidas *Gráfico 3* sin embargo, se observa una distribución con sesgo negativo para el mes de mayo en donde la mediana se encuentra casi en el tercer cuartil, en el cual se puede inferir, que en este mes se inicia el aumento de las ventas, lo que explicaría la razón de su distribución. A su vez, en el mes de septiembre se observa un dato atípico para el año 2016 que es superior al tercer cuartil lo que se explica a una venta específica realizada en esa fecha a causa de un pedido particular que realizaron a la empresa.

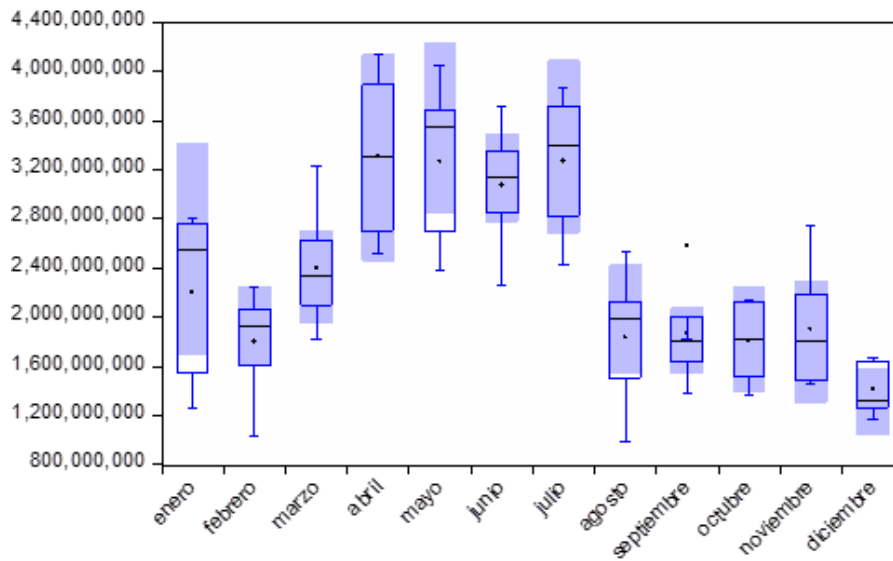
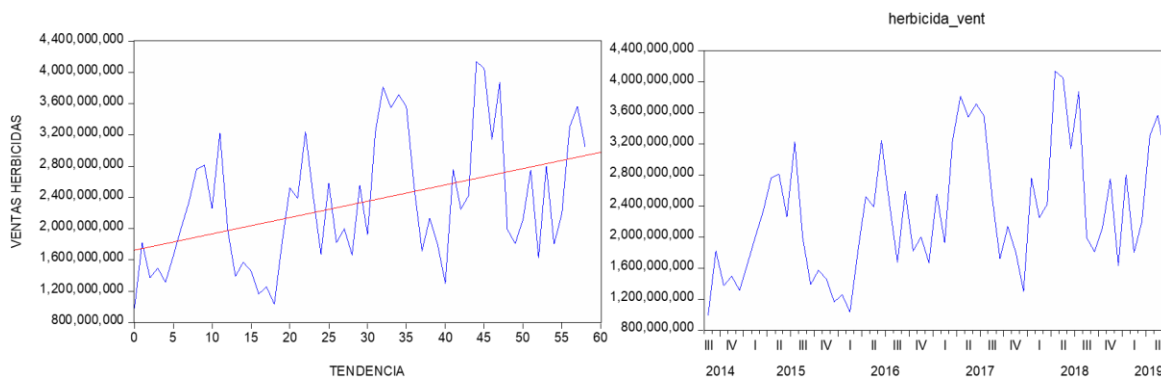


Gráfico 3. Diagrama de caja para las ventas de Herbicidas

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el Gráfico 4, muestra el comportamiento de las ventas de los herbicidas, el cual tiene estacionalidad y en el que el repunte en las ventas se da en meses que se encuentran tanto en el segundo y en el tercer trimestre de los respectivos años. Se podría inferir que estas ventas se incrementan en temporadas consideradas “secas o verano” ya que no es conveniente el uso de herbicidas en temporadas de lluvia y además su tiempo de aplicación también se encuentra restringido a condiciones climáticas.

Gráfico 4 Ventas de Herbicidas más tendencia

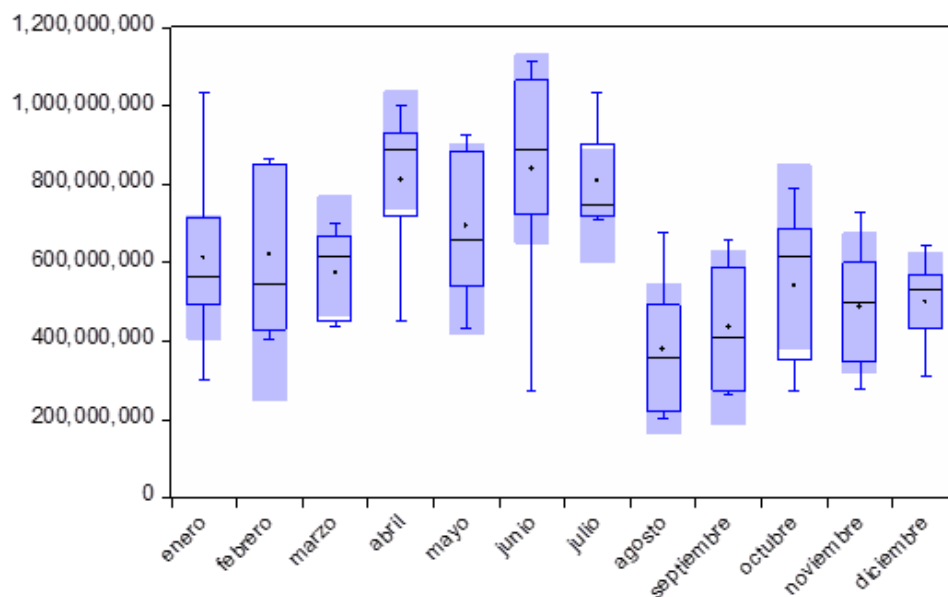


Fuente: Elaboración propia

- Fungicidas

Para los fungicidas *Gráfico 5* se observan comportamientos más fluctuantes en el transcurso del tiempo sin embargo persiste la temporada de mayores ventas. Al igual que en los gráficos anteriores es sencillo percibir la mayoría de los datos se encuentran por encima de la mediana y que esta está ubicada próximo al cuartil 1, es decir que también cuenta con una distribución positiva. En general en las tres graficas se evidencian comportamientos de característica positiva en los meses de incremento de ventas a diferencia de los demás meses en donde a pesar de ser valores menores y tener datos menos dispersos la distribución de estos en positivamente conveniente.

Gráfico 5. Diagrama de caja para las ventas de Fungicidas

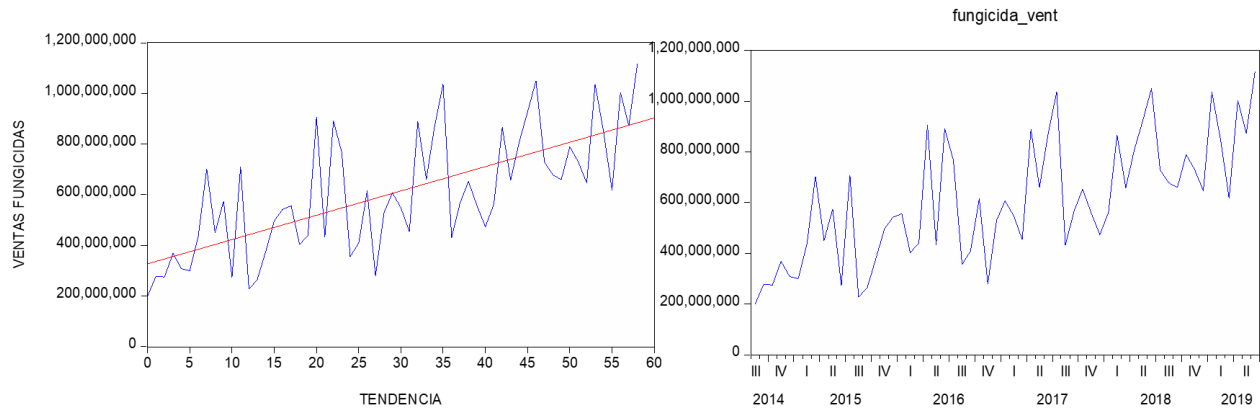


Fuente: Elaboración propia

En el *Gráfico 6*, también se evidencian las ventas de fungicidas según los 4 trimestres de cada año desde el 2014 al 2019, en el que presenta mayores variaciones en el segundo y tercer

trimestre de cada año, lo que da indicios de estacionalidad. La tendencia de estas ventas ha sido creciente en el transcurso de estos años.

Gráfico 6 Ventas de Fungicidas más tendencia



Fuente: Elaboración propia.

7.2. Identificación de técnicas para generar pronósticos

7.2.1 Metodología Box- Jenkins

Esta metodología se realiza de la siguiente forma expresada en la *Figura 1*.

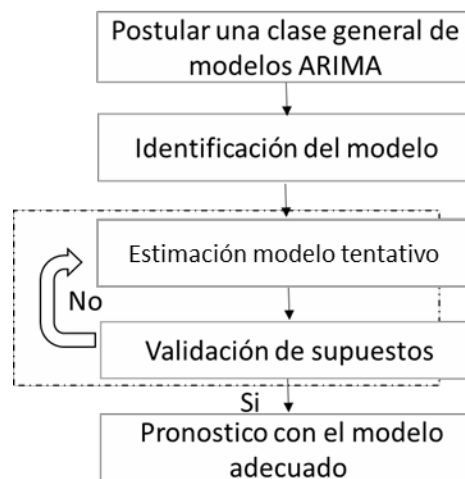


Figura 1. Diagrama de flujo de la construcción modelo Box Jenkins

Fuente: Tomado de “Métodos de Pronósticos” Makridakis Spiros & Wheelwright Steven, Ed. Limusa México (2000)

A continuación, se examinará el modelo más adecuado resultante de la validación de supuestos, para cada una de las series de plaguicidas.

- Fungicidas

La regresión de fungicidas (*ver Anexo A*) demuestra mejores niveles de significancia como modelo ARMA en orden de integración (I), fue el modelo que represento menor valor de Akaike, Schwartz y Hannan-Quinn con un porcentaje de valores explicados del 24%, siendo este valor el más alto entre los modelos propuestos para efectuar el pronóstico. El *Gráfico 7* muestra un comportamiento estacionario que se obtuvo como consecuencia de diferenciar la serie estacionalmente con la finalidad de implementar la metodología Box-Jenkins adecuadamente.

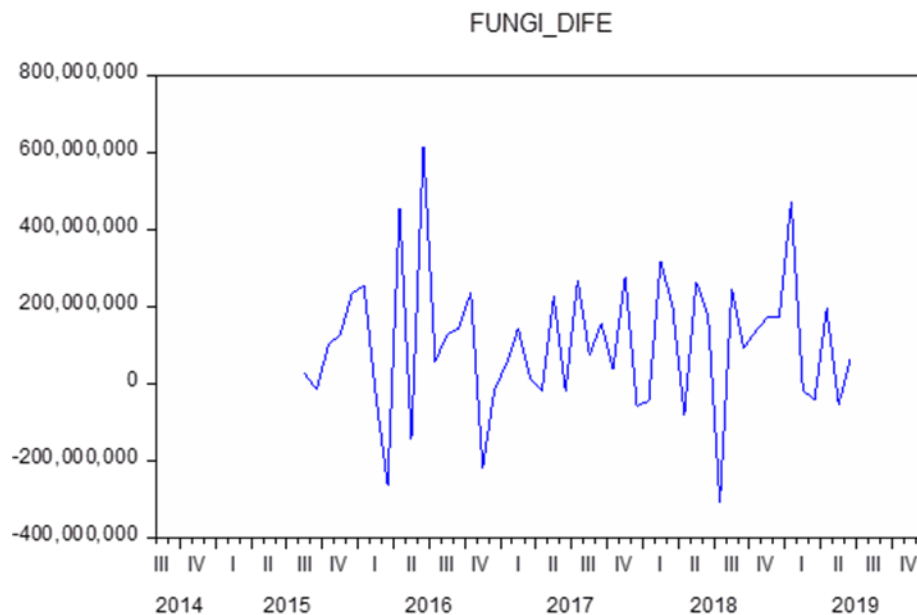


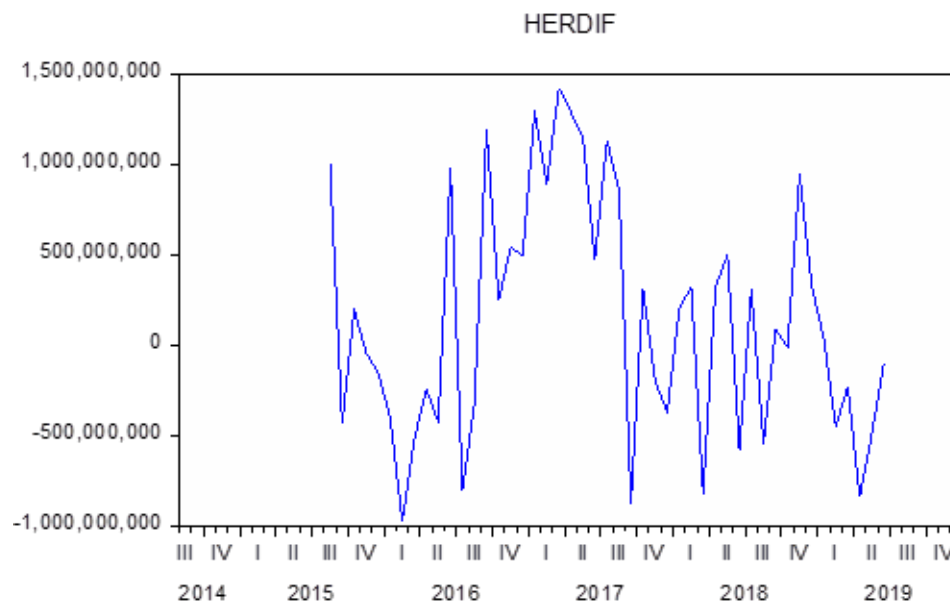
Gráfico 7. Ventas de fungicidas con base en regresión, metodología Box-Jenkins

Fuente: Elaboración propia.

- Herbicidas

Para el caso de herbicidas (ver *Anexo B*) se concluyó que no es estadísticamente significativo el primer parámetro del modelo AR con componente estacional, su orden de integración (I), además sus criterios de selección determinaron que era el mejor modelo para la realización del pronóstico y sus residuales demostraron tener bajos índices de autocorrelación. No obstante, al deberse diferenciar la serie se evidenció un comportamiento en el *Gráfico 8* en comparación con el que se mostró inicialmente.

Gráfico 8 Ventas de Herbicidas con base en regresión, metodología Box-Jenkins



Fuente elaboración propia

- Insecticidas

En el caso de insecticidas (ver *Anexo C*) todos sus parámetros son significativos. Como modelo AR con orden de integración (I) y componente estacional, el grado de ajuste del modelo fue del 27% siendo este el mayor entre los modelos que se postularon para realizar el pronóstico. El *Gráfico 9* muestra patrones estacionarios diferenciados estacionalmente y presenta mayor variabilidad entre finales del año 2018 y comienzos del 2019.

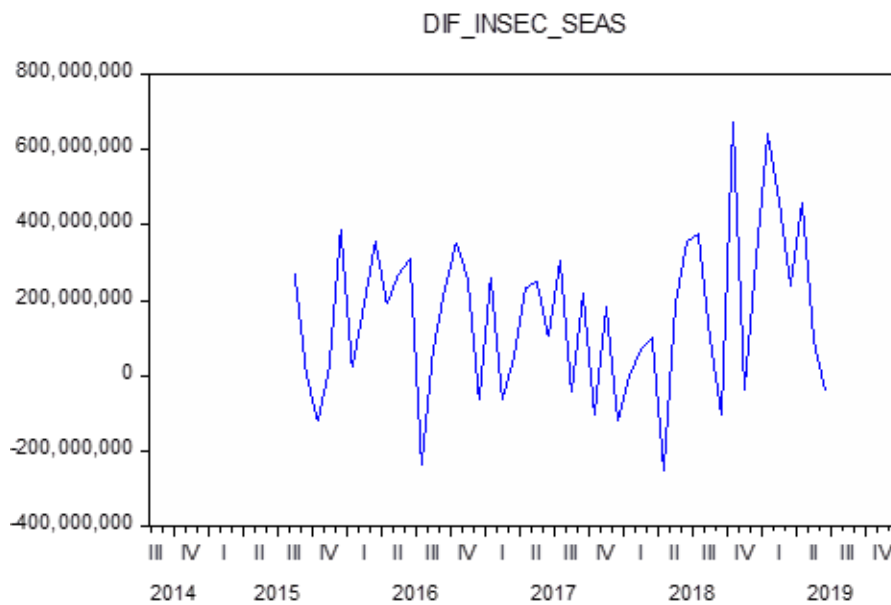


Gráfico 9. Ventas de Insecticidas con base en regresión, metodología Box-Jenkins

Fuente: Elaboración Propia

7.2.2 Metodología Regresión lineal simple

A partir de los datos obtenidos en la regresión (ver *Anexo D*), se puede observar que la tendencia tiene un impacto positivo y significativo en las ventas, siendo abril, junio, julio, agosto los meses más representativos y significativos al 5%. Según el R^2 de esta regresión, el modelo explico el 75.1% de las variaciones de las ventas.

Por otra parte, para los herbicidas es evidente (ver *Anexo E*), que la tendencia tiene un efecto positivo y significativo en las ventas de los herbicidas, lo que representa que por cada punto unitario que crezca la tendencia, las ventas aumentarían en 16.215.181 millones. Cabe mencionar de igual manera la significancia al 5%, para los meses de abril, mayo, junio, julio y diciembre. Según el R^2 de esta regresión, el modelo explicó el 76.5% de las variaciones de las ventas.

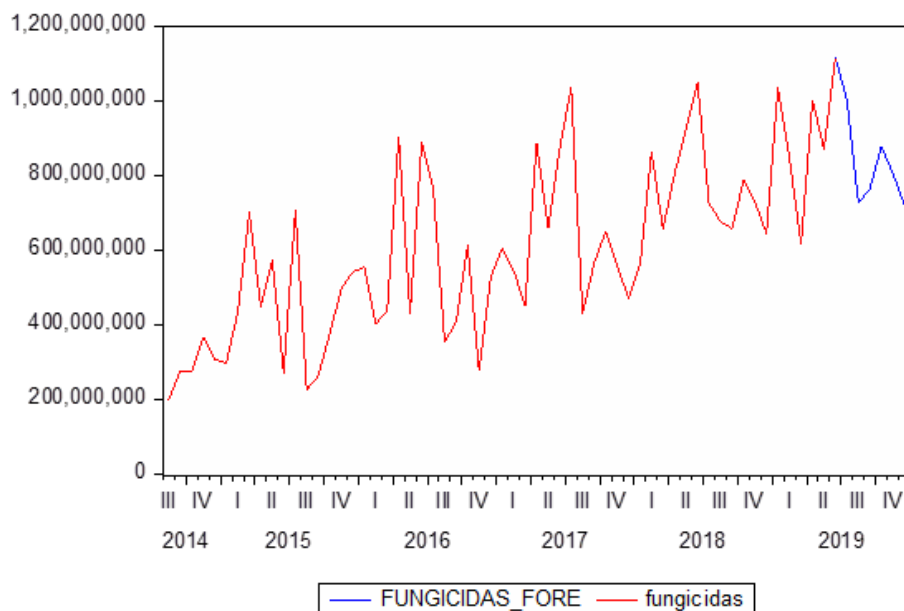
Para la regresión de las ventas de los insecticidas (ver *Anexo F*) se puede observar que los meses significativos al 5% fueron febrero, mayo, agosto, septiembre, noviembre y presenta una tendencia positiva y significativa en las ventas de los insecticidas. Según el R^2 de esta regresión, el modelo explicó el 81.8% de las variaciones de las ventas, lo cual representa un buen ajuste.

7.3 Pronostico ventas de plaguicidas segundo semestre año 2019

7.2.1 Pronostico metodología Box Jenkins

De acuerdo con el *Gráfico 10* se puede inferir que el comportamiento de las ventas en los meses pronosticados tiene una tendencia similar a los periodos anteriores con caídas significativas en el tercer trimestre con una confiabilidad en los valores pronosticados de un 95%.

Gráfico 10. Pronostico Fungicidas metodología Box-Jenkins para el



segundo semestre del 2019

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 1 muestra los valores pronosticados para cada mes y los límites del nivel de confianza en los que se debe ubicar tal valor pronosticado para fungicidas

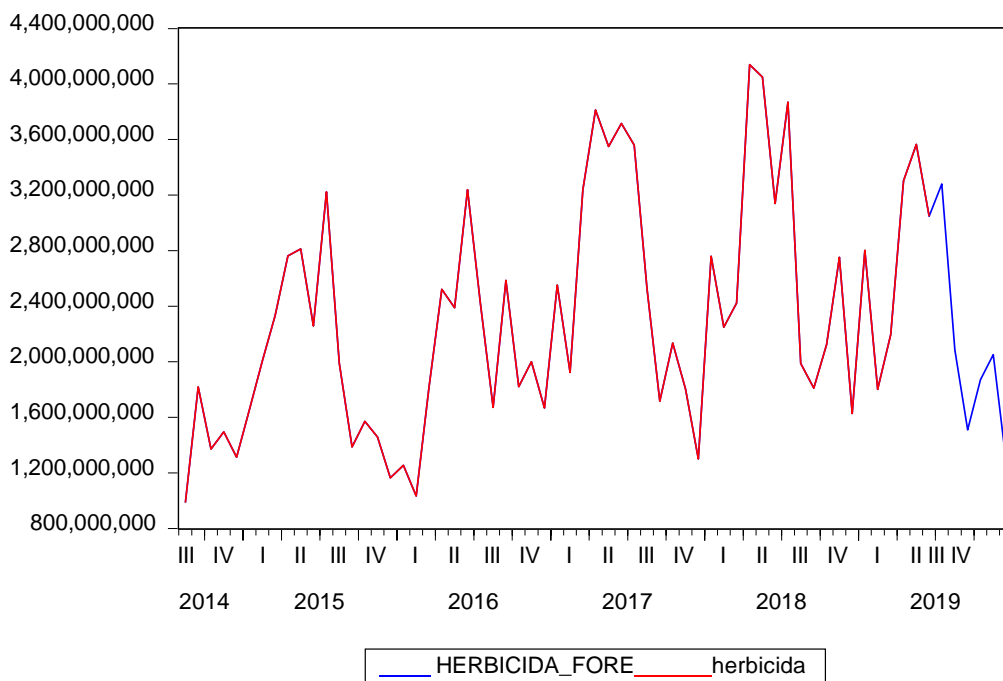
Tabla 1. Intervalo de confianza del 95% Fungicidas Box-Jenkins

MES	PRONOSTICO	SE	ARIMA	
			LIM INFERIOR	LIM SUPERIOR
Julio	1.004.310.208	173831217,4	656.647.773	1.351.972.642
Agosto	726.861.863	176533365,7	373.795.132	1.079.928.595
Sept.	767.165.258	173994876,7	419.175.504	1.115.155.011
Oct.	879.919.653	174321492,9	531.276.668	1.228.562.639
Nov.	807.518.123	174825434,7	457.867.254	1.157.168.992
Dic.	723.372.556	174846452,5	373.679.651	1.073.065.461

Fuente: Elaboración Propia

Se puede observar en el *Gráfico 11*, según el pronóstico arrojado por esta metodología, que el comportamiento en el tercer trimestre tiene una caída considerable y trata en el cuarto trimestre de tener un repunte, pero sin embargo aparentemente las ventas continuaran siendo bajas e incluso con una tendencia muy negativa.

Gráfico 11. Pronostico Herbicidas metodología Box- Jenkins para el segundo



semestre del 2019

Fuente: Elaboración Propia

La *Tabla 2* muestra los valores pronosticados para cada mes y los límites del nivel de confianza en los que se debe ubicar tal valor pronosticado para los herbicidas, este nivel de confianza arrojado es del 95%

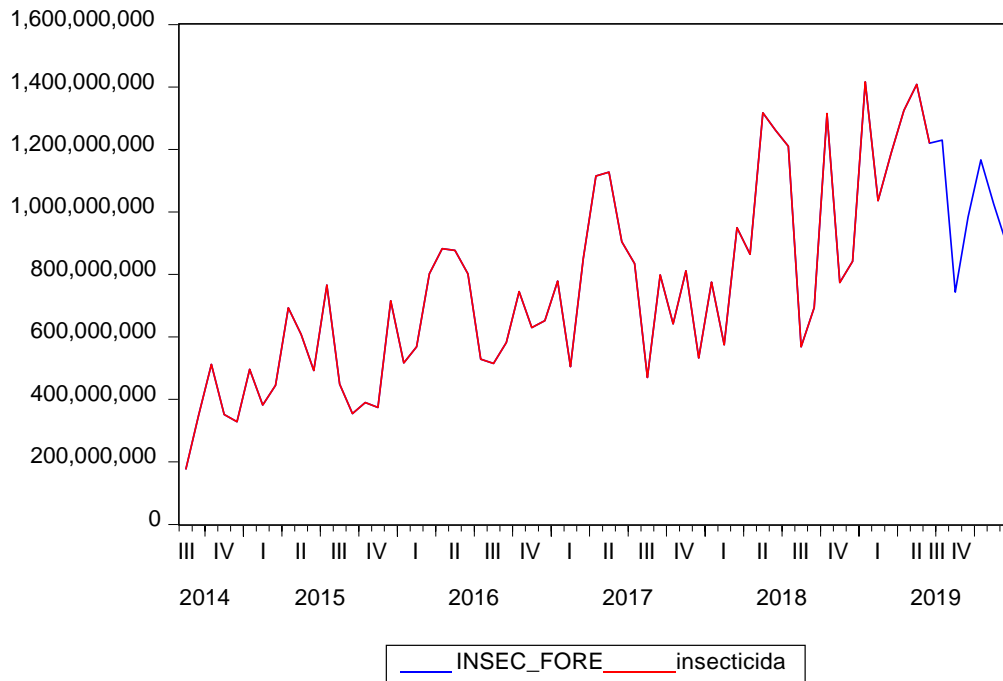
Tabla 2. Intervalo de confianza del 95% Herbicidas Box-Jenkins

MES	PRONOSTICO	SE	ARIMA	
			LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
Julio	3.280.437.593,88	526188228,6	2.228.061.136,75	4.332.814.051,02
Agosto	2.084.627.748,51	549223989	986.179.770,60	3.183.075.726,41
Sept.	1.508.659.520,59	542515603,1	423.628.314,32	2.593.690.726,85
Oct.	1.869.623.828,51	600416363	668.791.102,51	3.070.456.554,50
Nov.	2.051.698.244,99	628798153,3	794.101.938,41	3.309.294.551,57
Dic.	1.283.186.941,72	618144050,2	46.898.841,41	2.519.475.042,03

Fuente: Elaboración Propia

Al comparar los dos gráficos anteriores y este ultimo arrojado por la metodología Box-Jenkins se puede evidenciar de igual manera que el comportamiento de las ventas tanto en el tercer y cuarto trimestre son similares respecto a los años anteriores, lo que refleja claramente la estacionalidad que las ventas de los plaguicidas. Es así como en el *Gráfico 12*, también muestra el mismo patrón reflejado en los anteriores gráficos, una caída importante con respecto al segundo y el tercer trimestre, donde las ventas alcanzarían un mínimo de aproximadamente \$750.000.000 millones de pesos para el caso de los insecticidas para el mes de agosto del año 2019.

Gráfico 12. Pronostico Insecticidas metodología Box-Jenkins para el segundo semestre del



2019

Fuente: Elaboración Propia

De igual manera la *Tabla 3* muestra los valores pronosticados para cada mes del segundo semestre del 2019 y el límite inferior y superior del nivel de confianza del 95% en el que se debe encontrar este valor pronosticado de las ventas de insecticidas.

Tabla 3. Intervalo de confianza del 95% Insecticidas Box-Jenkins

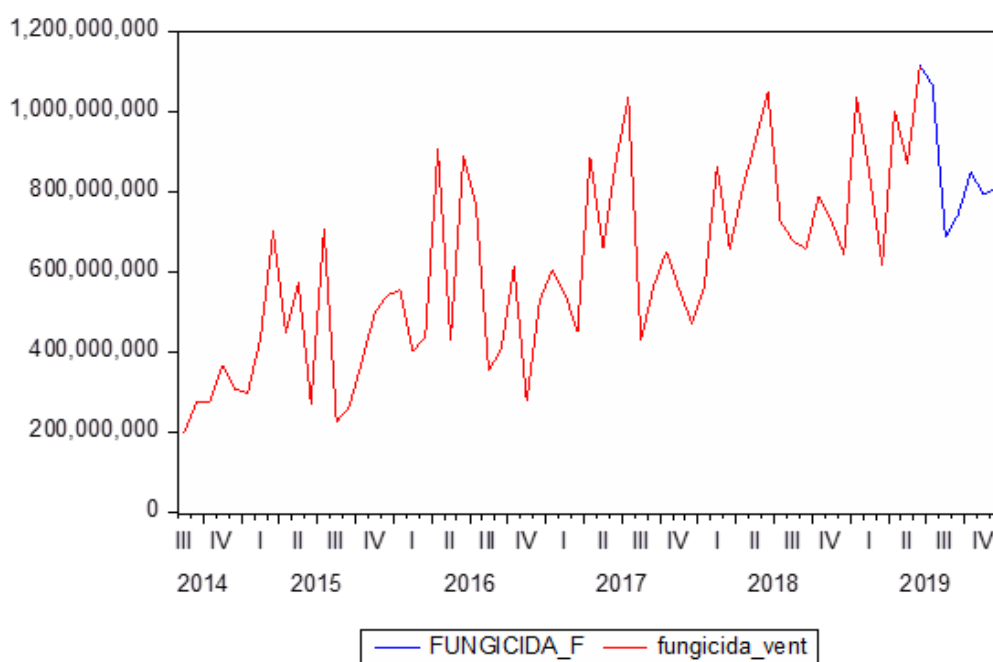
MES	PRONOSTICO	ARIMA		
		S. E	LIM.INFERIOR	LIM. SUPERIOR
Julio	1.229.529.867,06	191107068,5	847.315.730,04	1.611.744.004,09
Agosto	743.492.333,35	184755047,4	373.982.238,51	1.113.002.428,19
Sept.	983.073.193,96	188136390,7	606.800.412,64	1.359.345.975,27
Oct.	1.166.969.827,24	210663522,1	745.642.782,98	1.588.296.871,51
Nov.	1.025.731.647,52	186280835,9	653.169.975,81	1.398.293.319,24
Dic.	898.429.510,46	188492035	521.445.440,41	1.275.413.580,51

Fuente: Elaboración propia

7.2.2 Pronostico Modelo Regresión Simple Lineal

En el Gráfico 13, se puede evidenciar una caída importante en las ventas de los fungicidas en el mes de agosto con respecto al mes de julio según el valor pronosticado, paso de \$ 1.067.168.923 mil millones de pesos a disminuir a una cantidad de \$ 687.598.209 millones de pesos, una disminución en las ventas del 36%., teniendo una mínima alza en el mes de octubre para volver a la baja en los siguientes meses.

Gráfico 13. Pronostico de ventas de fungicidas julio 2019 a diciembre 2019



Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 4 muestra los valores pronosticados para cada mes y los límites de nivel de confianza en los que se debe ubicar tal valor pronosticado para fungicidas.

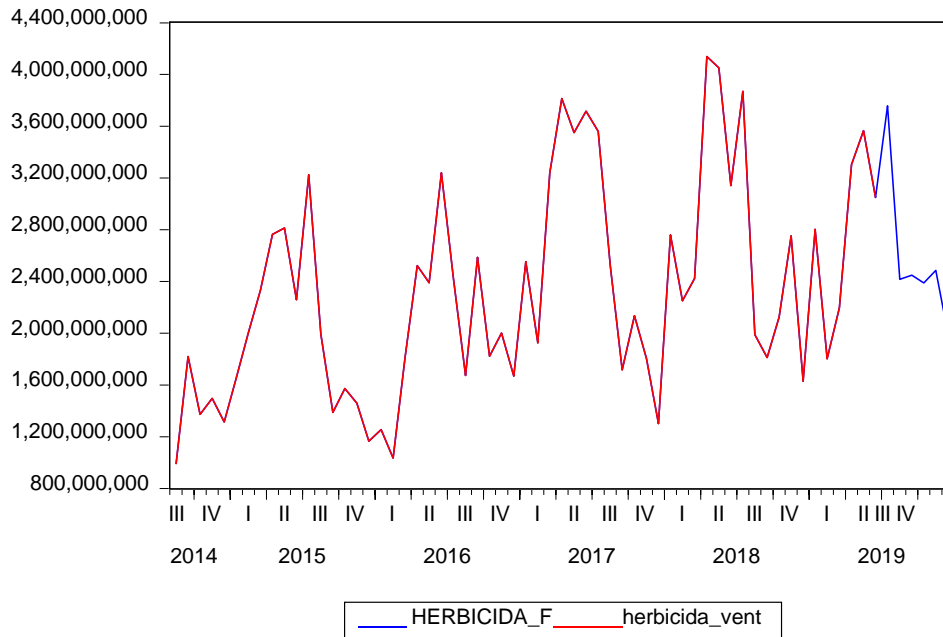
Tabla 4. Intervalo de confianza del 95% para Fungicidas

MES	PRONOSTICO	REGRESIÓN LINEAL SIMPLE		
		SE	LIM INFERIOR	LIM SUPERIOR
Julio	1.067.168.922,89	152277314,94	762.614.293,01	1.371.723.552,76
Agosto	687.598.209,35	150746850,82	386.104.507,71	989.091.910,98
Sept.	744.576.132,24	150746850,82	443.082.430,61	1.046.069.833,88
Oct.	850.508.375,54	150746850,82	549.014.673,90	1.152.002.077,17
Nov.	795.216.806,22	150746850,82	493.723.104,58	1.096.710.507,85
Dic.	808.730.486,69	150746850,82	507.236.785,05	1.110.224.188,32

Fuente: Elaboración Propia

En el *Gráfico 14* se puede observar los valores pronosticados para las ventas de herbicidas en el segundo semestre del año 2019, en el que comparando con el grafico anterior, son mayores las ventas de este plaguicida, la razón de esto se debe a una mayor demanda de herbicidas por parte de los clientes de la empresa. Sin embargo, es característico el comportamiento de este pronóstico en los últimos meses del año donde la disminución más importante en las ventas se da en diciembre con una caída del casi 47% con respecto a julio, mes en que las ventas tienen un comportamiento creciente.

Gráfico 14. Pronóstico de ventas de Herbicidas julio 2019 a diciembre 2019



Fuente: Elaboración Propia

La Tabla 5 muestra los valores pronosticados para cada mes y los límites del nivel de confianza del 95% en los que se debe ubicar tal valor pronosticado para las ventas de los herbicidas.

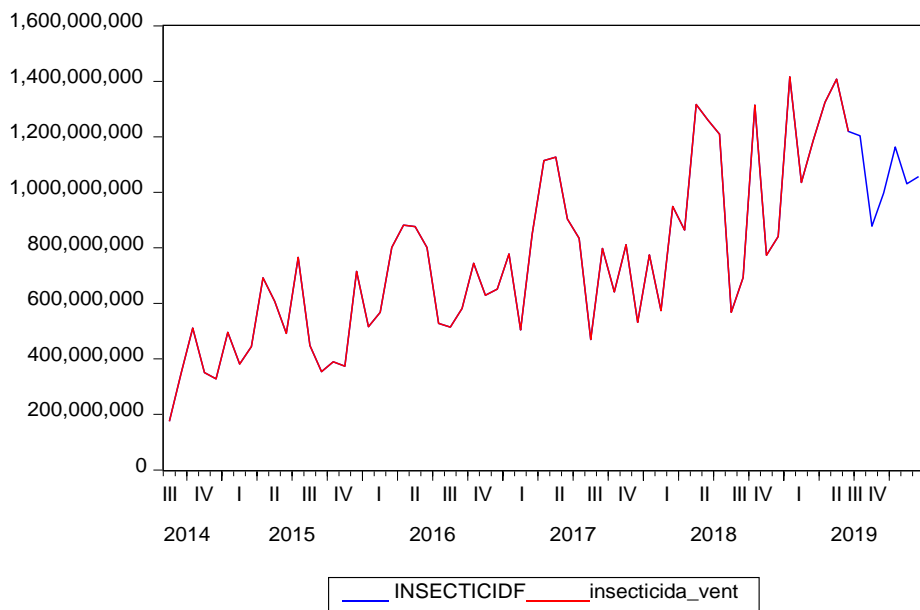
Tabla 5. Intervalo de confianza del 95% para Herbicidas

MES	PRONOSTICO	REGRESION LINEAL SIMPLE		
		SE	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
Julio	3.756.107.011,26	512777352,41	2.730.552.306,44	4.781.661.716,08
Agosto	2.416.474.810,04	507623680,38	1.401.227.449,28	3.431.722.170,80
Sept.	2.447.285.483,57	507623680,38	432.038.122,81	3.462.532.844,33
Oct.	2.387.749.663,21	507623680,38	1.372.502.302,45	3.402.997.023,97
Nov.	2.485.364.378,71	507623680,38	1.470.117.017,95	3.500.611.739,47
Dic.	1.998.054.944,45	507623680,38	982.807.583,70	3.013.302.305,21

Fuente: Elaboración Propia

El *Gráfico 15* muestra el comportamiento pronosticado para las ventas de julio a diciembre del 2019, con una disminución en las ventas un poco menos dramáticas comparados con los dos gráficos anteriores y mostrando una reducción del 27% en las ventas entre los meses de Julio a Agosto, sin embargo hay una recuperación en el mes de septiembre y octubre del 17%.

Gráfico 15. Pronóstico de ventas de Insecticidas julio 2019 a diciembre 2019



Fuente: *Elaboración Propia*

La *Tabla 6*. presenta los valores pronosticados para cada mes del segundo semestre del 2019 y el límite inferior y superior del nivel de confianza del 95% en el que se debe encontrar este valor pronosticado de las ventas de insecticidas.

Tabla 6. Intervalo de confianza del 95% para Insecticidas

MES	REGRESION LINEAL SIMPLE			
	PRONOSTICO	SE	LIM. INFERIOR	LIM. SUPERIOR
Julio	1.204.258.156,16	168606081,4	867.045.993,36	1.541.470.318,95
Agosto	878.802.424,02	166911504,9	544.979.414,20	1.212.625.433,83
Sept.	998.677.593,22	166911504,9	664.854.583,40	1.332.500.603,04
Oct.	1.163.780.129,80	166911504,9	829.957.119,99	1.497.603.139,62
Nov.	1.031.470.442,78	166911504,9	697.647.432,96	1.365.293.452,60
Dic.	1.057.269.623,99	166911504,9	723.446.614,17	1.391.092.633,81

Fuente: Elaboración Propia

Esta Tabla 7 muestra un consolidado de los valores pronosticados para los meses de julio a diciembre del 2019 mediante las metodologías planteadas, en el que se obtuvo estimaciones muy coherentes respecto a los datos históricos obtenidos de esta empresa.

Tabla 7. Comparación valores pronosticados (en miles de millones) ARIMA y Regresión simple

MES	HERBICIDAS		INSECTICIDAS		FUNGICIDAS	
	ARIMA	RS	ARIMA	RS	ARIMA	RS
JUL	3.280.437.594	3.756.107.011	1.229.529.867	1.204.258.156	1.004.310.208	1.067.168.923
AGOS	2.084.627.749	2.416.474.810	743.492.333	878.802.424	726.861.863	687.598.209
SEPT	1.508.659.521	2.447.285.484	983.073.194	998.677.593	767.165.258	744.576.132
OCT	1.869.623.829	2.387.749.663	1.166.969.827	1.163.780.130	879.919.653	850.508.376
NOV	2.051.698.245	2.485.364.379	1.025.731.648	1.031.470.443	807.518.123	795.216.806
DIC	1.283.186.942	1.998.054.944	898.429.510	1.057.269.624	723.372.556	808.730.487

Fuente: Elaboración Propia

8. Discusión

Es importante mencionar que al realizar el análisis de las ventas para los plaguicidas se pudo dilucidar la característica estacional que presentan las series de tiempo pues las gráficas muestran el crecimiento de las ventas durante los primeros semestres de los años. Según estudios del sector, este comportamiento se debe a que estos son los climas adecuados para el uso de estos insumos químicos puesto que son los meses en los que comienza la temporada de lo que se denomina verano en Colombia, la ausencia de lluvias evita que se diluya el producto aplicado en los cultivos y en consecuencia se generan las condiciones propicias para el crecimiento de malezas, insectos y plagas. Durante este tiempo de “sequia” hay mayor garantía de la efectividad de los plaguicidas. Razón por la que al realizar el pronóstico para el segundo semestre del año 2019 los valores proyectados indican bajos niveles de ventas pues son los meses en los que menos se comercian los productos.

De acuerdo con los resultados se pudo calcular el intervalo de confianza al 95% ya que este proporciona una buena medida de la precisión del pronóstico de los modelos planteados siendo posible evidenciar la variabilidad entre el valor pronosticado que se debe encontrar entre el límite inferior y el límite superior del intervalo, con lo que se puede corroborar una diferencia mayor entre el pronóstico de modelos ARIMA con respecto al modelo de regresión simple, el cual arroja un resultado menor. A partir de esto se puede inferir que el pronóstico más acertado es el de Regresión simple ya que sus valores no se distancian tanto entre los intervalos de confianza.

Esto puede deberse en gran parte a que las series de tiempo que se pronostican con la metodología Box-Jenkins, a pesar de ser una herramienta muy útil para generar pronósticos a corto plazo requiere de una gran cantidad de observaciones, asimismo para las series de

característica estacional como las utilizadas en este trabajo se requiere de datos de 6 a 10 años mínimo para la construcción del modelo ARIMA.

Por lo contrario, la regresión lineal simple no es tan restrictiva con la cantidad de observaciones y ayuda a predecir con mayor facilidad el comportamiento de una variable, incluso en estas series el coeficiente de determinación R^2 nos indica que los datos tienen un ajuste más apropiado en relación con el modelo ARIMA.

Cabe mencionar que debido a la estacionalidad que muestran las series de tiempo se puede predecir que el comportamiento de las ventas va a ser similar al de periodos anteriores, esto se puede evidenciar en los gráficos de diagnóstico y posteriormente en los de pronóstico de Regresión lineal simple.

Finalmente, determinar en sí que una metodología sea superior a otras no es algo fácil y genera controversia y discusión, ya que los modelos ARIMA o Box-Jenkins ya son parte integral de la econometría. No obstante modelos formales más sencillos pueden ser la mejor alternativa en casos como el de la predicción a corto plazo en empresas como la utilizada en este trabajo, que no cuentan con una herramienta de pronósticos y hacen estimaciones cualitativas que pueden ser muy diferentes a la realidad de la empresa y al comportamiento del mercado.

9. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el desarrollo de este trabajo se puede concluir que:

- El método de investigación cuantitativo con enfoque descriptivo permite a través de su naturaleza dar respuesta a fenómeno como en el que se funda el problema de esta investigación; por medio de sus técnicas es posible confrontar, clasificar, caracterizar e identificar los datos de determinado origen para este estudio econométrico.
- Los datos de las ventas que se obtienen de la empresa “XYZ” permiten realizar un análisis adecuado de su comportamiento mensual. Esto indica que ajustándose como series de tiempo es posible evaluar su comportamiento objetivamente sin requerir de una gran cantidad de observaciones, adicionalmente al estimarse como una serie univariante no considera las variables exógenas, razón por la que se puede calcular sus valores futuros partiendo de los datos anteriores.
- Los pronósticos estimados para cada uno de los productos de la línea de plaguicidas presentan buenos porcentajes en sus coeficientes de determinación (R^2), sin embargo, el pronóstico realizado con el modelo de regresión lineal demostró que los valores futuros se comportan de manera similar a los datos anteriores de la empresa lo que asevera la afirmación de su incremento de ventas en los primeros semestres de los años evaluados.
- La implementación de un buen pronóstico de ventas es una herramienta que garantiza la toma de buenas decisiones en cuanto a la producción y flujo de ventas, por lo tanto, debe ser realizado periódicamente para garantizar una retroalimentación efectiva del desempeño de la empresa.

10. Recomendaciones

Para futuros análisis podría evaluarse los resultados obtenidos a partir de la metodología Box-Jenkins para ello sería necesario tomar una muestra de años mucho más amplia y que realice un pronóstico con un grado de ajuste más alto. Otra alternativa para un análisis más detallado sería la muestra de cada producto de herbicidas, plaguicidas e insecticidas que distribuye la empresa a través de un análisis multivariante. Esto con la finalidad de brindar un informe sobre el impacto de cada marca de los productos en el mercado y evaluar sus proyecciones a futuro.

Cabe mencionar la importancia de la implementación de los pronósticos en las empresas, ya que estas se verían altamente beneficiadas a la hora de tomar decisiones con respecto a la incertidumbre del futuro que le depara a la compañía, además de que los anticiparía ante eventos adversos que puedan surgir a corto plazo o a largo plazo.

Referencias Bibliográficas

- Agencia de Noticias. (12 de Noviembre de 2015). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/en-20-anos-colombia-aumento-uso-de-plaguicidas-en-un-360.html>
- Agricultura Sensitiva. (14 de Septiembre de 2004). *Ingeniería Agrícola por Colombia*. Obtenido de <http://www.angelfire.com/ia2/ingenieriaagricola/sectoragropecuario.htm>
- Anzalone, A. (2007). *Herbicidas - Modos y Mecanismos de acción en las plantas* . Barquisimeto: Universidad Centrooccidental "Lisandro Alvarado" .
- Camacho A. & Mejia D. (2017). *Las consecuencias para la salud de los cultivos ilícitos de fumigación aérea: el caso de Colombia*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167629617303922>
- Capote , T., & Torres, D. (septiembre de 2004). *Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental*. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/201-395-1-SM.pdf>
- Carvalho, F., Nhan, D., Zhong, C., & Tavares, T. (1998). *Rastreo de plaguicidas en los trópicos*. Boletín del Oiea,40.
- Casafe. (2010). *Insecticidas y Acaricidas*. Buenos Aires : Croplife Latin America.
- EL ESPECTADOR. (31 de agosto de 2018). *Esto dicen 12 estudios sobre el uso del glifosato*. Obtenido de https://www.elespectador.com/noticias/salud/esto-dicen-los-12-estudios-sobre-glifosato-en-colombia-articulo-809532?fbclid=IwAR0c5La5UVJmV_cRg1VfKhl6tMK9vn-exw9g-0pgpTe3IJA7nDlczqR6cT8
- El País. (3 de junio de 2019). *Debate ppr glifosato para erradicar cultivos ilícitos ¿se debe usar el herbicida en el país?* Obtenido de <https://www.elpais.com.co/colombia/debate-por-glifosato-para-erradicar-cultivos-ilicitos-se-debe-usar-el-herbicida-en-el-pais.html>
- Espluga, J. (2001). *Percepción del riesgo y uso de pesticidas en la agricultura (o el caso de los agricultores envenenados)*. Obtenido de <file:///C:/Users/ASUS/Downloads/Dialnet-PercepcionDelRiesgoYUsoDePesticidasEnLaAgricultura-153471.pdf>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría* . México DF.: McGraw Hill .
- Hanke, J., & Wichern, D. (2010). *Pronóstico en los Negocios*. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Kaczewer, J. (12 de 20 de 2002). *Grupo Guayubira*. Obtenido de <http://www.guayubira.org.uy/2002/12/toxicologia-del-glifosato-riesgos-para-la-salud-humana/>

- Keith R. Solomon et al. (2007). *Coca and Poppy Eradication in Colombia: Environmental and Human Health Assessment of*. Obtenido de http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/adkn_49.pdf
- Minagricultura. (2018). *El agro colombiano se consolidó como el motor de la economía nacional*. Bogotá DC: Ministerio de agricultura y desarrollo rural.
- Ministerio de Ambiente. (2007). *Consolidación de inventarios de plaguicidas COP* . Bogotá DC: Sanmartín Obregón & Cía.
- Montes, S. (25 de junio de 2019). *El glifosato es un producto clave para la agricultura*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/empresas/el-glifosato-es-un-producto-clave-para-la-agricultura-mathias-kremer-2877372>
- OMS. (1992). *Consecuencias Sanitarias del Empleo de Plaguicidas en la Agricultura*. Ginebra, Suiza: OMS.
- Perez, W., & Forbes, G. (2010). *División de Manejo Integrado de Cultivos*. Lima: Centro Internacional de la Papa .
- perfetti, e. a., Belalcazar, A., Hernandez, A., & Leibovich, J. (abril de 2013). *politicas para el desarrollo de la agricultura en Colombia*. Obtenido de https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/61/LIB_2013_Pol%c3%adticas%20para%20el%20desarrollo%20de%20la%20agricultura_Completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2000). *Econometría, modelos y pronosticos*. Mexico DF: McGraw-Hill.
- Sanchez M, N., Rodriguez, M., & Sarria , V. (2006). *Pesticidas Obsoletos en Colombia*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1210/121014221002.pdf>
- Solomon, et al. (31 de marzo de 2005). *Estudio de los efectos del Programa de Erradicación de Cultivos Ilícitos mediante la aspersion aerea con el Herbicida Glifosato y de los cultivos ilicitos en la salud humana y medio ambiente*. Obtenido de http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Fumigas/resumenejecutivoestudiodelacicadsobreglifosato2.pdf
- Vidal, C. J. (2010). *Fundamentos de Control y Gestión de Inventarios*. Cali: Universidad del Valle - Programa Editorial.

Anexos.

Anexo A. Tabla de regresión Fungicidas modelo ARIM

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.48E+08	18782229	7.855205	0.0000
AR(12)	-0.561822	0.175731	-3.197059	0.0026
SIGMASQ	3.12E+16	6.95E+15	4.495243	0.0001
R-squared	0.269806	Mean dependent var	1.57E+08	
Adjusted R-squared	0.236616	S.D. dependent var	2.09E+08	
S.E. of regression	1.83E+08	Akaike info criterion	41.04230	
Sum squared resid	1.47E+18	Schwarz criterion	41.16039	
Log likelihood	-961.4940	Hannan-Quinn criter.	41.08674	
F-statistic	8.128988	Durbin-Watson stat	1.940146	
Prob(F-statistic)	0.000990			

Nota: *, ** y *** denotan significancia al 10%, 5% y 1% respectivamente.

Fuente: *Elaboración Propia*

Anexo B. Tabla de regresión Herbicidas modelo ARIMA

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.271762	0.152492	1.782142	0.0818
AR(3)	0.462480	0.155232	2.979285	0.0047
SAR(12)	-0.562809	0.154029	-3.653921	0.0007
SIGMASQ	2.42E+17	7.80E+16	3.105659	0.0034
R-squared	0.444568	Mean dependent var	1.46E+08	
Adjusted R-squared	0.405817	S.D. dependent var	6.68E+08	
S.E. of regression	5.15E+08	Akaike info criterion	43.14992	
Sum squared resid	1.14E+19	Schwarz criterion	43.30737	
Log likelihood	-1010.023	Hannan-Quinn criter.	43.20917	
Durbin-Watson stat	2.061114			

Nota: *, ** y *** denotan significancia al 10%, 5% y 1% respectivamente.

Fuente: *Elaboración Propia*

Anexo C. Tabla de regresión Insecticidas modelo ARIMA

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.48E+08	18782229	7.855205	0.0000
AR(12)	-0.561822	0.175731	-3.197059	0.0026
SIGMASQ	3.12E+16	6.95E+15	4.495243	0.0001
R-squared	0.269806	Mean dependent var		1.57E+08
Adjusted R-squared	0.236616	S.D. dependent var		2.09E+08
S.E. of regression	1.83E+08	Akaike info criterion		41.04230
Sum squared resid	1.47E+18	Schwarz criterion		41.16039
Log likelihood	-961.4940	Hannan-Quinn criter.		41.08674
F-statistic	8.128988	Durbin-Watson stat		1.940146
Prob(F-statistic)	0.000990			

Nota: *, ** y *** denotan significancia al 10%, 5% y 1% respectivamente.

Fuente: *Elaboración Propia*

Anexo D. Regresión Lineal ventas fungicidas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	3.55E+08	67243842	5.278605	0.0000
M2	-662331.9	84333724	-0.007854	0.9938
M3	-55240967	84352816	-0.654880	0.5158
M4	1.73E+08	84384627	2.048819	0.0462
M5	46716834	84429142	0.553326	0.5827
M6	1.86E+08	84486341	2.196067	0.0332
M7	1.97E+08	89442671	2.207478	0.0323
M8	-1.91E+08	84486341	-2.257259	0.0288
M9	-1.42E+08	84429142	-1.685546	0.0987
M10	-44956475	84384627	-0.532757	0.5968
M11	-1.09E+08	84352816	-1.290148	0.2034
M12	-1.04E+08	84333724	-1.231932	0.2242
TEND	8579542.	1036116.	8.280485	0.0000
R-squared	0.751037	Mean dependent var		
Prob(F-statistic)	0.000000			6.05E+08

Nota: *, ** y *** denotan significancia al 10%, 5% y 1% respectivamente.

Fuente: *Elaboración propia.*

Anexo E. Regresión lineal ventas Herbicidas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.72E+09	2.26E+08	7.584868	0.0000
M2	-4.18E+08	2.84E+08	-1.471822	0.1479
M3	1.65E+08	2.84E+08	0.580046	0.5647
M4	1.06E+09	2.84E+08	3.713406	0.0006
M5	1.00E+09	2.84E+08	3.532027	0.0010
M6	7.95E+08	2.84E+08	2.794776	0.0075
M7	1.07E+09	3.01E+08	3.538337	0.0009
M8	-2.90E+08	2.84E+08	-1.019833	0.3131
M9	-2.76E+08	2.84E+08	-0.969187	0.3375
M10	-3.51E+08	2.84E+08	-1.236280	0.2226
M11	-2.70E+08	2.84E+08	-0.950178	0.3470
M12	-7.73E+08	2.84E+08	-2.723462	0.0091
TEND	16215181	3489008.	4.647505	0.0000
R-squared	0.765324	Mean dependent var	2.33E+09	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Nota: *, ** y *** denotan significancia al 10%, 5% y 1% respectivamente.

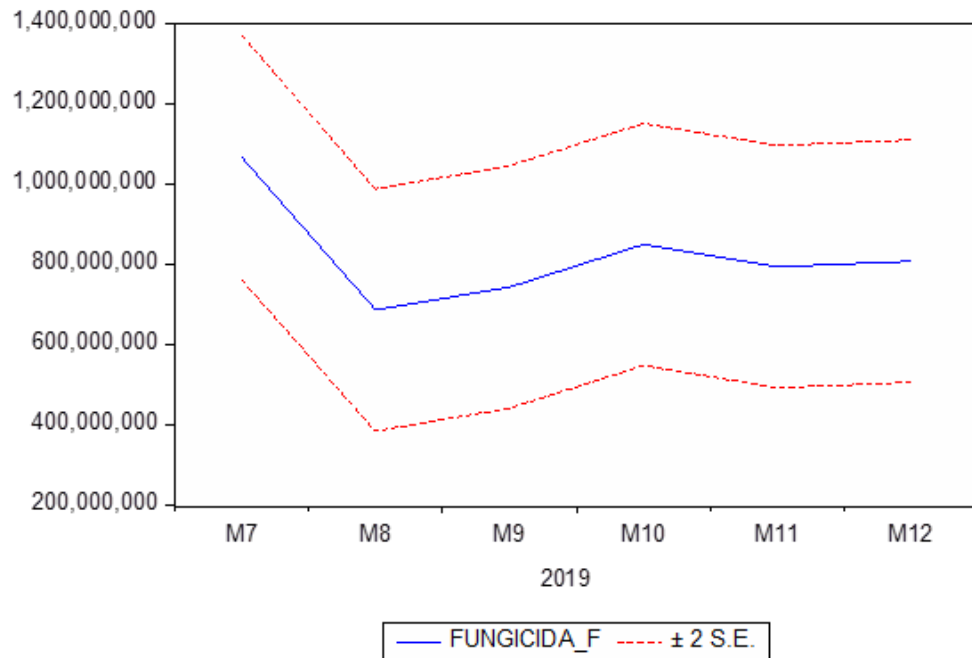
Fuente: *Elaboración propia.*

Anexo F. Regresión Lineal ventas insecticidas

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.27E+08	74454430	5.740807	0.0000
M2	-1.96E+08	93376868	-2.095669	0.0416
M3	25760597	93398007	0.275815	0.7839
M4	1.42E+08	93433229	1.522825	0.1346
M5	2.22E+08	93482517	2.370494	0.0220
M6	77644762	93545850	0.830018	0.4108
M7	38178156	99033649	0.385507	0.7016
M8	-3.00E+08	93545850	-3.202584	0.0025
M9	-1.92E+08	93482517	-2.054118	0.0457
M10	-39232445	93433229	-0.419898	0.6765
M11	-1.84E+08	93398007	-1.968489	0.0551
M12	-1.70E+08	93376868	-1.824485	0.0746
TEND	12310858	1147219.	10.73104	0.0000
R-squared	0.818889	Mean dependent var	7.47E+08	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Nota: *, ** y *** denotan significancia al 10%, 5% y 1% respectivamente.

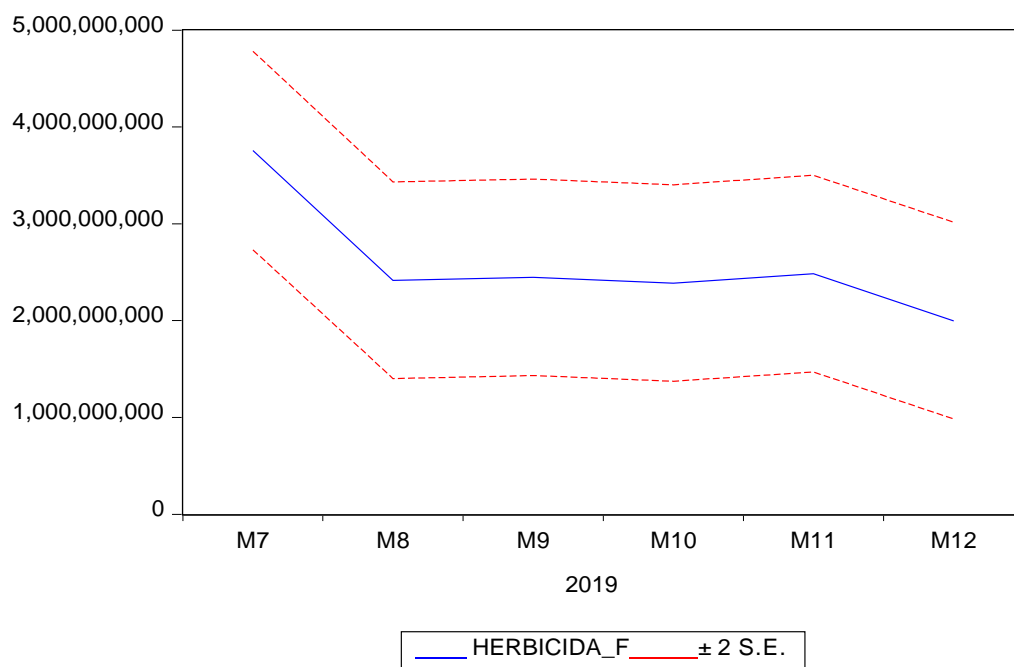
Fuente: *Elaboración Propia*



Anexo G. Gráfico de Intervalo de Confianza Fungicidas

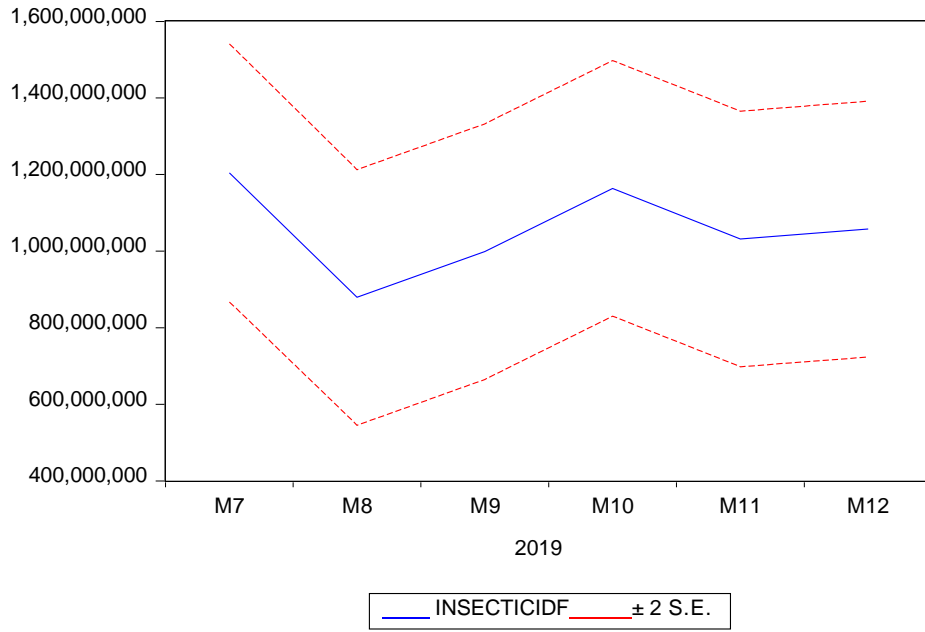
Fuente: Elaboración Propia

Anexo H. Gráfico de Intervalo de Confianza Herbicidas



Fuente: Elaboración Propia

Anexo I. Gráfico de Intervalo de Confianza Insecticidas



Fuente: Elaboración Propia