FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TESIS

APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MAXIMIZAR LA UTILIDAD DE UNA EMPRESA MOLINERA LAMBAYECANA, 2020

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

Autor (es):

Bach. Collantes Lluncor, Jose Enrique

https://orcid.org/0000-0002-8422-0128

Bach. Liza Ñiquen, Ericka Lizbeth

https://orcid.org/0000-0002-3045-6610

Asesor:

Mg. Larrea Colchado Luis Roberto

https://orcid.org/0000-0002-7266-4290

Línea de investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel - Perú

2022

APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MAXIMIZAR LA UTILIDAD DE UNA EMPRESA MOLINERA LAMBAYECANA, 2020

APROBACIÓN DEL JURADO

Mg. Castro Torres Melissa Indira
Presidente

Mg. Mejía Cabrera Heber Ivan
Secretario

Mg. Tuesta Monteza Victor Alexci
Vocal

APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MAXIMIZAR LA UTILIDAD DE UNA EMPRESA MOLINERA LAMBAYECANA, 2020

APPLICATION OF LINEAR PROGRAMMING TO MAXIMIZE THE PROFIT OF A LAMBAYECANA MILLING COMPANY, 2020

Collantes Lluncor Jose Enrique [1]

Liza Ñiquen Ericka Lizbeth [2]

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo aplicar un modelo de programación lineal para maximizar la utilidad de una empresa molinera lambayecana. Para la recolección de información y análisis de la situación actual de esta empresa se utilizó el análisis documentario para así determinar los puntos clave para la elaboración del modelo, además se entrevistó al jefe de producción para conocer más a fondo de cómo se realiza la planificación de producción de sus distintos productos. Con la ayuda del diagrama de Ishikawa y Pareto se pudo identificar las causas de los problemas más críticos y cuáles son las fuentes de ingreso más significativas con las que cuenta el molino.

El modelo de programación lineal consta de 440 variables y 720 restricciones, la cual se desarrolló mediante la herramienta Open Solver de Excel. Con el planteamiento de la propuesta la utilidad bruta mejoro significativamente aumentando en un 5.63%

El análisis económico realizado a la propuesta muestra que el indicador beneficio/costo es de 1.5089, lo cual determina que la propuesta es rentable para el molino Lambayecano.

Palabras clave: *Programación lineal, utilidad, planificación de la producción.*

[1] Adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: clluncorjoseenr@crece.uss.edu.pe código ORCID https://orcid.org/0000-0002-8422-0128

[2] Adscrito a la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Pregrado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Perú, email: lniquenerickali@crece.uss.edu.pe código ORCID https://orcid.org/0000-0002-3045-6610

Abstract

The present investigation aimed to apply a linear programming model to maximize the utility of a Lambayecan milling company. For the collection of information and analysis of the current situation of this company, the documentary analysis was used to determine the key points for the elaboration of the model, in addition the production manager was interviewed to learn more about how the planning of production of its various products. With the help of the Ishikawa and Pareto diagram, it was possible to identify the causes of the most critical problems and which are the most significant sources of income that the mill has.

The linear programming model consists of 440 variables and 720 constraints, which was developed using the Open Solver tool in Excel. With the approach of the proposal, the gross profit improved significantly, increasing by 5.63%

The economic analysis carried out on the proposal shows that the benefit / cost indicator is 1.5089, which determines that the proposal is profitable for the Lambayecano mill.

Keywords: *Linear programming, utility, production planning.*

INDICE

I. INTRODUCCIÓN 10

1.1. Realidad Problemática 10

1.2. Trabajos Previos 14

1.3. Teorías relacionadas al tema 17

1.3.1. Modelo de Programación Lineal 17

1.3.1.1. Modelo 17

1.3.1.2. Programación Lineal 18

1.3.1.3. Modelo de Programación Lineal 19

1.3.1.4. Elementos de un modelo de PL 19

1.3.1.5. Planteamiento de un Modelo de PL 20

1.3.1.6. Métodos de solución de PL 21

1.3.1.7. Uso de software para solucionar problemas de PL 23

1.3.1.8. Tipos de soluciones de un problema de PL 26

1.3.1.9. Análisis de Sensibilidad 27

1.3.1.10. Pronósticos 28

1.3.1.11. Métodos de Pronósticos 29

1.3.1.12. Planificación de la Producción 32

1.3.2. Maximizar la utilidad 33

1.3.2.1. Maximizar 33

1.3.2.2. Utilidad 33

1.3.2.3. Maximizar la utilidad 33

1.3.2.4. Tipos de utilidad 34

1.4. Formulación del Problema 35

1.5. Justificación e importancia del estudio 35

1.6. Hipótesis 36

1.7. Objetivos 36

II. MATERIAL Y MÉTODO 37

2.1. Tipo de Estudio y Diseño de Investigación 37

2.2. Variables y Operacionalización 38

2.3. Población y Muestra 39

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad 39
2.5. Procedimiento de análisis de datos 40
2.6. Criterios éticos 40
2.7. Criterios de rigor científico 41
III. RESULTADOS 42
3.1. Diagnóstico de la empresa 42
3.1.1. Información general 42
3.1.2. Descripción del proceso productivo 45
3.1.3. Análisis de la problemática 50
3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos 50
3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico 63
3.1.4. Situación actual de la variable dependiente 67
3.2. Discusión de resultados 71
3.3. Propuesta de investigación 72
3.3.1. Fundamentación 72
3.3.2. Objetivos de la propuesta 72
3.3.3. Desarrollo de la propuesta 73
3.3.3.1. Modelación del problema 73
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 85
4.1. Conclusiones 85
4.2. Recomendaciones **¡Error! Marcador no definido.**
REFERENCIAS 87

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Numero de molinos a nivel nacional (2011 – 2019) 13
Tabla 2 : Operacionalizacion de la variable independiente 38
Tabla 3 : Operacionalizacion de la variable dependiente 38
Tabla 4 : Productos 43
Tabla 5 : Subproductos 44
Tabla 6 : Maquinaria y equipo 45
Tabla 7 : Produccion de productos en sacos durante el año 2019 54
Tabla 8 : Produccion de productos en sacos durante el año 2020 55
Tabla 9 : Produccion de los subproductos durante el año 2019-2020 56
Tabla 10 : Precio de venta de productos 57
Tabla 11 : Precio de venta de subproductos 58
Tabla 12 : Ingreso de arroz en cascara de cada variedad enero 2020 – octubre 2020 59
Tabla 13 : Inventario de semillas de arroz en sacos del 2019 60
Tabla 14 : Inventario de semillas de arroz en sacos del 2020 61
Tabla 15 : Clasificacion de marcas según la calidad del producto 62
Tabla 16 : Clasificacion de marcas según la calidad del subproducto 62
Tabla 17 : Ingreso economico según modalidad 64
Tabla 18 : Ingreso economico de arroz en cascara de cada variedad 65
Tabla 19 : Ingreso economico por servicio de pilado 2019 - 2020 67
Tabla 20 : Ingreso economico por servicio de almacenamiento 2019 - 2020 68
Tabla 21 : Ingreso economico por servicio de financimiento de cosecha 2019 - 2020 69
Tabla 22 : Costos de comercializacion de productos 70
Tabla 23 : Costos de comercializacion de subproductos 70
Tabla 24 : Costos de servicio de pilado 71
Tabla 25 : Costos de servicio de almacenamiento 71
Tabla 26 : Utilidad Bruta 71
Tabla 27 : Pronosticos en los productos 73

Tabla 28 : Pronosticos en los subproductos 74
Tabla 29 : Pronosticos en el servicio de pilado..... 74
Tabla 30 : Datos para modelamiento 74
Tabla 31 : Costo de produccion según la modalidad regular 75
Tabla 32 : Costo del servicio de pilado según la modalidad regular 76
Tabla 33 : Costo de produccion según la modalidad de sobretiempo 76
Tabla 34 : Costo del servicio de pilado según la modalidad de sobretiempo 77
Tabla 35 : Indices de marcas..... 77
Tabla 36 : Indices de modalidad 78
Tabla 37 : Turnos de trabajo..... 78
Tabla 38 : Meses 79
Tabla 39 : Insumos 79
Tabla 40 : Parametros..... 80
Tabla 41 : Variables..... 81

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Empresas con problema de liquidez 12
Figura 2: Relaciones entre realidad, modelo y observador 18
Figura 3: Elementos de un modelo de programación lineal 19
Figura 4: Planteamiento de un modelo programación lineal 21
Figura 5: Representación del método grafico en plano cartesiano..... 21
Figura 6: Tabla inicial del Método Simplex 22
Figura 7: Ejemplo de un problema dual..... 23
Figura 8: Software WinQSB 23
Figura 9: Software TORA 24
Figura 10: Software LINGO 18.0 24
Figura 11: Herramienta Solver en programa Excel 25
Figura 12: Herramienta Open Solver en programa Excel..... 25
Figura 13: Informe de Sensibilidad mediante Excel 27
Figura 14: Modelo general de la realización de un pronostico 28
Figura 15: Ejemplo de series de tiempo 30
Figura 16: Formulas para calcular error de pronósticos 31
Figura 17: Tipos de utilidades que crea una empresa..... 34
Figura 18: Formulas para calcular las utilidades 35
Figura 19: Organigrama 42
Figura 20: Diagrama de Operaciones 47
Figura 21: Diagrama de Análisis del Proceso..... 48
Figura 22: Flujograma del Proceso 49
Figura 23: Diagrama de Ishikawa..... 63
Figura 24: Diagrama de Pareto según modalidad 64
Figura 25: Diagrama de Pareto según productos..... 66

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Como es de conocimiento general, la utilidad y la rentabilidad son indicadores que permiten conocer si una empresa está logrando un éxito adecuado, la cual está determinada por el nivel de ventas que se realicen. Cervantes (2016) detalla que muchas empresas minimizan este tema y no tienen un buen control que señale si la empresa está perdiendo o ganando dinero dejando de lado el objetivo económico trazado.

Así mismo, existen diversos factores que impiden el logro de ella, entre los más importantes están los costos elevados dados por fabricación y la falta de planificación de la producción; se sabe que si no se planifica correctamente no se logra satisfacer a la demanda solicitada, en otros casos se llega a producir más de lo que se puede vender generando así costos de inventarios, productos obsoletos, entre otros. Por su parte, Marrero (2017) manifiesta que planificar la producción es un tema sin importancia para algunas empresas lo que ocasiona grandes consecuencias como la inadecuada asignación de recursos, la pérdida de oportunidades en metas corporativas, la escasa eficiencia en el proceso, la incertidumbre en el ambiente laboral y por último la desventaja competitiva en el mercado.

Para ello, toda empresa debe tener un análisis detallado de los gastos fijos y variables en los que se incurren, las promociones de ventas en las industrias de bienes de consumos son las que generan un gasto significativo al querer obtener una nueva venta.

In Spain, Cohen, Leung, Panchamgam, Perakis & Smith (2017) commented that one of the solutions to avoid generating excessive expenses is to select a specific price for each period and thus maximize the company's profits, for this they developed an optimization model Based on programming linear integers with an

integral feasible region, this model showed that the gains increased by 5% respectively.

Frecuentemente son las empresas de producción quienes afrontan problemas al no saber utilizar correctamente los recursos disponibles para maximizar las ganancias, de esta forma podemos encontrar diferentes métodos que permiten el mejoramiento de ello, In Nigeria, Iwok &Akpan (2016) published an article where they recommend using linear programming for this type of problem. A study was carried out in Gorretta Bakery Limited, where the main objective was to maximize its usefulness by making optimal use of the raw materials used in production, for this the simplex linear programming method with six decision variables was used, with the result that the bakery must produce more small bread and large bread to obtain maximum profit, since they mainly contribute to profits obtained by the company.

From another point of view, in an article published in Ethiopia by Vishwa, Ram, Peter & Kamlesh (2015), they assure that linear programming plays an important role within a company since it is these that improve management decisions in a quantitative way. In terms of production, resource allocation, planning and inventory control, thus determining an optimal result that allows maximizing profits, the authors also recommend that the production capacity and sales volume should be forecast as it is a factor that influences the economic issue of the company for this it is necessary to apply a series of methods of linear regression techniques.

En nuestro país, la mayoría de empresas buscan obtener un buen rendimiento económico y un buen posicionamiento en el mercado a largo plazo, por lo tanto, se deben tomar buenas decisiones que ayuden a cumplir con las metas económicas trazadas, no obstante, en una investigación dada por Mayta (2017) en la ciudad de Lima, argumenta que la falta de planificación es un problema que afecta a la eficiencia económica, la empresa en estudio contaba con un bajo nivel en su sistema de información, esto se debe a que no tienen una especificación detallada de recursos a utilizar operando con un enfoque de planificación y toma de decisiones empíricas, si en el caso la demanda de productos aumentaba

relativamente, la empresa no lograría satisfacer completamente generando así molestias al cliente.

El último reporte dado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017), muestra los resultados acerca de la encuesta realizada en diferentes empresas del sector productivo a nivel nacional en el año 2015, entre ellos se observa la siguiente información.

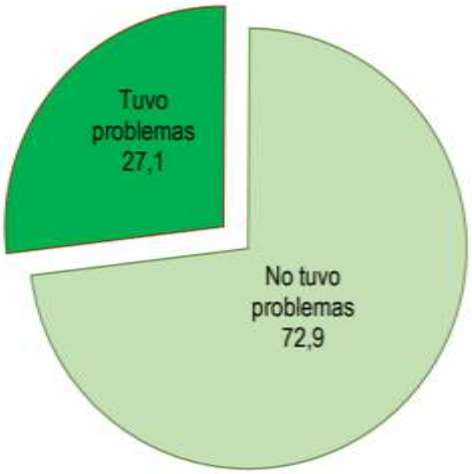


Figura 1: *Empresas con problema de liquidez*
Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (2015)

Como se observa en la Figura 1, el 27,1% de las empresas tuvieron problemas de liquidez la cual afectó al tema de producción, sin embargo, el 72.9% manifestaron no tener problemas en ello.

El Ministerio de Producción (2017) reconoció las diversas dificultades que impiden generar ganancias en las empresas, entre ellos están: “el difícil acceso al financiamiento, la baja penetración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), la falta de planificación y perfeccionamiento de los procesos productivos, la baja inversión en las certificaciones, entre otros.” (p. 12).

En el IV censo nacional de arroz realizado por el Ministerio de Agricultura y Riego (2019) manifiesta que Lambayeque se caracteriza por ser una de las regiones del norte con mayor número de empresas molineras de arroz en el país.

Tabla 1

Número de molinos a nivel nacional (2011 - 2019)

REGIÓN	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Var% 2018-2019
Lambayeque	72	88	91	92	95	98	98	80	72	-10.0
Piura	103	108	109	107	108	108	108	79	84	6.3
Arequipa	73	78	76	76	76	76	76	94	95	1.1
La Libertad	64	72	75	73	71	71	71	72	70	-2.8
San Martin	59	58	58	56	56	56	56	51	54	5.9
Cajamarca	44	36	36	36	36	36	36	45	41	-8.9
Amazonas	52	55	55	55	55	55	55	46	44	-4.3
Ucayali	18	18	21	22	22	22	22	19	19	0.0
Madre de Dios	29	26	26	27	27	28	28	12	14	16.7
Ancash	4	4	7	7	7	7	7	10	13	30.0
Huánuco	14	14	15	12	12	13	13	10	10	0.0
Loreto	25	33	32	31	31	31	31	26	27	3.8
Cusco	5	5	8	8	8	8	8	4	3	-25.0
Junín	11	11	11	11	11	11	11	7	7	0.0
Tumbes	17	17	17	17	17	17	17	17	16	-5.0
TOTAL	590	623	637	630	632	637	637	572	569	

Fuente*:* MINAGRI-DGESEP

Sin embargo, la tabla 1 evidencia que hubo una decadencia en las empresas molineras de la región Lambayeque debido a que se contaron con ciertos problemas en el área de producción generando pérdidas económicas llegando al cierre de ellas.

En un artículo publicado por Izquierdo (2017) en la Ciudad de Chiclayo menciona que las medianas y pequeñas empresas de la provincia no generan buena rentabilidad, para saber cuáles son los factores que impiden tener mayor rentabilidad el autor realiza una encuesta a los propietarios de esta empresa, como resultado se obtuvo que estas empresas no planifican estrategias financieras a corto o largo plazo, además afirman que es la gestión de operaciones la que genera mayor utilidad.

Asimismo, Monja (2017) afirma que el problema más frecuente de las empresas de producción en Lambayeque es la falta de planeamiento y planificación, en otras palabras, estas empresas solo realizan su producción a manera de improvisación generando así un inadecuado uso de recursos. Además, asegura que los propietarios no creen conveniente realizar un estudio de planeamiento y planificación de la producción por lo que genera un alto costo de implementación debido a que se deben adquirir ciertos softwares, cabe resaltar que existen herramientas de bajo costo que ayudan a mejorar los beneficios de la empresa.

En un molino Lambayecano, donde se desarrolló esta investigación brinda servicios de pilado de arroz en cáscara y cuenta con una gran variedad de productos, actualmente no cuentan con una adecuada planificación en su producción ya que no hace el uso eficiente de sus recursos, ocasionando que sus costos de almacenamiento sean elevados, en otras oportunidades, se observa el retraso de los pedidos lo que conlleva a perder ventas por partes de los clientes, además incurren en horas extras con el fin de obtener mayores productos para la venta, aun así esto es innecesario y genera una pérdida económica. Al no contar con métodos para tener una producción óptima no pueden prever los cambios que pueden ocurrir.

1.2. Trabajos Previos

En Costa Rica, se realizó una investigación titulada “Modelo de programación lineal para la toma de decisiones en Asoprolesa”, escrita por Seas (2019), la cual planteó crear un modelo matemático que especifique la mezcla óptima de ventas en relación a los siete productos que ellos brindan para así maximizar las utilidades dentro de un conjunto de restricciones desarrollado mediante el software Excel y Solver, cuya investigación fue tipo descriptiva e investigación no experimental utilizando una hoja de cálculo para registrar la cantidad de productos demandados, así como los costos directos, indirectos y operativos, con esta investigación se logró identificar que uno de los productos que

deja mayor ganancia es el queso palmito con una utilidad de ₡ 1.777 por kilogramo, mientras que el queso en polvo es el que genera una pérdida de ₡ 442 por kilogramo, el modelo implementado recomienda disminuir la producción de esta última para obtener un incremento del 50% en ingreso neto por ventas generando así una utilidad de ₡ 463.570.

Sin embargo, en otro estudio realizado en México por Reza (2016), en una tesis titulada “Optimización de rutas de distribución de una empresa productora de jugos”, cuyo objetivo era implementar un modelo de programación lineal para obtener una solución óptima de las rutas de distribución, incluyendo diversos parámetros como la capacidad de los vehículos, el número de ellos, los lugares a visitar del consumidor y su demanda, esto se realizó mediante el software Excel y Solver. En esta investigación se utilizaron herramientas tecnológicas por medio de aplicativos móviles como es el GPS y los modelos de optimización espacial, con este nuevo diseño de distribución de rutas se logró reducir en un 10% los costos de distribución, de igual manera los tiempos de traslados redujeron un 10%, por último, se adicionaron 6 rutas en la participación de mercado que incrementó a su vez en un 10% generando así una mayor utilidad a su empresa.

Durante el 2015, Sánchez presentó una tesis titulada “Control de inventarios mediante programación lineal en la empresa La Fortaleza Cía. Ltda.” realizada en Ecuador, teniendo por finalidad aplicar un algoritmo matemático fundamentándose en la programación lineal considerando variables como: demanda, costos de inventario y límite de la capacidad productiva, empleando el software Lingo; la metodología de esta investigación es tipo aplicativa utilizando técnicas de investigación de campo y bibliográfica, con la implementación del modelo matemático se logró minimizar el costo total de inventario, entre los resultados se determinaron las cantidades óptimas de cada producto que deben ser almacenados teniendo un ahorro total de $ 52566.50.

En Perú, recientemente en el 2019, Quispe y Sánchez efectuaron en su estudio “Aplicación de la programación lineal para maximizar la eficiencia en hornos de recalentamiento, Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. Chimbote, 2018”, el cual, teniendo como finalidad maximizar la eficiencia haciendo uso de la programación lineal, este modelo se desarrolló gracias a la herramienta Solver del programa Excel, teniendo como método de investigación tipo aplicativo y

experimental, al realizar esta programación se logró tener un valor óptimo para la producción diaria, obteniendo como resultado que la eficiencia económica de los hornos se aumente de 1,27 a 1,45 en ratio, es decir, que por cada dólar de inversión se obtiene un margen de 0,45 centavos, así mismo se logró disminuir el consumo de energía en 17 Kwh/tn.

Por su parte, Silva y Zevallos (2019) en una tesis titulada “Programación lineal para optimizar separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado. Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018” realizada en la ciudad de Chimbote, tuvo como objetivo maximizar la separación de grasas mediante el uso de un modelo de programación lineal empleando el software WinQSB 2.0, tomando como referencia la eficiencia económica y operacional, esta investigación se utilizó el método experimental para así poder facilitar el manejo de la variable independiente; logrando como resultado incrementar la separación de sólidos y utilidades, en datos cuantitativos los ingresos diarios aumentaron de $1 213.00 y $1 329.00.

En Huancayo, De la Cruz (2017), realizó una tesis de maestría titulado “Maximización de la producción de los derivados lácteos en la empresa industrial Plemsa S.A.”, tuvo como objetivo maximizar la producción de sus productos para así generar mayores ventas, para ello se formuló un modelo de optimización el cual las variables de decisión representaban los productos que se elaboraba dentro de la empresa utilizando el software de Lingo. La metodología en esta investigación es de tipo descriptiva aplicada. Este estudio mostró que existe demanda insatisfecha, los productos que generan mayor utilidad es el yogurt batido saborizado y el manjar blanco, la producción óptima genero utilidades de S/. 141,958, mientras que a nivel de empresa las utilidades de producción llegan a un valor de S/. 66,939, asimismo se logró cubrir el 3% de la demanda insatisfecha.

En Chiclayo, Ortiz (2018) presentó su tesis titulado “Aplicación web basada en un método de asignación multicriterio y programación lineal para apoyar la Planificación de horarios del personal de seguridad de la Municipalidad Provincial de Chiclayo”, teniendo como finalidad ayudar en el proceso de planificación de horarios implementando una aplicación web basado en un método de asignación multicriterio (metodología Scrum) y programación lineal, la metodología utilizada en esta investigación es tipo tecnológica aplicada y cuasi-experimental; con la

implementación se logró reducir el tiempo de planificación en un 99% , además también se pudo disminuir el índice de colaboradores que se oponían al proceso de planificación de horarios de un 57.5% a 31.47%, el porcentaje de los colaboradores dispuestos a renunciar no estaban de acuerdo con el horario asignado la cual fue reducido de 13.025% a 8.915%.

Mientras que en la ciudad de Pimentel, se realizó una tesis titulada "Aplicación de Programación Lineal en la planeación y programación de la producción de azúcar, para mejorar la productividad de la Empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A" escrita por Monja y Sedan (2016), tuvo como objetivo planear y programar la producción para mejorar la productividad aplicando programación lineal mediante un software de Windows llamado TORA, la metodología usada es una investigación descriptiva, como resultado se minimizó los costos que originan las horas por turno de trabajo esto sin tener repercusiones en la producción, asimismo la productividad aumentó en un 11,61%, a su vez el beneficio costo es de S/. 6,98, es decir que por cada sol que la empresa invierte se obtendrá una ganancia de S/.5,98 soles.

Incio y Vásquez (2016) en su investigación aprobada por la Universidad Señor de Sipán de Pimentel, titulada "Aplicación de Programación Lineal para la reducción de costos en el área de producción de la Empresa Agroindustrial Tumán S.A.A – 2016" la cual tuvo como finalidad desarrollar un plan óptimo de producción para seis meses aplicando programación lineal mediante el software TORA con el fin de reducir costos. Para la realización de esta tesis se utilizaron técnicas de investigación como la recolección de datos históricos de la producción, asimismo se realizó una planificación desde de enero hasta agosto del 2017, los resultados demostraron que se logró la minimización de costos de producción a S/. 8 094 408.23 esto generó a la vez que la utilidad aumente.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Modelo de Programación Lineal

1.3.1.1. Modelo

Suñé, Fonollosa y Fernández (2016) definen a la palabra modelo como un objeto de realidad para un observador, donde se pueden obtener respuestas sobre

la realidad. En la figura 2 se observa que los autores relacionan tres partes como las cuales son Modelización (sistematizar el modelo), Resolución (el modelo respondió a las interrogantes planteadas) y Explotación (interpretar y analizar la respuesta obtenida al elaborar un modelo).

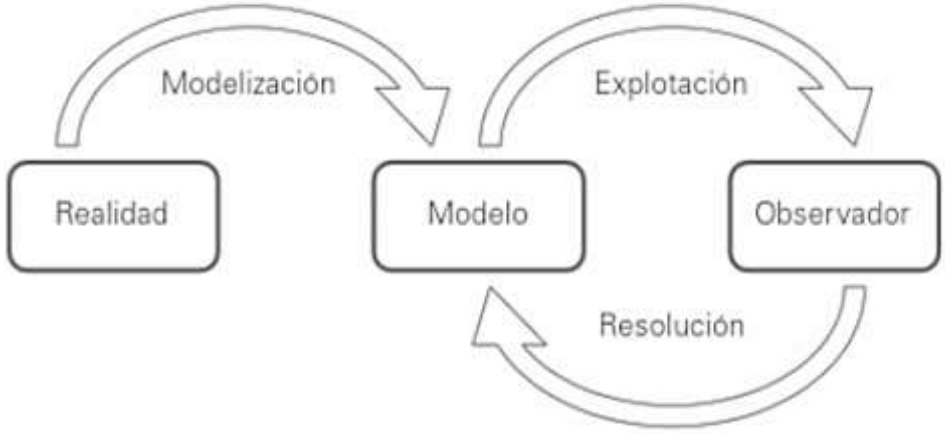


Figura 2: Relaciones entre realidad, modelo y observador
Fuente: Suñé, Fonollosa, Fernández y Sañan (2016).

1.3.1.2. Programación Lineal

Puente y Gavilánez (2018) manifiestan que es una herramienta de solución a problemas de toma de decisiones que se emplean en diferentes campos empresariales como, por ejemplo: producción, transporte, textil entre otros, la cual se representa mediante un modelo matemático cuya función es lineal y está sujeta a ciertas restricciones.

Programación lineal es parte de la investigación de operaciones por ende es necesario destacar la definición de unos de los autores más sobresalientes en este tema, pues Hillier y Lieberman (2010) definen a la palabra programación como planeación y el adjetivo lineal representa a las funciones del modelo de manera lineal, al unir estas dos definiciones se sabe entonces que programación lineal significa planear las actividades para alcanzar un resultado óptimo.

De la misma manera, Izar (1996) menciona que en la programación lineal se utilizan ecuaciones lineales donde los exponentes de las variables es la unidad además que ello forma parte de la programación matemática.

1.3.1.3. Modelo de Programación Lineal

Un modelo es una abstracción de la realidad que simplifica las condiciones reales del problema, será lineal cuando el mayor exponente de las variables es la unidad, en la literatura también se suele llamar a modelo de programación lineal como modelo matemático. Roldan (2019) comenta que un modelo matemático es un desarrollo de ecuaciones en las que incluyen funciones matemáticas de dos a más variables.

El modelo de programación lineal es una representación del sistema que se estudia, el cual tiene elementos que son las variables de decisión, función objetivo, restricciones y parámetros, además deben cumplir las propiedades de aditividad, proporcionalidad, certidumbre y divisibilidad (Cabrera, 2017).

Martínez, Vértiz, López, Jiménez y Moncayo (2014) aseguran que un modelo representa la realidad con el uso de relaciones matemáticas cuyo objetivo es apoyar en el proceso de toma de decisiones, en otras palabras, un modelo de programación lineal es la representación cuantitativa de una determinada situación que se está estudiando, es lineal porque sus componentes son funciones lineales.

1.3.1.4. Elementos de un modelo de PL

Figura 3: Elementos de un modelo de programación lineal
Fuente: Elaboración propia

a) **Variables de decisión.** Son aquellas sobre las cuales tienen poder de decisión, como, por ejemplo:

X_1 = Número de edificios a construir

b) **Función objetivo.** Es la representación cuantitativa de la función que se desea optimizar es decir maximizar o minimizar.

$$\text{Max o Min } (Z) = C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots\ldots + C_nX_n$$

Donde:

$X_1, X_2, \ldots\ldots X_n$, representan las variables de decisión
$C_1, C_2, \ldots\ldots C_n$, representan las constantes

c) **Restricciones del sistema.** Son ecuaciones o inecuaciones lineales que expresan matemáticamente las limitaciones que tiene el problema real. Se expresa con los siguientes símbolos $\leq, \geq$, = .

$$C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots\ldots + C_nX_n \leq B_m$$

$$C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots\ldots + C_nX_n \geq B_m$$

$$C_1X_1 + C_2X_2 + C_3X_3 + \ldots\ldots + C_nX_n = B_m$$

Donde:

$X_1, X_2, \ldots\ldots X_n$, representan las variables del problema
$C_1, C_2, \ldots\ldots C_n$ y B_m, representan las constantes

d) **Restricciones técnicas.** También conocidas con restricciones de no negatividad, estas se utilizan para limitar valores positivos a las variables.

$$X_1 + X_2 + X_3 + \ldots\ldots + X_n \geq 0$$

1.3.1.5. Planteamiento de un Modelo de PL

En la figura 4, Izar (2012) opina que para plantear un modelo de PL es primordial iniciar definiendo las variables del problema que se representan por letras, seguido de ello se debe definir la función objetivo dado el caso puede ser maximizar o minimizar, luego se definen las restricciones en relación a las variables y por último las restricciones no explícitas.

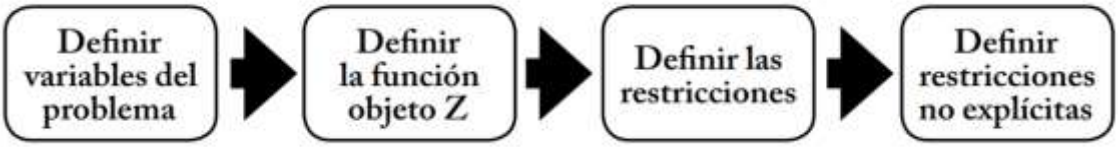


Figura 4: Planteamiento de un modelo programación lineal
Fuente: Izar (2012)

1.3.1.6. Métodos de solución de PL

a) Método gráfico

Cabrera (2017) manifiesta que se aplica en problemas con dos variables de decisión por lo que es sencillo de resolver, los ejes corresponden a las variables, las restricciones son trazadas haciendo que sus intersecciones forman un área llamada región factible por la que cada una de sus vértices dadas por coordenadas serán evaluadas para obtener un resultado óptimo. En la figura 5 se muestra un pequeño ejemplo de cómo estas restricciones forman la región factible.

Izar (2012) comenta que este método es sencillo de utilizar, este consiste en trazar restricciones en coordenadas cartesianas, los ejes son representados por las variables de decisión del problema, cabe resaltar que este método es usado sólo cuando se obtienen dos variables, de tal manera se obtiene una región factible de solución para así encontrar el vértice que optimice la función objetivo.

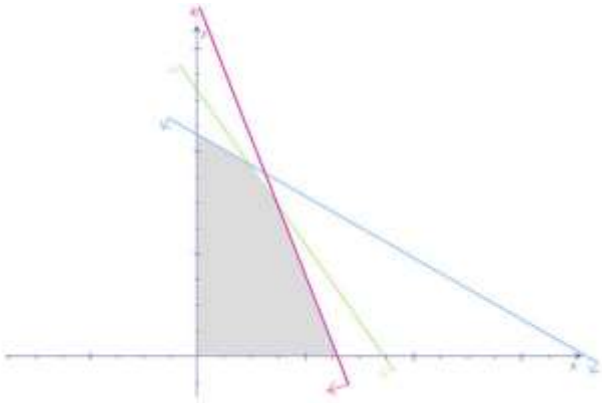
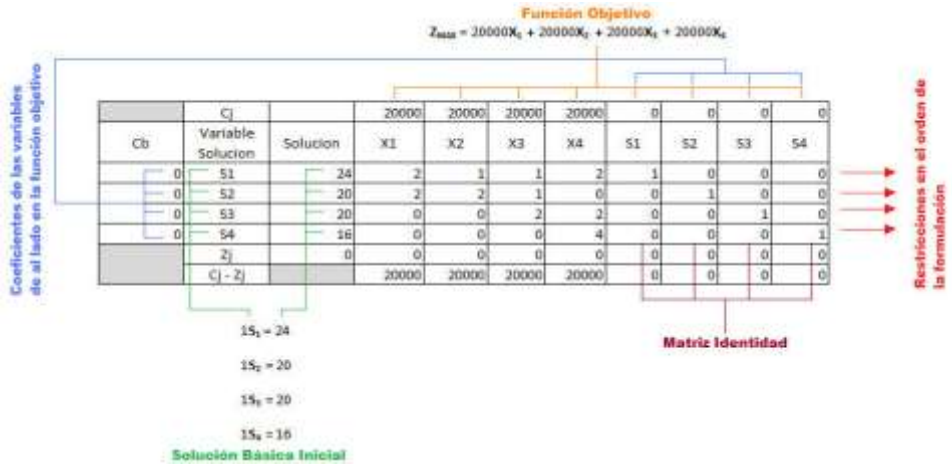


Figura 5: Representación del método grafico en plano cartesiano
Fuente: Google Imágenes

b) Método Simplex

Este método se utiliza cuando se tiene tres a más variables de decisión. Taha (2012) menciona que este método solo investiga algunas de las soluciones, para resolver es necesario transformar las inecuaciones en ecuaciones donde se incluye una variable denominada variable de holgura.

Asimismo, Izar (2012) comenta que el método simplex se divide en tres etapas, en la etapa inicial se encuentra la primera solución factible en el vértice respecto al origen, la etapa iterativa busca la mejor solución al anterior en otro vértice y la última etapa de prueba de optimalidad es cuando la solución de un vértice es mejor que los anteriores.



	Cj		20000	20000	20000	20000	0	0	0	0
Cb	Variable Solucion	Solucion	X1	X2	X3	X4	S1	S2	S3	S4
0	S1	24	2	1	1	2	1	0	0	0
0	S2	20	2	2	1	0	0	1	0	0
0	S3	20	0	0	2	2	0	0	1	0
0	S4	16	0	0	0	4	0	0	0	1
	Zj	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cj - Zj		20000	20000	20000	20000	0	0	0	0

$1S_1 = 24$

$1S_2 = 20$

$1S_3 = 20$

$1S_4 = 16$

Figura 6: Tabla inicial del Método Simplex
Fuente: Google Imágenes

c) Método Dual-Simplex

Según Izar (2012) este método se caracteriza cuando el problema inicial es llamado Primo, es decir si la función objetivo es minimizar en este método será el viceversa es decir maximizar, así mismo los coeficientes de las variables cambia si es positivo pasará a negativo.

Problema Principal

$$\text{Max } Z(x) = 3X_1 + 5X_2$$

c.s.r.

$$\begin{aligned} X_1 \quad\quad\quad &\leq 4 \\ X_2 &\leq 6 \\ 3X_1 + 2X_2 &\leq 18 \end{aligned}$$

$$X_J \geq 0 \,; \quad J = 1,2$$

$$\text{Max } Z(x) = 3X_1 + 5X_2$$

c.s.r.

$$\begin{aligned} X_1 \quad\quad + X_3 \quad\quad\quad &= 4 \\ X_2 \quad\quad + X_4 \quad &= 6 \\ 3X_1 + 2X_2 \quad\quad\quad + X_5 &= 18 \end{aligned}$$

$$X_J \geq 0 \,; \quad J = 1,2,3,4,5$$

Problema Dual

$$\text{Min } Z(y) = 4Y_1 + 6Y_2 + 18Y_3$$

c.s.r.

$$\begin{aligned} Y_1 \quad + 3Y_3 &\geq 3 \\ Y_2 + 2Y_3 &\geq 5 \end{aligned}$$

$$Y_J \geq 0 \,; \quad J = 1,2,3$$

$$\text{Max } Z(y) = -4Y_1 - 6Y_2 - 18Y_3$$

c.s.r.

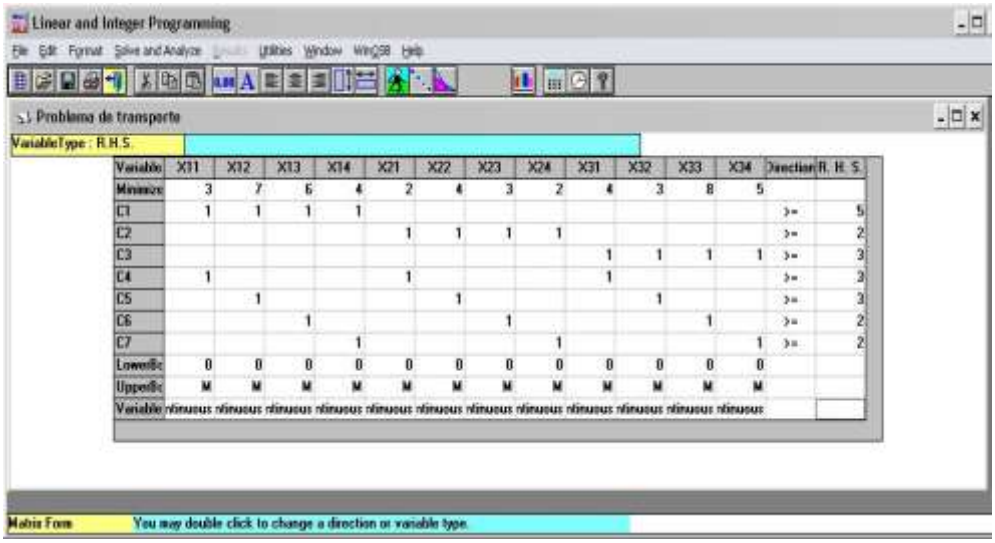
$$\begin{aligned} -Y_1 \quad - 3Y_3 + Y_4 \quad &= -3 \\ -Y_2 - 2Y_3 \quad\quad + Y_5 &= -5 \end{aligned}$$

$$Y_J \geq 0 \,; \quad J = 1,2,3,4,5$$

Figura 7: Ejemplo de un problema dual
Fuente: Google Imágenes

1.3.1.7. Uso de software para solucionar problemas de PL

WinQSB. Este software tiene características similares con la interfaz de Windows. Aguilar y Ramírez (2010) comenta que "es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa" (p. 38)



Variable	X11	X12	X13	X14	X21	X22	X23	X24	X31	X32	X33	X34	Direction	R. H. S.
Minimize	3	7	6	4	2	4	3	2	4	3	8	5		
C1	1	1	1	1									>=	5
C2					1	1	1	1					>=	2
C3									1	1	1	1	>=	3
C4	1				1				1				>=	3
C5		1				1				1			>=	3
C6			1				1				1		>=	2
C7				1				1				1	>=	2
LowerBo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
UpperBo	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M		
Variable	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous	ninuous		

Figura 8: Software WinQSB
Fuente: Google Imágenes

Tora. Es un software simple, se utiliza en procesadores de 32 y 64 bits, una desventaja de este programa es que al ejecutar debemos cambiar la resolución de pantalla en 800x600 y 1024x768 píxeles de nuestro computador.

Figura 9: *Software TORA*
Fuente: Google Imágenes

Lingo. Es una herramienta integral diseñada para hacer que la construcción y resolución de diversos modelos de optimización como, por ejemplo: lineal, no lineal, cuadrático, entero, etc. La última versión de lingo es 18.0, debemos tener en cuenta que el nombre de las variables debe tener 32 caracteres como máximo.

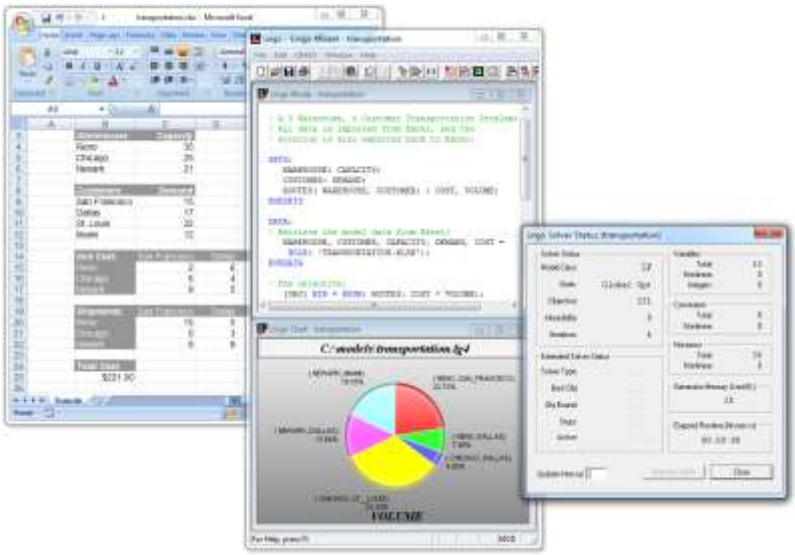


Figura 10: Software LINGO 18.0
Fuente: Google Imágenes

Solver de Excel. Es una herramienta que resuelve problemas lineales y no lineales, con o sin dominio restringido, donde se pueden agregar restricciones enteras para las variables. Esta herramienta no puede estar activa en un primer momento, para ello se debe descargar y complementarlo a Excel, puede llegar a solucionar problemas que tengan como máximo 200 variables de decisión, 100 restricciones explícitas y 400 simples.

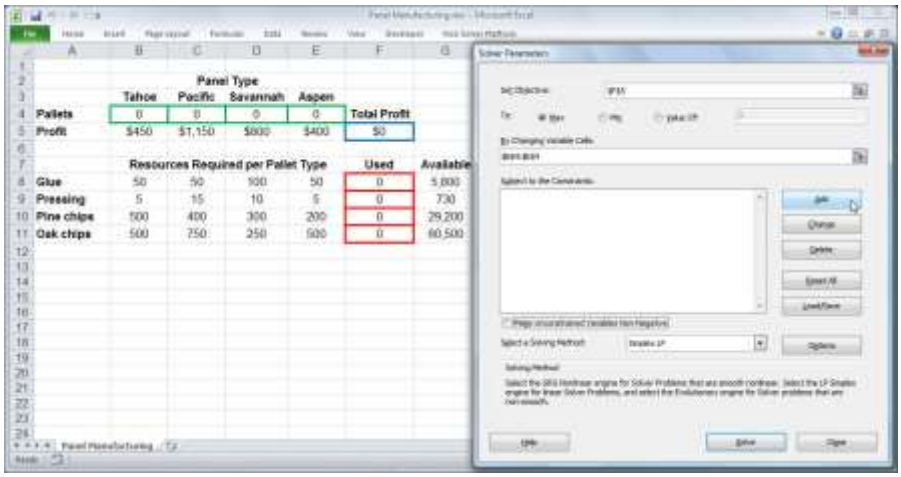


Figura 11: Herramienta Solver en programa Excel
Fuente: Google Imágenes

Open Solver. Es un complemento que amplía el Solver de Excel con un solucionador lineal más potente adecuado para manejar programación lineal y modelos de programación.

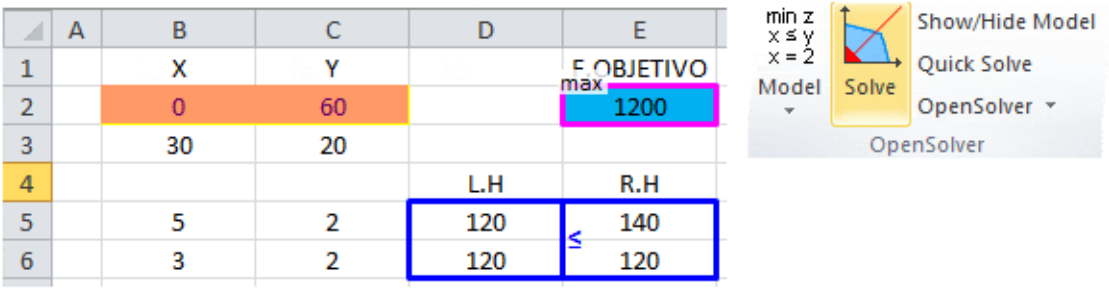


Figura 12: Herramienta Open Solver en programa Excel
Fuente: Google Imágenes

1.3.1.8. Tipos de soluciones de un problema de PL

En un artículo reciente dado por Méndez (2020) menciona que al resolver un problema de Programación lineal se pueden encontrar diversas soluciones, por ejemplo:

a) Solución Única. las variables de decisión toman un solo valor.
b) Solución Múltiple. Las variables de decisión toman más de un valor.
c) Solución Acotada. No existe un valor para la función objetivo.
d) Solución no factible. El resultado no cumple con las restricciones.

Supuestos de Modelo

Para Anderson, Sweeney, Williams, Camm y Martin (2011) los supuestos básicos que todo modelo debe cumplir son.

a) El supuesto de Proporcionalidad hace referencia a que el uso de los recursos debe ser proporcional al nivel de cada actividad separada, es decir que para realizar un producto “X” se necesita 2 unidades del recurso “a” entonces para fabricar 3 unidades del producto “X” se utilizaran 6 del recurso “a”.
b) El supuesto de Aditividad se refiere a que la suma de las contribuciones individuales de cada variable es igual a la contribución total de las mismas.
c) El supuesto de Divisibilidad se refiere a que todas las variables pueden tomar valores continuos o enteros.

Asimismo, López (1993) indica que existe un cuarto supuesto de modelo de programación lineal denominado certidumbre hace referencia a que los valores de cada parámetro del modelo son constantes conocidas, lo que nuestro modelo cumple satisfactoriamente.

Y, por último, el supuesto de no negatividad donde todas las variables toman valores iguales o superiores a cero.

1.3.1.9. Análisis de Sensibilidad

Izar (2012) comenta que el análisis de sensibilidad estudia los cambios que pueda tener la función objetivo al realizar diversas modificaciones ya sea en las constantes de las restricciones, los coeficientes de la función a optimizar, además de analizar adición de nuevas restricciones o variables, etc.

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
D5	Cantidad a Producir smartphon	100	0	800	200	550
E5	Cantidad a Producir tablets	50	0	500	1100	100

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
D12	R1: HH smartphones	2500	36.6666667	2500	1500	1500
D13	R2: MP smartphones	50000	0.26666667	50000	75000	18750

***Figura 13*:** Informe de Sensibilidad mediante Excel
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 13 se observa el informe de sensibilidad generado en Excel, el cual para realizar un buen análisis de un informe de sensibilidad debemos tener en cuenta los siguientes términos.

a) **Final Valor.** Indica los valores de solución óptima para cada variable.
b) **Reducido Coste.** Es considerado gradiente, es la derivación de la función objetivo con respecto a cada una de las variables.
c) **Objetivo Coeficiente**. Representa los coeficientes de la función objetivo
d) **Permisible Aumentar.** Hace referencia hasta qué punto puede incrementar la desigualdad de la restricción o el incremento permitido en los coeficientes de la función objetivo sin que varíe el precio sombra.
e) **Permisible Reducir.** Hace referencia hasta qué punto puede disminuir la desigualdad de la restricción o el incremento permitido en los coeficientes de la función objetivo sin que varíe el precio sombra.

f) **Precio Sombra.** También conocido como precio dual, representa el costo que la empresa está dispuesto a pagar al adquirir un nuevo producto.

g) **Restricción al lado derecho.** Son los límites que se imponen a las variables de decisión. Indica el valor que tiene el lado derecho de las desigualdades.

1.3.1.10. Pronósticos

Cuando hablamos de pronósticos se nos viene a la mente lo que sucederá en un futuro, Pindyck y Rubinfeld (2001) mencionan que los pronósticos son estimaciones cuantitativas de lo que pueda pasar en un futuro y se realiza con la información actual y de años atrás.

Asimismo, Ullmann (1979) afirma que los pronósticos se basan en información antigua, sin embargo, estos datos no pueden ser verídicos, hace un énfasis que no existe otro estudio cuidadoso y exhaustivo de lo que hace que las cosas sucedan.

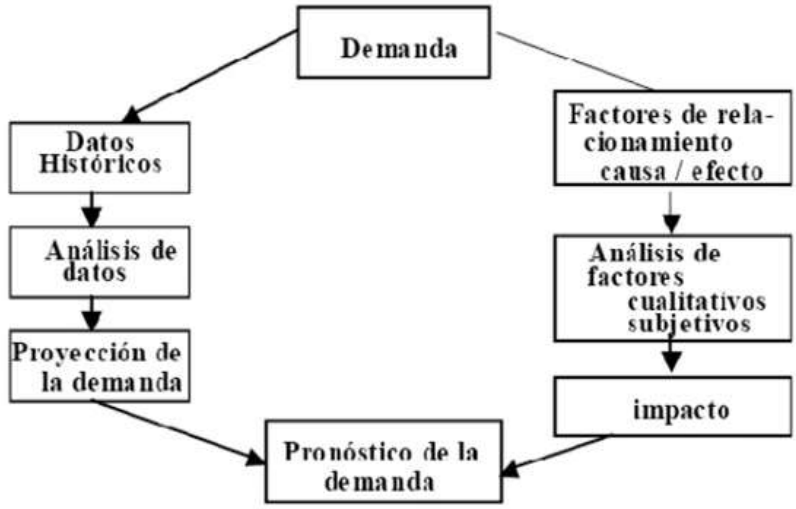


Figura 14: Modelo general de la realización de un pronostico
Fuente: Google Imágenes

Al pronosticar la demanda de producción es necesario tener los datos históricos de ella para así analizar y proyectar la demanda a un tiempo determinado, además se debe tener en cuenta los factores de relacionamiento analizando los factores cualitativos como se puede observar en la figura 14.

Horizonte de tiempo de Pronósticos

Heizer y Render (2009) argumentan que los pronósticos se clasifican por el horizonte de tiempo futuro, un pronóstico a corto plazo suele ser hasta un año donde se decide hasta que nivel producir, mano de obra o planear compras a realizar; un pronóstico a mediano plazo suele ser hasta tres años donde se analizan a más detalle los planes operativos de una empresa y un pronóstico a largo plazo tiene una extensión de cinco años donde se plantean realizar nuevos productos o compras de maquinaria.

1.3.1.11. Métodos de Pronósticos

a) Métodos Cualitativos

Según Heizer y Render (2009) los métodos cualitativos son:

Método Delphi. En este método intervienen tres participantes, el personal ayuda a tomar las decisiones con respecto a cuestionario y/o encuestas; el grupo de entrevistados proporciona información a los que toman decisiones y por último están las personas que toman las decisiones para realizar el pronóstico.

Encuestas de mercado. Este método es importante ya que se conoce los posibles clientes a comprar el producto en un futuro, esto ayuda a mejorar la planeación y diseño de nuevos productos.

Jurado de opinión ejecutiva. Se basa en la experiencia y los conocimientos de los altos mandos con el fin de pronosticar la demanda, además permite tomar decisiones de manera rápida y sencilla sin generar costos.

Compuesto de fuerza de ventas. Es el enfoque cuando cada vendedor es el responsable de estimar sus ventas en su región, para luego ser analizadas y asegurar que estos pronósticos sean realistas.

b) Métodos Cuantitativos

Modelo de serie de tiempo. Según Farrera (2013) las series de tiempo son las secuencias de los datos históricos que brindan información uniforme. Una serie de tiempo puede ser estacionaria, estacional y con tendencia.

Figura 15: Ejemplo de series de tiempo
Fuente: Farrera (2013)

Promedio Móvil Simple. Heizer y Render (2004) menciona que el promedio móvil simple es la estimación de la demanda del próximo periodo. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{P.M.} = \frac{\sum \text{Demanda en n periodos previos}}{\text{n}}$$

Promedio Móvil Ponderado. Heizer y Render (2004) menciona que cuando se presentan patrones o tendencias es necesario utilizar patrones. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{P.M. P.} = \frac{\sum(\text{ponderacion para periodo n})(\text{demanda en periodo n})}{\sum \text{ponderaciones}}$$

Suavización Exponencial: Everett y Ronald (1991) comentan que los modelos de suavización exponencial se usan frecuentemente en la administración de operaciones, quienes reciben un peso mayor son la demanda de los periodos más recientes. Calculándose de la siguiente manera:

$$F_t = F_{t-1} + A(D_{t-1} - F_{t-1})$$

Modelo Causal. Según Farrera (2013) se denomina causal por lo que las variables tienen relación causa-efecto, se utiliza este modelo cuando los datos recopilados son transversales.

c) Análisis de Regresión Lineal

También se pueden utilizar para pronósticos de series de tiempo, pues es una técnica que se utiliza para pronosticar una variable sobre otra. (Chase, Jacobs, Aquilano, 2009).

d) Regresión Múltiple

En este método se considera un cierto número de variables y sus efectos de cada uno en el rubro de interés, es adecuado realizar este método cuando existen varios factores que influyen en la variable de estudio. (Chase, Jacobs, Aquilano, 2009).

Errores de Pronóstico

Todo pronóstico tiene un estimado de error por lo que hay un 100% de probabilidades de que en la realidad suceda tal y como está la proyección, por eso es importante saber que tan incorrecto puede ser. En la figura 16 se muestran las fórmulas para calcular el error.

Error promedio de pronóstico (MFE)

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(A_t - F_1)}{n}$$

$$MFE = \frac{\sum_{t=1}^{n}(A_t - F_1)}{n}$$

Desviación Media Absoluta (MAD)

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n}|A_t - F_1|}{n}$$

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^{n}|A_t - F_1|}{n}$$

Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE)

$$= \frac{\sum_{t=1}^{n}\frac{|A_t - F_t|}{|A_t|}}{n}$$

Figura 16: Formulas para calcular error de pronósticos
Fuente: Elaboración Propia

1.3.1.12. Planificación de la Producción

Es un proceso que toda empresa debe tener en cuenta, ya que mediante la planificación se determina la cantidad a producir teniendo en cuenta los recursos que posee y la cantidad máxima que puede producir en la organización.

Paredes (2001) menciona que la planificación de la producción son actividades que se deben realizar en un futuro, haciendo uso oportuno de los recursos que se emplean en la producción.

Santos (2007) sustenta que el objetivo es satisfacer las necesidades del cliente, utilizando eficientemente los recursos, ya sea a corto o largo plazo.

Etapas de la Planificación de la Producción

a) Planeación agregada

La planeación agregada se encarga de establecer las tasas de producción de un determinado grupo de productos a mediano plazo, que suele estar entre 3 y 18 meses, el término “agregada” hace referencia a que combina la producción, el cual se suele expresar en unidades corrientes ya sea familias de productos o su equivalente. (Chase, Jacobs, Aquilano, 2009).

Existen 3 tipos de planeación agregada las cuales son: Planes de capacidad constante, planes ajustados a la demanda y mixto, el primero consiste en usar fuerza laboral constante, produce cantidades similares y usa la acumulación de inventario y faltante para satisfacer los altos y bajos de la demanda. El segundo plan no tiene inventarios porque como su nombre lo dice se ajusta a la demanda, esto quiere decir que produce lo que la demanda requiere y además usa variaciones en la cantidad de operarios, por último, el plan mixto es una combinación de los dos planes anteriormente mencionados.

b) Programa maestro de producción

De la Fuente, García, Gómez y Puente (2006) comentan que el programa maestro de producción señala las cantidades específicas que se necesita para satisfacer la demanda con una fecha prevista de entrega, usualmente se refiere a los artículos finales. Para el cálculo de ello se debe tener en cuenta los objetivos trazados por cada área de la empresa.

d) Planificación de los requerimientos de material (MRP)

Es un sistema que tiene como objetivo determinar las cantidades necesaria ya sea materia prima, componentes, ensambles requeridos en el horizonte de planeamiento para poder satisfacer el programa maestro de producción. El MRP considera una capacidad ilimitada de producción.

1.3.2. Maximizar la utilidad

1.3.2.1. Maximizar

Según la Real Academia Española, Maximizar significa intentar que alcance su máximo rendimiento

Maximizar en término económico se refiere a la búsqueda del máximo rendimiento de una empresa, aprovechando todos los recursos disponibles.

1.3.2.2. Utilidad

En términos de economía, LeRoy y Meiners (1988) definen a la utilidad como “las preferencias de un individuo o la satisfacción que se recibe del consumo de unidades particulares de un bien” (p. 58).

Sin embargo, en términos financieros la utilidad significa ganancia que se obtiene al realizar una inversión o una venta, esto se observa mediante la realización de los estados financieros.

Baltra (1965) define la palabra utilidad como una propiedad objetiva de las cosas, como por el ejemplo el carbón es útil para producir calor.

1.3.2.3. Maximizar la utilidad

Al hablar de maximizar la utilidad hacemos referencia a aumentar los ingresos en una empresa. Esteban, García, Narros, Olarte, Reinares y Saco (2008) menciona que “maximizar las utilidades es el objetivo preferente de la mayoría de empresas, grandes o pequeñas” (p. 502). Los autores aseguran que subir los precios de los productos no es la forma de generar utilidades, sino que se debe realizar un estudio concreto.

En términos administrativos, maximizar la utilidad hace referencia a que la empresa busca como quebrantar la ley de la oferta y demanda. (Sapag, 2007)

Por otro lado, el término maximizar la utilidad para muchos empresarios es sinónimo de minimizar costos, elaborando ciertos ajustes en las variables que acatan las decisiones de la empresa. (Pereira y Gómez, 2006).

En términos de economía, LeRoy y Meiners (1988) definen a la utilidad como "las preferencias de un individuo o la satisfacción que se recibe del consumo de unidades particulares de un bien" (p. 58)

1.3.2.4. Tipos de utilidad

Según Pérez (2017) una empresa crea utilidades de tiempo, forma, lugar y propiedad, en la figura 17 plantea conceptos básicos sobre ellos, cabe resaltar que cuando se habla de utilidad de tiempo y de lugar se relaciona a la distribución, en cambio la utilidad de forma está relacionada a la producción de la empresa.

Utilidad de forma	Creada por la función de la producción
Utilidad de tiempo	Cuando el producto este a disposición del cliente en fechas futuras
Utilidad de lugar	Cuando el producto este a disposición del cliente en un lugar determinado
Utilidad de propiedad	Se dispone la transferencia del dominio de cliente a comprador

Figura 17: Tipos de utilidades que crea una empresa
Fuente: Elaboración Propia en relación a Pérez (2017)

Clasificación de la utilidad

Utilidad Bruta. Es la diferencia entre las ventas de la empresa y los costos de ventas, a excepción de los costos fijos. Es decir, es la ganancia que se tiene al vender un producto descontando lo que ha costado fabricarlo u obtenerlo.

Utilidad Operacional. Es un indicador de flexibilidad y competencia gerencial, es decir es la diferencia entre los ingresos y gastos operacionales aquellos que son directamente relacionados con la empresa.

Utilidad Neta. Es el beneficio económico que la empresa tiene para ser repartido entre los socios de la empresa.

Utilidad Bruta

U.B. = Ventas Netas- Costo de Ventas

Utilidad Operacional

U.O. = Ingresos operacionales - costos y gastos operacionales

Utilidad Neta

U.N. = Utilidad antes de impuestos - Impuesto de renta - Reserva Legal

Figura 18: Formulas para calcular las utilidades
Fuente: Elaboración Propia

1.4. Formulación del Problema

¿La aplicación de la Programación lineal permitirá maximizar la utilidad de una empresa molinera Lambayecana?

1.5. Justificación e importancia del estudio

En un mundo muy competitivo, las empresas buscan optimizar sus utilidades para seguir permaneciendo en el mercado, para ello es necesario utilizar una herramienta que ayude a su logro, existen varios factores que se deben tener en cuenta y uno de ellos es la planificación de la producción, este factor debe realizarse de la mejor manera para que la empresa realice un adecuado uso de sus recursos logrando responder a la demanda, de esta manera incrementando sus ventas y por ende aumentando su utilidad.

Por ese motivo, este proyecto de investigación es de vital importancia ya que la programación lineal es una de las técnicas más relevantes porque hace énfasis en la optimización de un objetivo, en este caso para que una empresa molinera de

la región pueda maximizar sus utilidades y poder tener una ventaja competitiva con las empresas pertenecientes a este mismo rubro que cada vez va en aumento. Se sabe que esta herramienta ayuda a una empresa a mejorar en el proceso de la toma de decisiones.

Si bien las empresas dedicadas al rubro de producción en nuestra región desconocen de herramientas que ayuden a maximizar sus utilidades, este proyecto de investigación servirá como guía para optimizar su proceso de planificación de producción haciendo uso de programación lineal mediante una interfaz de Excel que es un software que toda empresa tiene al alcance.

1.6. Hipótesis

La aplicación de la programación lineal maximiza la utilidad de una empresa molinera Lambayecana.

1.7. Objetivos

Objetivo General

Aplicar la programación lineal para maximizar la utilidad de una empresa molinera Lambayecana.

Objetivos Específicos

a) Diagnosticar la situación actual de una empresa molinera teniendo en cuenta las utilidades.
b) Determinar las restricciones del estudio.
c) Elaborar un modelo de programación lineal para la planificación de la producción que le permita maximizar la utilidad en una empresa molinera.
d) Desarrollar el modelo de programación lineal, a través de la herramienta Solver de Excel.
e) Analizar los resultados obtenidos del modelo.
f) Evaluar el Beneficio - Costo de la propuesta de investigación.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo de Estudio y Diseño de Investigación

Tipo de Investigación

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo ya que se manejó datos históricos de la producción para la asociación de las variables.

Asimismo, según su aplicación esta investigación es de tipo descriptiva ya que permitió describir la situación actual de una empresa molinera Lambayecana teniendo en cuenta las utilidades y según su propósito, es una investigación aplicada puesto a que se utilizó la herramienta Solver para aplicar el modelo de programación lineal.

Diseño de Investigación

La investigación desarrollada tiene como diseño no experimental y transversal; es no experimental porque solo se limitó a observar la realidad problemática de una empresa molinera para posteriormente en base de la información obtenida proponer mejoras, además que las variables de estudio no fueron manipuladas y es transversal ya que la información fue recogida en un momento determinado.

2.2. Variables y Operacionalización

Tabla 2
Operacionalización de variable independiente

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
Programación Lineal	Variables de Decisión	# de variables	Entrevista Análisis Documentario	Cuestionario Guía de Análisis documentarios
	Función Objetivo	Max= C1X1 + C2X2 + C3X3 + …….+CnXn		
	Restricciones	Gi(x)<=b Gi(x)>=b Gi(x)=b		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3
Operacionalización de variable dependiente

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
Maximizar la Utilidad	Utilidad Bruta	Ingresos por Ventas-Costo de Venta	Entrevista Análisis Documental	Cuestionario Guía de Análisis documental

Fuente: Elaboración Propia

2.3. Población y Muestra

Población

Para la presente investigación la población son los procesos y recursos de una empresa molinera lambayecana.

Muestra

La muestra de esta investigación son los procesos y recursos en el área de pilado de arroz de una empresa molinera lambayecana.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Las técnicas que se emplearon para la recolección de información en el desarrollo de la presente investigación son.

a) **Entrevista.** Esta técnica hace referencia a un diálogo entre dos o más personas con el fin de tratar un asunto, está conformado por entrevistador que es quien realiza las preguntas y el entrevistado que responde dichas preguntas, para ello se realizó una entrevista a la persona encargada del área de producción con el fin de obtener información sobre la situación actual de la empresa molinera.

b) **Análisis Documentario.** Son las operaciones que tienen como finalidad presentar la información de un documento diferente a la original para facilitar su consulta. El jefe de producción facilitó información documentaria acerca de las ventas, producción histórica y costos de producción que es de gran importancia para la realización del modelo de programación lineal.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron los siguientes instrumentos para recolección de la información

a) **Cuestionario.** Es un instrumento que contiene un conjunto de preguntas que sirven para obtener información de un determinado asunto. En el presente estudio, las preguntas realizadas permitieron determinar la

situación actual de la empresa teniendo en cuentas las utilidades y el proceso de su planificación de la producción.

b) **Guía de Análisis Documentario.** Se identificó la información más importante para el desarrollo de la investigación.

2.4.3. Validez y Confiabilidad

La recolección de datos es primordial para el desarrollo de una investigación, por lo que se convierte en una información confidencial y valiosa, para ello es necesario validar los instrumentos de recolección de datos antes de ser aplicados para así tener una información adecuada, por ende, se validó por medio de 3 expertos conocedores del tema de investigación, de tal modo puedan dar el visto bueno o en todo caso hacer las observaciones para ser corregidos y finalmente aplicarlo.

La presente investigación no realizó la confiabilidad ya que no existe el instrumento de encuesta.

2.5. Procedimiento de análisis de datos

En la presente investigación se establecieron técnicas e instrumentos de recolección de datos dependiendo de las variables en estudio, para analizar esta información se procesó los datos usando Microsoft Word y Excel, luego de ello se interpretó los resultados de la información recogido en la entrevista y análisis documental para la elaboración del modelo de programación lineal.

2.6. Criterios éticos

El proyecto de investigación cumplió con las normas y criterios éticos del Reglamento de Investigación dada por la Universidad Señor de Sipán, asimismo se siguió con los siguientes criterios éticos.

Confidencialidad. la información brindada por la empresa no es compartida.

Consentimiento aprobado. la investigación tiene la autorización de la empresa siempre y cuando no se revele el nombre de esta, por ende, la presente investigación cumple con este principio ético.

Originalidad. la información mostrada está debidamente citada para así evitar el plagio intelectual.

2.7. Criterios de rigor científico

Para el desarrollo de la investigación se tuvo en cuenta los lineamientos del método científico, la cual estará bajo un enfoque cuantitativo, siguiendo los siguientes criterios:

Validez. Para poder cumplir este criterio, los instrumentos fueron correctamente validados

Aplicabilidad. Los resultados que se obtienen en la presente investigación son posible aplicarlos en la empresa y en otras similares.

III. RESULTADOS

3.1. Diagnóstico de la empresa

3.1.1. Información general

El molino donde se realizó la presente investigación se encuentra dentro de la región Lambayeque, actualmente brinda el servicio de pilado y comercialización de arroz, destacándose por la calidad que tiene en la gran variedad de presentaciones de arroz que brinda.

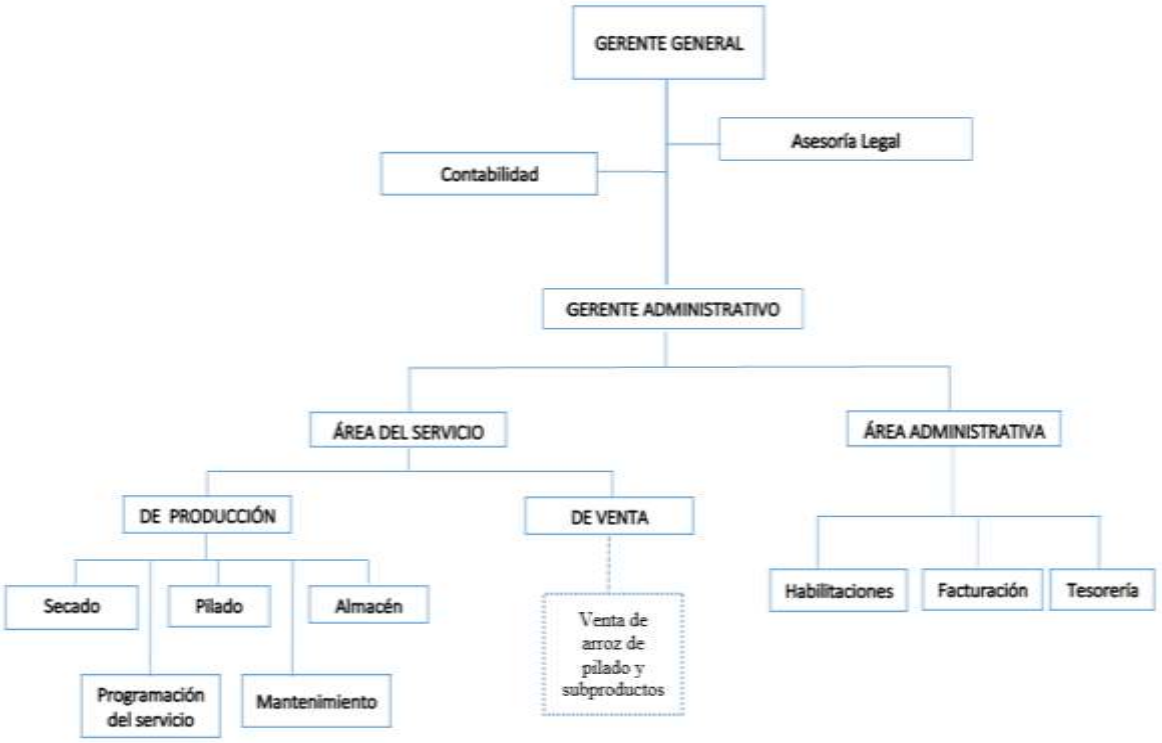


Figura 19: Organigrama
Fuente: Elaboración propia

a) Productos

Este molino Lambayecano cuenta con una amplia gama de variedades de arroz, destacando entre ellos los siguientes.

Tabla 4
Productos

PRODUCTO	PESO
Casserita Amarillo	50kg.
Casserita Fucsia	49kg.
Coloso Amarillo	50kg.
Coloso Verde	49kg
Delinor Amarillo	49kg.
Delinor Fucsia	49kg.
Granizado Cristal	50kg.
Margarita Cristal	50kg.
Molinera Cristal	50kg.
Nakar Fucsia	49kg.
Nakar Turquesa	50kg.
Olimpico Cristal	50kg.
Pato Graneadito	50kg.
Rendidor L	50kg.
Tinajones Verdes	49kg.
Rendidor Amarillo	50kg.

Fuente: Molino Lambayecano

Por otro lado, en el proceso del pilado de arroz se obtienen subproductos que también son vendidos, los cuales se muestran en la tabla 5, lo que es desechado es la pajilla.

Tabla 5
Subproductos

SUBPRODUCTOS
Arrocillo “A”
Arrocillo “B”
Arrocillo “C”
Arrocillo “D”
Rechazo Combate
Rechazo Superior
Ñelen
Polvillo

Fuente: Elaboración Propia

b) Mano de obra

El molino tiene en planilla un total de 20 colaboradores los que están distribuidos en las diferentes áreas, asimismo cuenta con personal que no se encuentran en planilla entre ellos están los que forman parte de la cuadrilla que son los que se ocupan de descargar los sacos de los camiones, llevar los sacos de arroz al área de secado y de cargar los sacos que ya han sido pilados al almacén de productos terminados.

c) **Maquinaria y equipos**

Tabla 6
Maquinarias y Equipos

MÁQUINA Y/O EQUIPO	CANTIDAD
Prelimpiadora Kepler	1
Descascaradora	3
Mesa Paddy	2
Despendradora	1
Pulidora	2
Hidropulidora	1
Zaranda	1
Selectora	2
Balanzas	3
Elevadores	5

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2. Descripción del proceso productivo

a. Recepción de la Materia Prima. La materia prima es proveniente de las chacras o campos de cultivo sea tanto de cliente externo o de la misma empresa, la cual es trasladado por camiones.

b. Secado Natural. El secado se realiza al aire libre en una zona disponible o mayormente llamado pampa, donde se utilizan carpas de polipropileno, normalmente la duración de este proceso es de 6 horas, pero varía de acuerdo al producto que se quiera obtener.

c. Pre-Limpia. Para este proceso, la materia prima es colocada en una tolva donde el arroz paddy ingresa en una zaranda vibratoria que cuenta con una capacidad de 100 sacos por hora.

d. Descascarado. Este proceso se realiza en la máquina descascaradora donde dos rodillos giran inversamente para así obtener el arroz y la pajilla.

e. Separación de arroz con/sin cáscara. El arroz es separado en tres grupos: paddy, paddy y grano moreno y grano descascarado moreno. El primero regresa a la descascaradora, el segundo grupo regresa a la mesa por el sinfín y el tercero ingresa a la pulidora.

f. Pulido o Blanqueado. Este proceso consta de dos pasadas; primero se pule el arroz hasta llegar a un nivel del 30% donde se limpió el polvillo que el arroz contiene; seguido de ello se pule el arroz por segunda vez hasta llegar a un nivel del 60%; finalmente para dar brillo al grano de arroz se hace un último pulido.

g. Clasificado. Consiste en seleccionar y separar los granos quebrados, ñellen y partículas que estén fuera de los rangos de la calidad del producto final, quedando listo para el pesado y envasado.

h. Selección. En esta etapa se selecciona el grano con el fin de obtener el descarte como mancha, panza blanca y tiza. Consiguiendo un grano ya entero y completamente limpio sin defecto alguno.

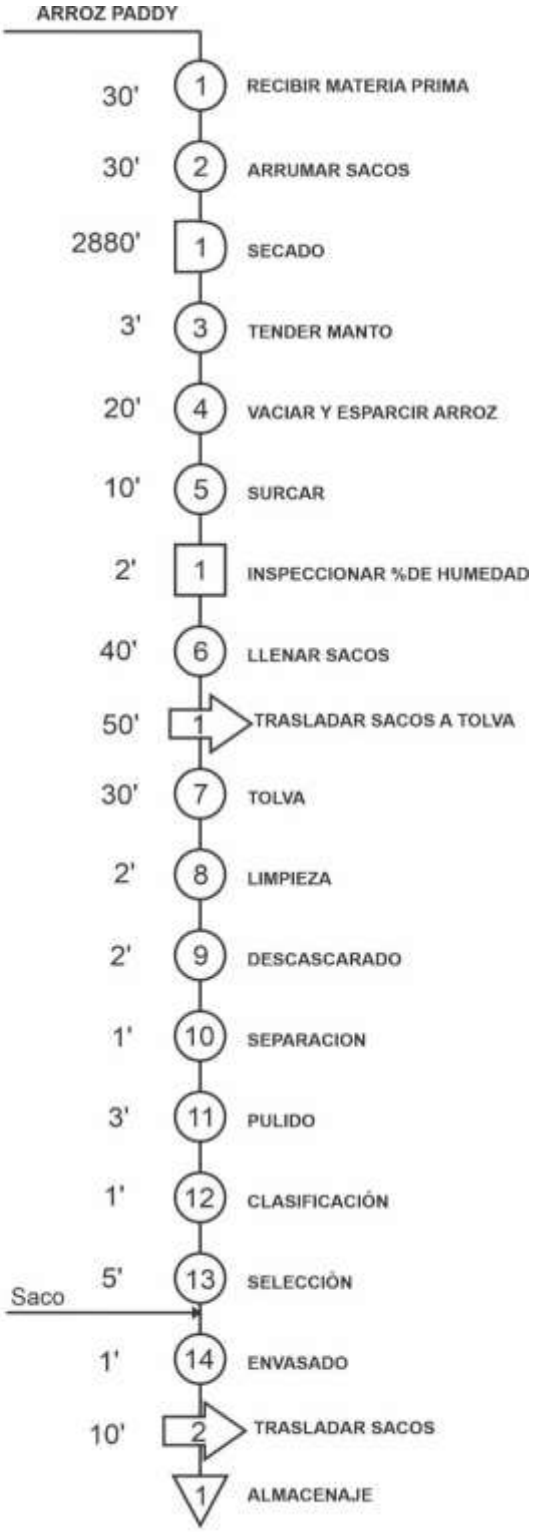
i. Envasado. Este proceso se realiza por medio de un operario, en la que se encarga de pesar el arroz en cada saco para luego ser cosido y almacenado.

Diagrama de Operaciones

ACTIVIDAD	CANTIDAD
○	7
□	1
◎	2
TOTAL	10

Figura 20: Diagrama de Operaciones
Fuente: Elaboración Propia

Diagrama de Análisis de Procesos



ACTIVIDAD	CANTIDAD	TIEMPO (minutos)
○	14	179
□	1	2
⇨	2	60
D	1	2880
▽	1	-
TOTAL	19	3121

Figura 21: Diagrama de Análisis del Proceso
Fuente: Elaboración Propia

Flujograma del proceso

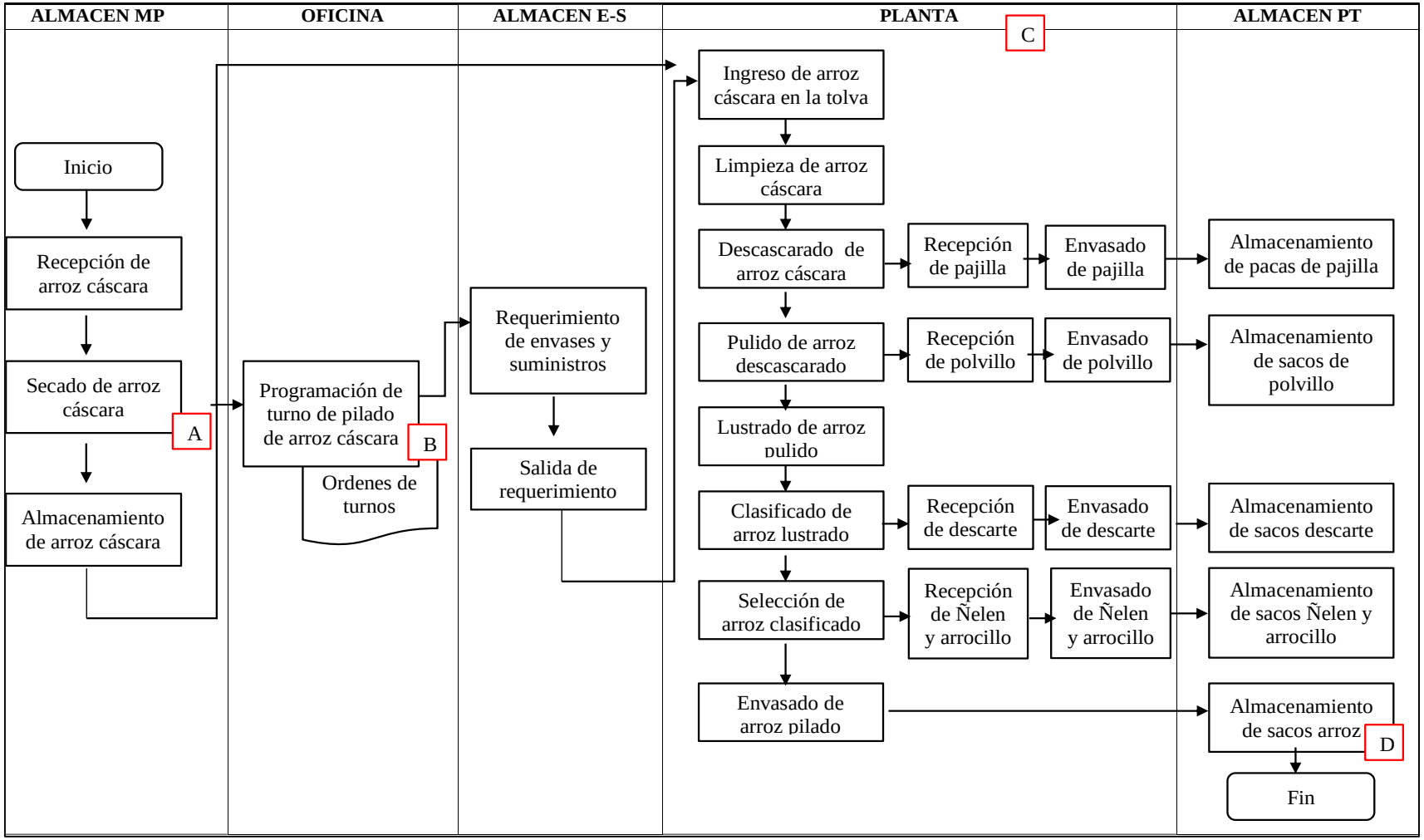


Figura 22: Flujograma del Proceso
Fuente: Elaboración Propia

3.1.3. Análisis de la problemática

3.1.3.1. Resultados de la aplicación de instrumentos

a. Entrevista

En la presente investigación se optó por realizar una entrevista a la persona encargada del Área de Producción, con la finalidad de obtener mayor información acerca de la producción de arroz que se tiene en la empresa, esta entrevista estuvo conformada por 15 interrogantes.

Pregunta 1: ¿Realizan planificación de la producción? ¿Utilizan alguna herramienta?

Actualmente en nuestra empresa planificamos la producción utilizando una base de datos mediante Excel, básicamente nos guiamos en nuestra capacidad de planta.

Pregunta 2: Si la respuesta a la pregunta anterior es afirmativa, ¿La herramienta favorece a la empresa en tener un mayor beneficio?

Tiene sus ventajas y desventajas, claro que nos favorece sin lugar a duda, pero en algunas veces como nos guiamos en la capacidad de planta, quedan inventarios y como sabrás eso genera un costo.

Pregunta 3: ¿Cómo se realiza su abastecimiento?

Con referencia a la materia prima existen dos formas, la primera es que el agricultor trae el arroz para realizar el servicio de pilado y la segunda es que el molino brinda dinero al agricultor para la siembra y cosecha, de esta manera, el molino contaría con su propia materia prima para la comercialización de sus marcas, cabe resaltar que para esta opción se asigna a un ingeniero que supervise todo el proceso desde la siembra hasta la llegada del arroz en cáscara al molino, con esto la empresa asegura de que se tenga la mejor calidad. Para los demás insumos se les solicita a los proveedores con los que cuenta la empresa, cabe recalcar que no se tiene una adecuada planificación de qué cantidad de insumos pedir y a veces no se le pide con el tiempo de anticipación adecuado.

Pregunta 4: ¿Cuáles son los servicios que brinda el molino a los clientes?

El molino brinda al agricultor; el servicio de financiamiento en la etapa final de su cosecha; préstamo de envases cosecheros; préstamo para el pago de flete de traslado del arroz hasta el molino, servicio de almacenaje y pilado.

Pregunta 5: ¿Han tenido ventas pérdidas? ¿A qué se debió?

Claro que sí, esto debido a que no se cumple con la producción diaria, en algunos casos se da por alguna falla que tenga la máquina.

Pregunta 6: ¿Utiliza Pronóstico para proyectar su demanda?

No, básicamente nos basamos en la experiencia que tenemos y de acuerdo a eso sabemos en qué meses se vende más de cada marca.

Pregunta 7: ¿En qué meses hay mayor producción y menos producción?

Los meses con mayor producción son Mayo, Junio y Julio ya que es la campaña de Piura y Lambayeque; y bueno en los demás meses es de acuerdo al acopio que se tiene con la materia prima.

Pregunta 8: ¿Cuál es su capacidad de producción?

La capacidad máxima de producción de la empresa es de 100 sacos por hora.

Pregunta 9: ¿Cuál es su disponibilidad máxima de materia prima?

En este molino la disponibilidad máxima que tenemos es de 1500 sacos/día sin embargo debemos tener en cuenta que hay meses donde el arroz no se produce a gran cantidad.

Pregunta 10: ¿Cuál es el costo por turno de trabajo?

Aquí se trabaja en dos turnos, turno día de 7:00a.m. a 5:45 p.m. y turno noche de 11:00 p.m. a 7:00a.m. el costo por mano de obra varia por ejemplo la persona encargada de las maquinas se da un abono de 70 soles, al pesador y jefe de ruma se le brinda 60 soles y cuadrilla gana por tonelada, los pagos se realizan diariamente.

Pregunta 11: ¿Cuál es el costo de inventario por saco de arroz?

El costo por saco es de S/1.50

Pregunta 12: ¿Realizan horas extras? ¿A qué se debe?

Son muy pocas las veces que realizamos horas extras esto debido a algún problema con la energía eléctrica, paralización de las maquinas, por falta de un trabajador o porque aún no se cumple la meta de producción diaria.

Pregunta 13: ¿Cuántas horas extras como máximo pueden hacer por turno?

Aproximadamente dos horas por turno, para poder cumplir con las expectativas de nuestra empresa.

Pregunta 14: ¿Cuál es el costo de hora extra por turno?

Como te comentaba los pagos son diferentes depende a lo que uno realiza y nos basamos a lo que dice la ley que 25% más de lo que se paga normalmente.

Pregunta 15: ¿Cuántos trabajadores participan en el proceso de pilado de arroz?

En el proceso participan 1 maquinista, 4 arrumadores, 1 pesador, 5 en cuadrilla para tolvear y 1 encargado en control de calidad por turno.

La ejecución de esta entrevista nos ayudó a tener mayor información del proceso de pilado de arroz, este molino cuenta con una gran variedad de productos generando una gran demanda sin embargo no cuenta con una buena planificación en su producción debido a que se basan en la capacidad de planta, además no realizan pronósticos de sus productos ya que como lo comentaba esto lo realizan de acuerdo a experiencia de meses anteriores, sin embargo se debe tener en cuenta que los meses de Mayo, Junio y Julio son los meses donde se da mayor producción de arroz debido a que es campaña de Piura y Lambayeque, por ende un buen pronóstico evitaría que se generen inventarios con un costo negativo en la empresa. Asimismo, tuvieron ventas perdidas debido a la paralización de algunas de sus maquinas la cual daña el proceso de pilado haciendo que no cumplan con su producción diaria establecida, para ello el molino realiza horas extras pagadas para cumplir con ello.

b. Análisis Documentario

La empresa molinera Lambayecana brindó distintos documentos la cual es procesado en tablas para una mejor visualización, esta información es de gran ayuda para la elaboración del modelo de programación lineal a plantear en nuestra investigación.

b.1) Reporte de producción

La empresa tiene registrado mensualmente la producción de arroz en sacos de las distintas marcas que se realizan, así como también registran los subproductos que se obtienen en el proceso de pilado debido a que estos se comercializan en sacos, para ello, en la Tabla 7, 8 y 9 se visualizará la producción dada desde el mes de mayo del año 2019 hasta el mes de octubre del año 2020.

Tabla 7

Producción de productos en sacos durante el año 2019

PRODUCTO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Casserita Amarillo	1782	1243	1717	494	374	898	1179	394
Casserita Fucsia	2259	7064	8001	3645	4892	6872	4807	6757
Coloso Amarillo	2377	4927	8058	5866	7467	4537	6299	8949
Coloso Verde	710	2435	2871	2907	2069	6567	3877	2176
Delinor Amarillo	0	0	0	0	95	42	220	0
Delinor Fucsia	0	0	0	0	0	120	3289	4500
Granizado Cristal	0	265	877	97	230	145	626	270
Margarita Cristal	605	1923	1957	1434	1241	3488	2675	814
Molinera Cristal	0	0	220	0	0	100	0	0
Nakar Fucsia	157	75	0	125	252	0	115	0
Nakar Turquesa	4367	9388	4210	6516	6068	3720	3534	1175
Olimpico Cristal	1701	2243	2309	2265	2515	2445	2185	6031
Pato Graneadito	877	554	0	0	0	140	334	272
Rendidor L	0	0	306	0	0	104	0	0
Tinajones Verdes	73	58	478	779	837	683	771	531
Rendidor Amarillo	0	65	0	55	132	215	243	437

Fuente: Molino Lambayecano

Tabla 8

Producción de productos en sacos durante el año 2020

PRODUCTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
Casserita Amarillo	1780	2893	2538	606	469	49	727	0	0	508
Casserita Fucsia	10238	4963	810	1573	2543	3590	6033	76683	5983	4231
Coloso Amarillo	8856	12125	10724	1621	7479	10477	11004	8603	6784	8849
Coloso Verde	2294	1100	763	0	2137	664	1336	2414	3310	2654
Delinor Amarillo	0	0	0	142	0	0	182	259	0	0
Delinor Fucsia	2956	1244	5645	4587	4726	383	399	2018	927	2650
Granizado Cristal	1200	0	468	439	941	392	110	0	0	693
Margarita Cristal	1247	933	641	1079	522	765	1108	179	944	2192
Molinera Cristal	0	29	0	136	0	0	274	0	0	0
Nakar Fucsia	421	574	1185	368	364	0	531	726	0	592
Nakar Turquesa	1029	1757	852	943	634	915	86	0	362	2077
Olimpico Cristal	3908	4621	4650	6361	2233	4305	8851	7194	2664	5614
Pato Graneadito	229	1833	250	1170	827	0	171	653	0	0
Rendidor L	972	222	0	619	1423	1454	940	827	235	498
Tinajones Verdes	748	140	145	0	0	0	0	0	101	0
Rendidor Amarillo	132	0	307	0	253	283	178	738	538	155

Fuente: Molino Lambayecano

Tabla 9

Producción de subproductos en sacos durante el año 2019 - 2020

	MESES	ARROCILLO A	ARROCILLO B	ARROCILLO C	ARROCILLO D	RECHAZO SUPERIOR	RECHAZO COMBATE	ÑELEN	POLVILLLO
2019	MAYO	680	682	760	482	286	1559	202	5226
	JUNIO	1014	1583	1528	368	447	2982	471	9078
	JULIO	1322	1571	799	386	512	2793	448	8863
	AGOSTO	1426	1300	923	310	389	4162	403	7022
	SEPTIEMBRE	1531	1349	1022	411	418	2316	249	7037
	OCTUBRE	976	2548	762	350	447	2565	318	8380
	NOVIEMBRE	1117	2529	911	304	387	2130	250	8062
	DICIEMBRE	1789	2015	308	840	506	2081	287	8608
2020	ENERO	1358	2939	507	321	612	2804	283	12017
	FEBRERO	2491	1162	456	418	428	2676	146	8085
	MARZO	2364	889	346	801	508	2517	180	8278
	ABRIL	1763	980	268	177	704	1189	133	5694
	MAYO	1606	1587	282	232	374	1760	137	6793
	JUNIO	1975	587	290	17	380	1432	124	5569
	JULIO	2840	958	43	174	1033	1758	201	8156
	AGOSTO	2308	1474	0	65	611	1912	157	7111
	SEPTIEMBRE	1125	1144	50	0	218	1254	99	4764
	OCTUBRE	1922	1452	310	118	1082	2738	145	7253

Fuente: Molino Lambayecano

b.2) Precio de Venta

El precio de venta por saco de arroz varía de acuerdo a la calidad del producto, por ejemplo, el saco de arroz Casserita Amarillo se caracteriza por ser el producto más económico de este molino ya que se comercializa a un precio de S/72.00 en la Tabla 10 se visualiza los distintos precios que se da al cliente.

Tabla 10
Precio de Venta de los productos

PRODUCTO	PRECIO DE VENTA
Casserita Amarillo	S/72.00
Casserita Fucsia	S/110.00
Coloso Amarillo	S/121.00
Coloso Verde	S/123.00
Delinor Amarillo	S/115.00
Delinor Fucsia	S/114.00
Granizado Cristal	S/112.00
Margarita Cristal	S/118.00
Molinera Cristal	S/119.00
Nakar Fucsia	S/110.00
Nakar Turquesa	S/104.00
Olimpico Cristal	S/125.00
Pato Graneadito	S/129.00
Rendidor L	S/116.00
Tinajones Verdes	S/127.00
Rendidor Amarillo	S/118.00

Fuente: Molino Lambayecano

Los subproductos se obtienen en el proceso de pillado de arroz, por ejemplo, el arrocillo se comercializa en 4 presentaciones debido a la calidad en la que se obtiene, en la Tabla 11 se visualiza los precios que se da al cliente por saco.

Tabla 11
Precio de Venta de Subproductos

SUBPRODUCTOS	PRECIO DE VENTA
Arrocillo “A”	S/50.00
Arrocillo “B”	S/44.00
Arrocillo “C”	S/42.00
Arrocillo “D”	S/38.00
Rechazo Combate	S/52.00
Rechazo Superior	S/78.00
Ñelen	S/49.00
Polvillo	S/32.00

Fuente: Molino Lambayecano

b.3) Ingreso de arroz en cascara de cada variedad

El molino tiene registrado el ingreso de arroz en cascará o también conocido como arroz paddy por las distintas variedades que se obtienen de los agricultores, en la Tabla 12 se detalla cuantos kilos de arroz ingresan desde el mes de enero hasta el mes de octubre del año 2020.Cabe resaltar que se le denomina “sacas” a un conjunto de 15 sacos aproximadamente.

Tabla 12
Ingreso de Arroz en Cascara de cada variedad enero 2020 – octubre 2020

VARIEDAD	SACAS	KG	SACOS	KG	TOTAL KG
EL VALOR	1,399	1,874,143	20,532	1,921,011	3,795,154
ESPERANZA	40	54,159	2,090	199,694	253,853
FERON	589	756,864	4,211	374,274	1,131,138
GALAN	152	203,090	396	35,103	238,193
IDAL 186 FORTALEZA COSTA	21	26,645	3,584	343,866	370,511
IDAL 186 FORTALEZA SEL	33	44,350	367	32,550	76,900
IDAL115-COLOSAL	126	176,619	1,914	180,440	357,059
LA PUNTILLA	125	173,325	1,767	163,321	336,646
MALLAR	284	381,319	5,768	519,263	900,582
MORO	14	17,620	3,950	367,101	384,721
NIR	486	635,350	7,470	673,024	1,308,374
PAKAMUROS	52	70,731	440	41,435	112,166
POMPEYO	0	0	388	34,174	34,174
SAN ISIDRO	0	0	1,518	131,760	131,760
TINAJONES	421	574,192	9,637	901,071	1,475,263
VARIEDAD NO IDENTIFICADA	138	186,511	2,987	256,675	443,186
	3,879	5,174,918	67,017	6,174,762	11,349,680

Fuente: Molino Lambayecano

b.4) Inventario de semillas de arroz

Tabla 13
Inventario de Semillas de arroz en sacos del 2019

MARCAS	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
SEMILLA CERTIFICADA L-186 AGRONOR	168	7	0	282	214	0	582	149
SEMILLA CERTIFICADA L-186 IDAL	0	0	21	139	139	11	42	21
SEMILLACERTIFICADA LA PUNTILLA	4	4	0	63	50	205	12	0
SEMILLA CERTIFICADA PITIPO IDAL	94	85	70	60	0	60	60	60
SEMILLA CERTIFICADA TINAJONES AGRONOR	16	134	545	355	60	317	110	252
SEMILLA CERTIFICADA MALLARES AGRONOR	129	139	109	49	60	104	512	378
SEMILLA CERTIFICADA NIR AGRONOR	246	117	56	185	173	581	245	222
SEMILLA CERTIFICADA NIR IDAL	0	0	0	58	58	37	19	18
SEMILLA FERON AGRONOR	0	0	245	246	138	8	54	120
SEMILLA GALAN AGRONOR	37	118	37	17	25	25	74	25
SEMILLA REGISTRADA L-186 IDAL	0	0	21	21	15	11	42	21
SEMILLA REGISTRADA NIR IDAL	0	0	0	49	44	19	19	18
SEMILLA CERTIFICA COLOSAL	68	37	38	0	0	0	362	444

Fuente: Molino Lambayecano

Tabla 14

Inventario de Semillas de arroz en sacos del 2020

MARCAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
SEM. BASC. COLOSAL	0	0	0	0	0	0	30	30	30	30
SEM.CERT.L186 AGRONOR	8	8	0	0	0	14	0	336	483	474
SEM.CERT.TINAJONES IDAL	0	0	0	0	0	0	0	399	389	389
SEM.CERT. TINAJONES AGRONOR	9	9	40	40	35	11	187	187	7	7
SEM.CERT.L-115 IDAL	0	0	0	0	0	0	134	134	124	124
SEM.CERT.MALLARES IDAL	142	142	238	238	229	122	274	274	274	0
SEM.CERT.NIR AGRONOR	398	398	395	395	382	250	266	266	546	396
SEM.CERT.MALLARES AGRONOR	178	178	198	198	192	120	56	56	316	52
SEM.CERT.NIR IDAL	18	18	133	133	138	12	311	311	311	311
SEM.COLOSAL L-115 AGRONOR	205	205	197	197	167	275	134	154	154	154
SEM.REG.COLOSAL IDAL	0	0	0	0	0	0	0	56	56	56
SEM.REG.L-186 IDAL	21	21	21	21	19	24	21	51	46	45
SEM.REG.NIR IDAL	97	97	18	18	21	87	0	47	44	43
SEM.CERT.L-186 IDAL	0	0	0	0	0	0	0	161	138	28
SEM. REG. COLOSAL AGRONOR	0	0	0	0	0	0	56	0	0	0

Fuente: Molino Lambayecano

En la tabla 13 y 14 se observaron los inventarios en sacos de las distintas semillas de arroz que se obtienen para el proceso de pilado desde el mes de mayo del 2019 hasta el mes de octubre del 2020.

b.5) Clasificación de marcas

Las marcas de arroz y los subproductos se clasifican según su calidad tal como se detallará en la tabla 15 y 16.

Tabla 15

Clasificación de marcas según la calidad del producto

EXTRA	SUPERIOR DESPUNTADO	SUPERIOR	CORRIENTE
Coloso Amarillo	Casserita Fucsia	Nakar Turqueza	Casserita Amarillo
Olimpico Cristal	Coloso Verde	Granizado Cristal	Nakar Fucsia
Rendidor L	Delinor Fucsia		
Pato Graneadito	Margarita Cristal		
Rendidor Amarillo	Tinajones Verde		
Delinor Amarillo	Blanquito Rayado		
Molinera Cristal			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

Clasificación de marcas según la calidad de los subproductos

ARROCILLO	RECHAZO
Arrocillo A	Rechazo Superior
Arrocillo B	Rechazo Combate
Arrocillo C	
Arrocillo D	

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.2. Herramientas de diagnóstico

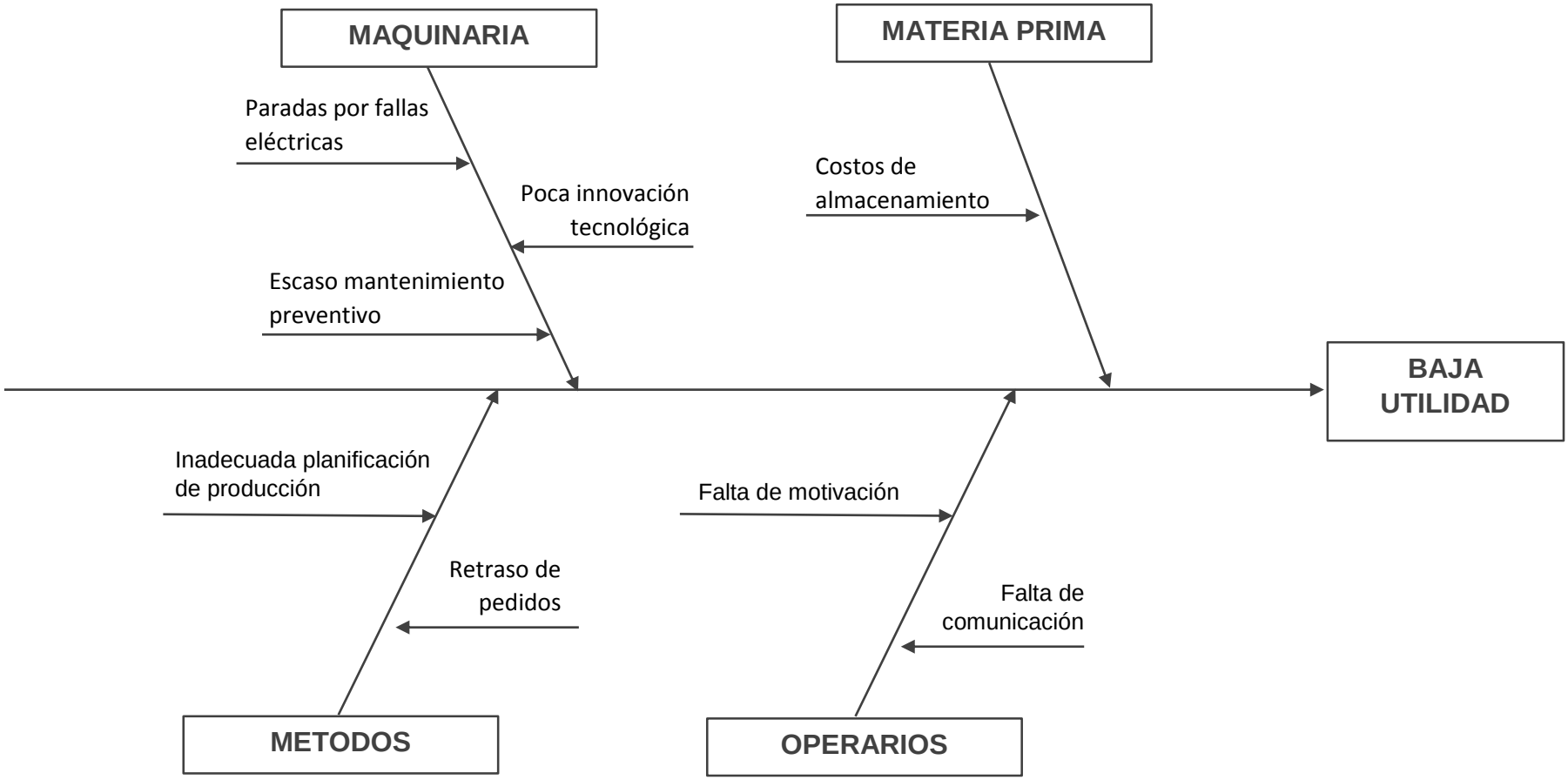


Figura 23: Diagrama de Ishikawa
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 23 se utilizó el Diagrama de Ishikawa para el diagnóstico del problema, en esta investigación el principal problema encontrado es la baja utilidad, ello origina efectos tanto en la maquinaria, materia prima, métodos incluso en los operarios.

La empresa genera ingresos gracias a los servicios que brinda, que es la comercialización de sus marcas de arroz, el servicio de pilado, almacenamiento de sacos y financiamiento para la cosecha a los agricultores, en la tabla 17 se muestra los ingresos obtenidos con estos servicios.

Tabla 17
Ingreso económico según modalidad

Modalidad de Ingreso	Ingreso	%	%Acumulado
Comercialización	S/. 72,604,205.00	98.03%	98.03%
Pilado	S/. 1,348,620.00	1.82%	99.85%
Almacenamiento	S/. 61,191.40	0.08%	99.94%
Financiamiento para Cosecha	S/. 47,311.60	0.06%	100.00%
	S/. 74,061,328.00	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

El diagrama de Pareto se realizó en función a la modalidad de ingreso observado en la figura 24, demuestra que tanto comercialización como pilado son los servicios que mayor impactan en los ingresos de la empresa.

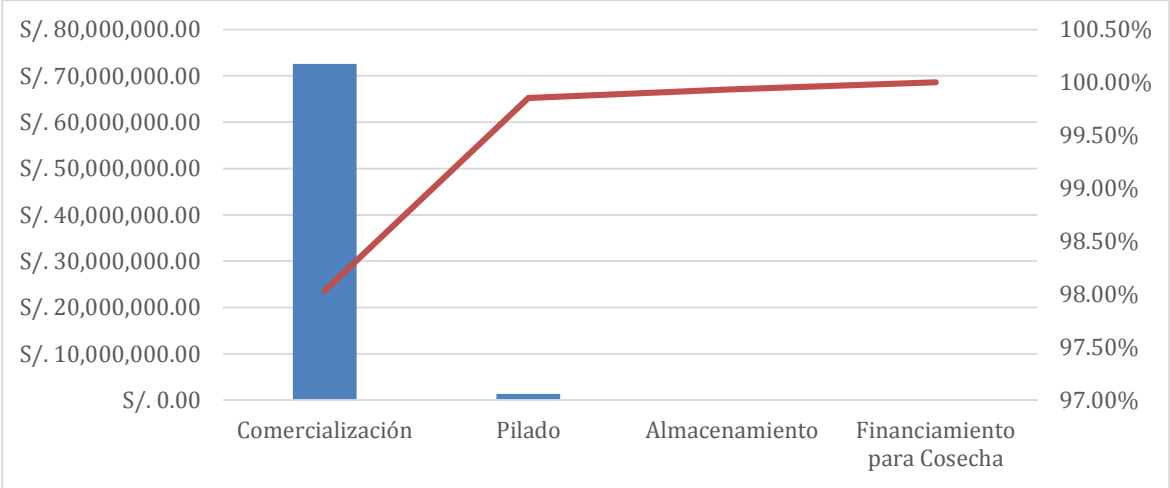


Figura 24: Diagrama de Pareto según modalidad
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 18

Ingreso económico de Arroz en Cascara de cada variedad

PRODUCTO	2019 - Octubre del 2020	Precio	Ingreso	%	%ACUMULADO
COLOSO AMARILLO	131688	S/. 121.00	S/. 15,934,248.00	25.69%	25.69%
OLIMPICO CRISTAL	71154	S/. 125.00	S/. 8,894,250.00	14.34%	40.02%
CASERITA FUCCIA	92707	S/. 110.00	S/. 10,197,770.00	16.44%	56.46%
NAKAR TURQUEZA	77773	S/. 104.00	S/. 8,088,392.00	13.04%	69.50%
COLOSO VERDE	37268	S/. 123.00	S/. 4,583,964.00	7.39%	76.89%
DELINOR FUCCIA	37640	S/. 114.00	S/. 4,290,960.00	6.92%	83.81%
MARGARITA CRISTAL	23404	S/. 118.00	S/. 2,761,672.00	4.45%	88.26%
CASERITA AMARILLO	30043	S/. 72.00	S/. 2,163,096.00	3.49%	91.75%
RENDIDOR L	10125	S/. 116.00	S/. 1,174,500.00	1.89%	93.64%
PATO GRANEADITO	7695	S/. 129.00	S/. 992,655.00	1.60%	95.24%
GRANIZADO CRISTAL	8478	S/. 112.00	S/. 949,536.00	1.53%	96.77%
TINAJONES VERDE	5253	S/. 127.00	S/. 667,131.00	1.08%	97.85%
NAKAR FUCCIA	6247	S/. 110.00	S/. 687,170.00	1.11%	98.95%
RENDIDOR AMARILLO	3373	S/. 118.00	S/. 398,014.00	0.64%	99.59%
DELINOR AMARILLO	902	S/. 115.00	S/. 103,730.00	0.17%	99.76%
MOLINERA CRISTAL	1242	S/. 119.00	S/. 147,798.00	0.24%	100.00%
TOTAL			S/. 62,034,886.00	100.00%	

Fuente: Elaboración Propia

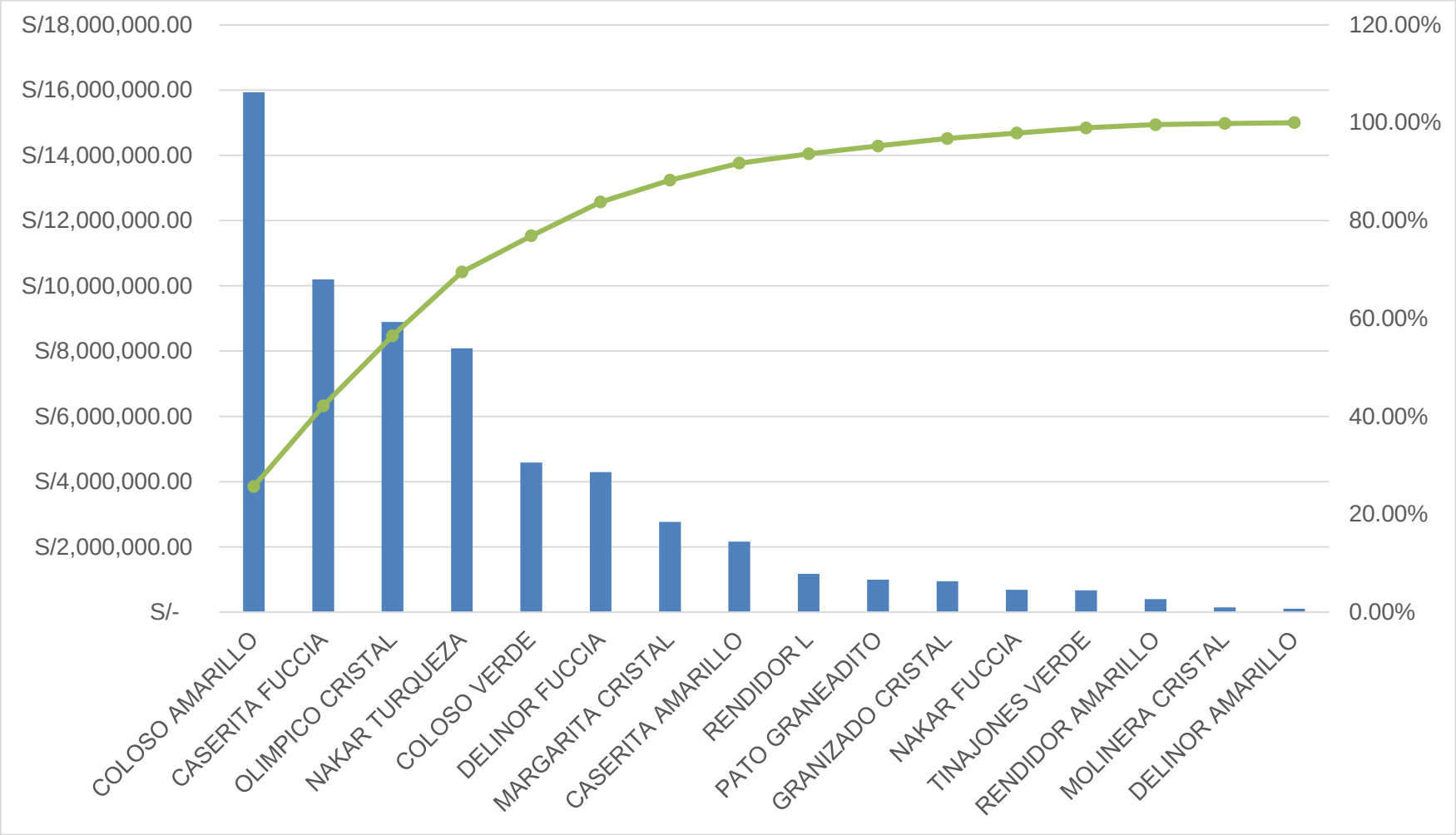


Figura 25: Diagrama de Pareto según productos
Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la Figura 24 los productos Coloso Amarillo, Olimpico Cristal, Casserita Fucsia, Olimpico Cristal, Nakar Turqueza, Coloso Verde y Delinor Fucsia representan el 83.81%, esto quiere decir que cualquier mejora dada a estos productos impactara positivamente en la empresa, ya que la regla de Pareto 80-20 nos dice que el 80% de los ingresos que tiene la empresa proviene del 20% de sus productos.

3.1.4. Situación actual de la variable dependiente

La variable dependiente de esta investigación es utilidad, la cual es representado en la utilidad bruta del molino lambayecano para ello es necesario tener de conocimiento las ventas y costos que se dieron durante el año 2019 y así saber cuál es la situación actual de ello.

Tabla 19

Ingreso económico por servicio de pilado 2019 -2020

Año	Mes	Sacos	Precio	Ingreso
2019	Mayo	17005	S/. 6.00	S/. 102,030.00
	Junio	17208	S/. 6.00	S/. 103,248.00
	Julio	12243	S/. 6.00	S/. 73,458.00
	Agosto	8163	S/. 6.00	S/. 48,978.00
	Septiembre	6678	S/. 6.00	S/. 40,068.00
	Octubre	8421	S/. 6.00	S/. 50,526.00
	Noviembre	12798	S/. 6.00	S/. 76,788.00
	Diciembre	10194	S/. 6.00	S/. 61,164.00
2020	Enero	8520	S/. 6.00	S/. 51,120.00
	Febrero	11396	S/. 6.00	S/. 68,376.00
	Marzo	7598	S/. 6.00	S/. 45,588.00
	Abril	12156	S/. 6.00	S/. 72,936.00
	Mayo	18613	S/. 6.00	S/. 111,678.00
	Junio	18234	S/. 6.00	S/. 109,404.00
	Julio	22785	S/. 6.00	S/. 136,710.00
	Agosto	10636	S/. 6.00	S/. 63,816.00
	Septiembre	10446	S/. 6.00	S/. 62,676.00
	Octubre	11676	S/. 6.00	S/. 70,056.00
TOTAL DE INGRESOS				S/. 1,348,620.00

Fuente: Molino Lambayecano

En la tabla 19 se visualiza los ingresos dados por el servicio de pilado de arroz durante los meses de mayo a diciembre del 2019 y desde enero a octubre del año 2020, el precio establecido por la empresa es de S/ 6.00 el saco de arroz para realizar el pilado.

Tabla 20

Ingresos económico por servicio de almacenamiento 2019 -2020

Año	Mes	Sacos	Precio	Ingreso
2019	Mayo	254	S/. 1.90	S/. 482.60
	Junio	2082	S/. 1.90	S/. 3,955.80
	Julio	890	S/. 1.90	S/. 1,691.00
	Agosto	2342	S/. 1.90	S/. 4,449.80
	Septiembre	2294	S/. 1.90	S/. 4,358.60
	Octubre	736	S/. 1.90	S/. 1,398.40
	Noviembre	1474	S/. 1.90	S/. 2,800.60
	Diciembre	1458	S/. 1.90	S/. 2,770.20
2020	Enero	1456	S/. 1.90	S/. 2,766.40
	Febrero	2250	S/. 1.90	S/. 4,275.00
	Marzo	1656	S/. 1.90	S/. 3,146.40
	Abril	1366	S/. 1.90	S/. 2,595.40
	Mayo	2132	S/. 1.90	S/. 4,050.80
	Junio	930	S/. 1.90	S/. 1,767.00
	Julio	1962	S/. 1.90	S/. 3,727.80
	Agosto	2934	S/. 1.90	S/. 5,574.60
	Septiembre	3142	S/. 1.90	S/. 5,969.80
	Octubre	2848	S/. 1.90	S/. 5,411.20
TOTAL DE INGRESOS				S/. 61,191.40

Fuente: Molino Lambayecano

El servicio de almacenamiento también genera ingresos en esta empresa, la tabla 20 especifica los ingresos de este servicio durante los meses de mayo a diciembre del 2019 y desde enero a octubre del año 2020, el precio establecido por la empresa es de S/ 1.90 el saco de arroz para almacenar.

Tabla 21

Ingreso económico por financiamiento de cosecha 2019 -2020

Año	Mes	Ingreso
2019	Mayo	S/. 13,747.36
	Junio	S/. 7,293.10
	Julio	S/. 3,840.00
	Agosto	S/. 1,907.92
	Septiembre	S/. 655.92
	Octubre	S/. 228.00
	Noviembre	S/. 257.30
	Diciembre	S/. 558.56
2020	Enero	S/. 55.60
	Febrero	S/. 52.84
	Marzo	S/. 113.44
	Abril	S/. 47.08
	Mayo	S/. 7,200.00
	Junio	S/. 3,665.60
	Julio	S/. 7,078.08
	Agosto	S/. 135.80
	Septiembre	S/. 380.00
	Octubre	S/. 95.00
TOTAL DE INGRESOS		S/. 47,311.60

Fuente: Molino Lambayecano

Asimismo, el molino brinda el servicio de financiamiento de cosecha a los agricultores, la tabla 21 especifica los ingresos de este servicio durante los meses de mayo a diciembre del 2019 y desde enero a octubre del año 2020.

Tabla 22
Costos de comercialización de productos

PRODUCTO	Ventas	Costo de Venta Unitario	Costo de Ventas
Coloso Amarillo	131688	S/. 94.38	S/. 12,428,713.44
Olimpico Cristal	71154	S/. 97.50	S/. 6,937,515.00
Caserita Fuccia	92707	S/. 85.80	S/. 7,954,260.60
Nakar Turqueza	77773	S/. 81.12	S/. 6,308,945.76
Coloso Verde	37268	S/. 95.94	S/. 3,575,491.92
Delinor Fuccia	37640	S/. 88.92	S/. 3,346,948.80
Margarita Cristal	23404	S/. 92.04	S/. 2,154,104.16
Caserita Amarillo	30043	S/. 56.16	S/. 1,687,214.88
Rendidor L	10125	S/. 90.48	S/. 916,110.00
Pato Graneadito	7695	S/. 100.62	S/. 774,270.90
Granizado Cristal	8478	S/. 87.36	S/. 740,638.08
Tinajones Verde	5253	S/. 99.06	S/. 520,362.18
Nakar Fuccia	6247	S/. 85.80	S/. 535,992.60
Rendidor Amarillo	3373	S/. 92.04	S/. 310,450.92
Delinor Amarillo	902	S/. 89.70	S/. 80,909.40
Molinera Cristal	1242	S/. 92.82	S/. 115,282.44
TOTAL			S/. 48,387,211.08

Fuente: Molino Lambayecano

Tabla 23
Costos de comercialización de subproductos

SUBPRODUCTO	Ventas	Costo Unitario de Producción	Costo de Ventas
Arrocillo “A”	30242	S/. 44.00	S/. 1,330,648.00
Arrocillo “B”	27317	S/. 39.00	S/. 1,065,363.00
Arrocillo “C”	9821	S/. 37.00	S/. 363,377.00
Arrocillo “D”	5943	S/. 33.00	S/. 196,119.00
Rechazo Combate	38358	S/. 46.00	S/. 1,764,468.00
Rechazo Superior	8677	S/. 69.00	S/. 598,713.00
Ñelen	4205	S/. 43.00	S/. 180,815.00
Polvillo	135609	S/. 28.00	S/. 3,797,052.00
TOTAL			S/. 9,296,555.00

Fuente: Molino Lambayecano

Tabla 24
Costos de servicio de pilado

Sacos Pilados	Costo Unitario de Pilar	Costo de Ventas
224770	S/. 5.00	S/. 1,123,850.00

Fuente: Molino Lambayecano

Tabla 25
Costos de servicio de almacenamiento

Sacos Almacenados	Costo de Almacenar	Costo de Ventas
32206	S/. 1.50	S/. 48,309.00

Fuente: Molino Lambayecano

Tabla 26
Utilidad Bruta

Ingresos	S/. 74,061,328.00
Comercialización	S/. 72,604,205.00
Servicio de Pilado	S/. 1,348,620.00
Servicio de Almacenamiento	S/. 61,191.40
Financiamiento para la Cosecha	S/. 47,311.60
Costos	S/. 58,855,925.08
Utilidad Bruta	S/. 15,205,402.92

Fuente: Molino Lambayecano

3.2. Discusión de resultados

Esta investigación recopila datos obtenidos durante el periodo de mayo a diciembre del 2019 y enero a octubre del 2020 con el fin de obtener una data fiable sobre la utilidad que se tiene en el molino lambayecano, observando que esta presenta una baja utilidad bruta en el último año. La deficiente planificación en su producción está ocasionando que la empresa se perjudique económicamente por ende se resolvió con un modelo de programación lineal dando un resultado positivo en la empresa.

Estos resultados guardan relación con lo realizado por Quispe y Sánchez (2019) en su tesis titulada “Aplicación de la programación lineal para maximizar la eficiencia en hornos de recalentamiento, Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. Chimbote, 2018”, el cual maximizo la eficiencia gracias a la aplicación de un modelo de programación lineal mediante Solver, los autores concluyen que PL es una herramienta que apoya a la toma de decisiones ya que identifica que productos deben mejorar para obtener un mayor margen de ganancias.

Determinar las variables de la programación lineal para maximizar la utilidad en la empresa molinera Lambayecana se logró gracias a el análisis documentario de las variables que influye dentro del proceso de producción de arroz, las variables están dadas por la cantidad de sacos a producir por cada marca de arroz que la empresa ofrece. Este proceso es vital para iniciar el planteamiento de un problema de programación lineal ya que si las variables no son bien identificadas por los investigadores lo más probable es que no logremos alcanzar el objetivo trazado.

De tal manera concordamos con Incio y Vásquez (2016) donde desarrollo un plan óptimo de producción para seis meses aplicando programación lineal, mostrando que cumplieron el objetivo establecido. En el desarrollo de nuestro trabajo se realizo el mismo procedimiento, realizar el plan optimo para los seis meses siguientes correspondientes desde noviembre hasta abril.

3.3. Propuesta de investigación

3.3.1. Fundamentación

La presente investigación plantea desarrollar un modelo de Programación lineal mediante la interfaz de Excel ya que es un programa de fácil acceso para toda persona en general. La aplicación de dicho modelo permitirá mejorar la utilidad de la empresa molinera Lambayecana y así tener un mejor servicio a sus clientes.

3.3.2. Objetivos de la propuesta

a) Mejorar la utilidad bruta del molino Lambayecano.

b) Proporcionar una herramienta que facilite la toma de decisiones.

c) Determinar la producción optima.

3.3.3. Desarrollo de la propuesta

3.3.3.1. Modelación del problema

Para la modelación del problema realizaremos el pronóstico de producción por seis meses.

Tabla 27
Resumen de pronósticos en los productos

MES	COLOSO AMARILLO	OLIMPICO CRISTAL	CASSERITA FUCCIA	NAKAR TURQUEZA	COLOSO VERDE	DELINOR FUCCIA	MARGARITA CRISTAL	CASSERITA AMARILLO	RENDIDOR L	PATO GRANEADIT O	GRANIZADO CRISTAL	TINAJONES VERDE	NAKAR FUCCIA	RENDIDOR AMARILLO	DELINOR AMARILLO	MOLINERA CRISTAL
Noviembre	5895	7279	3871	5149	2840	2503	1080	1034	849	78	476	220	546	334	38	85
Diciembre	7099	5891	7111	5553	2670	2185	1122	1377	1349	389	483	262	334	163	34	59
Enero	6643	4226	3249	4693	1956	2112	1164	1689	1272	448	488	288	442	356	35	74
Febrero	6816	5556	6993	3498	2092	2096	1206	1667	1340	415	491	291	336	259	37	65
Marzo	6750	6594	3363	3190	2066	2092	1248	1669	1020	434	493	291	441	311	34	70
Abril	6775	5413	6882	4039	2071	2091	1290	1669	484	423	495	291	338	281	36	67

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28
Pronósticos en los subproductos

Mes	Arrocillo A	Arrocillo B	Arrocillo C	Arrocillo D	Rechazo Combate	Rechazo Superior	Ñelen	Polvillo
Noviembre	1696	1158	345	277	1964	417	56	8822
Diciembre	1626	1070	314	287	2134	510	285	6779
Enero	1578	1373	284	289	2132	470	87	6820
Febrero	1582	1636	253	283	2131	491	271	8742
Marzo	1625	1505	223	273	2131	477	112	7388
Abril	1670	1177	192	264	2131	485	262	6479

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29
Pronósticos en el servicio de pilado

Mes	Pronostico
Noviembre	12066
Diciembre	12268
Enero	12374
Febrero	12428
Marzo	12457
Abril	12471

Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, para la elaboración del modelo de programación lineal se debe tener en cuenta los siguientes datos.

Tabla 30
Datos para el modelamiento

	Cantidad	Unidad
Capacidad de Almacenamiento		
Capacidad de Producción	100	sacos/hora
Costo de Inventario	1.5	soles/saco
Máximo de Horas extras	2	H-H/Turno

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31

Costo de producción según la modalidad regular

	Costo de Producción en la modalidad regular en el turno 1	Costo de Producción en la modalidad regular en el turno 2		
Producto	**Costo**	**MOD(Soles/saco)**	**RECARGO**	**Costo**
Coloso Amarillo	93.17	3.03	5%	93.3215
Olimpico Cristal	96.25	3.03	5%	96.4015
Caserita Fuccia	84.7	3.03	5%	84.8515
Nakar Turqueza	80.08	3.03	5%	80.2315
Coloso Verde	94.71	3.03	5%	94.8615
Delinor Fuccia	87.78	3.03	5%	87.9315
Margarita Cristal	90.86	3.03	5%	91.0115
Caserita Amarillo	55.44	3.03	5%	55.5915
Rendidor L	89.32	3.03	5%	89.4715
Pato Graneadito	99.33	3.03	5%	99.4815
Granizado Cristal	86.24	3.03	5%	86.3915
Tinajones Verde	97.79	3.03	5%	97.9415
Nakar Fuccia	84.7	3.03	5%	84.8515
Rendidor Amarillo	90.86	3.03	5%	91.0115
Delinor Amarillo	88.55	3.03	5%	88.7015
Molinera Cristal	91.63	3.03	5%	91.7815

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32
Costo del servicio de pilado según la modalidad regular

Costo del Servicio de Pilado en la modalidad regular en el turno 1	Costo del Servicio de Pilado en la modalidad regular en el turno 2		
Costo	MOD(Soles/saco)	RECARGO	Costo
4.0455	3.03	5%	4.197

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 33
Costo de producción según la modalidad de sobretiempo

	Costo de Producción en la modalidad de sobretiempo en el turno 1			Costo de Producción en la modalidad de sobretiempo en el turno 2		
Producto	**MOD(Soles/saco)**	**RECARGO**	**Costo**	**MOD(Soles/saco)**	**RECARGO**	**Costo**
Coloso Amarillo	3.03	25%	93.9275	3.03	25%	94.079
Olimpico Cristal	3.03	25%	97.0075	3.03	25%	97.159
Caserita Fuccia	3.03	25%	85.4575	3.03	25%	85.609
Nakar Turqueza	3.03	25%	80.8375	3.03	25%	80.989
Coloso Verde	3.03	25%	95.4675	3.03	25%	95.619
Delinor Fuccia	3.03	25%	88.5375	3.03	25%	88.689
Margarita Cristal	3.03	25%	91.6175	3.03	25%	91.769
Caserita Amarillo	3.03	25%	56.1975	3.03	25%	56.349
Rendidor L	3.03	25%	90.0775	3.03	25%	90.229
Pato Graneadito	3.03	25%	100.0875	3.03	25%	100.239
Granizado Cristal	3.03	25%	86.9975	3.03	25%	87.149
Tinajones Verde	3.03	25%	98.5475	3.03	25%	98.699
Nakar Fuccia	3.03	25%	85.4575	3.03	25%	85.609
Rendidor Amarillo	3.03	25%	91.6175	3.03	25%	91.769
Delinor Amarillo	3.03	25%	89.3075	3.03	25%	89.459
Molinera Cristal	3.03	25%	92.3875	3.03	25%	92.539

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34
Costo del servicio de pilado según la modalidad de sobretiempo

Costo del Servicio de Pilado en la modalidad de sobretiempo en el turno 1			Costo del Servicio de Pilado en la modalidad de sobretiempo en el turno 2		
MOD(Soles/saco)	RECARGO	Costo	MOD(Soles/saco)	RECARGO	Costo
3.03	25%	4.803	3.03	25%	4.9545

Fuente: Elaboración Propia

a) Índices

Para la representación de los índices se tomaron en cuenta las marcas de arroz que se producen en este molino.

M = Marcas de Arroz

$$m = 0; 1 ; M - 1$$

Las marcas de arroz se asocian con el correspondiente valor de m, tal como se indica en la Tabla 35.

Tabla 35
Índices de marcas

m → Marcas de Arroz
0 → Casserita Amarillo
1 → Casserita Fucsia
2 → Coloso Amarillo
3 → Coloso Verde
4 → Delinor Amarillo
5 → Delinor Fucsia
6 → Granizado Cristal
7 → Margarita Cristal
8 → Molinera Cristal
9 → Nakar Fucsia
10 → Nakar Turquesa
11 → Olimpico Cristal
12 → Pato Graneadito

13 → Rendidor L
14 → Tinajones Verdes
15 → Rendidor Amarillo

Fuente: Elaboración Propia

El molino tiene dos modalidades para la obtención de sus productos, tal como se muestra en la Tabla 36.

J = Numero de modalidades de producción

$$j = 0 ; 1 ; . . . ; j - 1$$

Tabla 36
Índices de Modalidad

j → Modalidad
0 → Producción en tiempo regular
1 → Producción en sobretiempo

Fuente: Elaboración Propia

El molino trabaja en dos turnos, como se observa en la Tabla 37

L = Número de turnos

$$l = 0 ; 1 ; . . . ; L - 1$$

Tabla 37
Turnos de Trabajo

l → Turnos
0 → Mañana
1 → Noche

Fuente: Elaboración Propia

El problema a resolver es la planificación de producción para los próximos 6 meses, es decir T = 6.

T = Número de meses a planificar

$$t = 0; 1 \ldots; T - 1$$

Tabla 38
Meses

I → Meses
0 → Noviembre
1 → Diciembre
2 → Enero
3 → Febrero
4 → Marzo
5 → Abril

Fuente: Elaboración Propia

En el proceso de pilado de arroz, se necesita de insumos para el respectivo envase.

I = Insumos

$$i = 0; 1 \ldots; I - 1$$

Tabla 39
Insumos

I → Insumos
0 → Hilo Pabilo
1 → Sacos

Fuente: Elaboración Propia

c) Definición de Parámetros

Los parámetros que se utilizaran para la elaboración del modelo de PL se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40
Parámetros

COSTO DE PRODUCCIÓN$_{mjlt}$ (COSTPROD$_{mjlt}$)	Costo de producción unitario de la marca de arroz m, en la modalidad de producción j, en el turno l, en el periodo t.
COSTO DE PILADO$_{jlt}$ (COSTPIL$_{jlt}$)	Costo del servicio de pilado, en la modalidad de producción j, en el turno l, en el periodo t.
COSTO DE ALMACENAMIENTO$_{mt}$ (COSTAL$_{mt}$)	Costo de almacenamiento unitario de la marca de arroz m en el periodo t.
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO (CAPA)	Capacidad de almacenamiento mensual
CAPACIDAD DE PRODUCCIONljt (CAPljt)	Capacidad de producción en el turno l, en la modalidad de producción j en el período t
DEMANDA$_{mt}$ (DEM$_{mt}$)	Demanda pronosticada de las marcas de arroz m, en el periodo t.
DEMANDA DEL SERVICIO DE PILADO$_t$ (DEMP$_t$)	Demanda pronosticada del servicio de pilado en el periodo t.
DISPONIBILIDAD DE RECURSOi (DREi)	Disponibilidad de recurso i.
CANTIDAD DE RECURSO$_i$ (CANTREi)	Cantidad del recurso i para la elaboración de arroz
DISPONIBILIDAD DE MANO DE OBRA$_{mjlt}$ (DMO$_{mjlt}$)	Disponibilidad de mano de obra para la marca de arroz m, en la modalidad de producción j, en el turno l, en el periodo t.

INVENTARIO$_{mt}$ (INV$_{mt}$)	Cantidad de sacos de arroz que se tienen inventario de cada marca de arroz m, en el periodo t.
PRECIO DE VENTA$_m$ (PV$_m$)	Precio de venta de la marca de arroz m.
PRECIO DE VENTA DEL SERVICIO DE PILADO (PVP)	Precio de venta del servicio de pilado.

Fuente: Elaboración Propia

d) Definición de Variables

Tabla 41
Variables

PRODUCCIÓN mjlt (PROD mjlt)	Cantidad de sacos a producirse de las distintas marcas de arroz m, en la modalidad de producción j, en el turno l, en el periodo t.
PILADO$_{jlt}$ (PIL$_{jlt}$)	Cantidad de sacos a pilar, en la modalidad de producción j, en el turno l, en el periodo t.

Fuente: Elaboración Propia

e) Función Objetivo

La función es maximizar la utilidad de un molino Lambayecano la cual está dada por la diferencia entre los ingresos y costos. Para ello los ingresos se representan de la siguiente manera.

$$\sum_{m=0}^{M-1}\sum_{t=0}^{T-1}(PV_m \; x \; DEM_{mt} \; + \sum_{t=0}^{T-1} PVP \; x \; DEMP_t \qquad \ldots (1)$$

Los costos totales estuvieron conformados por la suma de los costos de servicio de pilado y costo de almacenamiento.

Los costos de producción en el turno 1 y 2 en el tiempo regular y en sobretiempo, se expresa como

$$\sum_{t=0}^{T-1}\sum_{m=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{J-1}\sum_{l=0}^{L-1} COSTPROD_{mjlt} \; x \; PROD_{mjlt} \qquad \ldots (2)$$

Los costos del servicio de pilado en el turno 1 y 2 en el tiempo regular y en sobretiempo, se expresa como

$$\sum_{t=0}^{T-1}\sum_{m=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{J-1}\sum_{l=0}^{L-1} COSTPIL_{jlt}\ x\ PIL_{jlt} \qquad \ldots(3)$$

Los costos totales de almacenamiento se representan de la siguiente manera.

$$\sum_{t=0}^{T-1}\sum_{m=0}^{M-1} COSTAL_{mt}\ x\ INV_{mt} \qquad \ldots(4)$$

Sumando (2), (3) y (4) se obtienen los costos totales

$$\sum_{t=0}^{T-1}\sum_{m=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{J-1}\sum_{l=0}^{L-1} (COSTPROD_{mjlt}\ x\ PROD_{mjlt} + \ COSTPIL_{jlt}\ x\ PIL_{jlt})$$
$$+ \sum_{t=0}^{T-1}\sum_{m=0}^{M-1} COSTAL_{mt}\ x\ INV_{mt} \qquad \ldots(5)$$

La diferencia entre (1) y (5) se obtiene la función objetivo a maximizar

$$Z^* = max \sum_{t=0}^{T-1}\left\{\left[\left(\sum_{m=0}^{M-1} PV_m\ x\ DEM_{mt}\right) + PVP\ x\ DEM_t\right]\right.$$
$$- \left[\left(\sum_{j=0}^{J-1}\sum_{l=0}^{L-1}\sum_{m=0}^{M-1} COSTPROD_{mjlt}\ x\ PROD_{mjlt}\right.\right.$$
$$\left.\left.\left. + \ COSTPIL_{jlt}\right) + \sum_{m=0}^{M-1} COSTAL_{mt}\ x\ INV_{mt}\right]\right\} \ldots(6)$$

f) Restricciones

$$PROD_{mjlt}\ x\ CANT_i\ \leq\ DRE_i$$

$$m = 0, \dots M-1; j = 0, \dots J-1; l = 0, \dots L-1; t = 0, \dots T-1, i = 0, \dots I-1 \quad \dots (7)$$

$$\sum_{j=0}^{J-1}\sum_{l=0}^{L-1}\sum_{t=0}^{T-1}\sum_{\boldsymbol{m=0}}^{\boldsymbol{M-1}} PROD_{mjlt} + PIL_{jlt}\ \leq\ CAP_{jt}$$

$$j = 0, \dots J-1; l = 0, \dots L-1; t = 0, \dots T-1 \qquad \dots (8)$$

$$\sum_{\boldsymbol{t=0}}^{\boldsymbol{T-1}}\sum_{\boldsymbol{m=0}}^{\boldsymbol{M-1}} INV_{mt}\ \leq\ CAP\ x\ 0.8 \qquad \dots (9)$$

$$\sum_{m=0}^{M-1}\sum_{j=0}^{J-1}\sum_{l=0}^{L-1}\sum_{t=0}^{T-1} PROD_{mjlt}\ x\ 0.0125 + \sum_{j=0}^{J-1}\sum_{l=0}^{L-1}\sum_{t=0}^{T-1} PIL_{jlt}\ x\ 0.0125 \leq\ DMO_{mjlt} \quad \dots (10)$$

$$INV_{mt}\ \geq\ 0 \qquad \dots (11)$$

$$INV_{mt} =\ INV_{mt-1} + PROD_{mjlt} - DEM_{mt} \quad \dots (12)$$

3.3.4. Situación de la variable dependiente con la propuesta

Al aplicar el modelo de programación lineal diseñado en esta investigación se logro aumentar la utilidad en la empresa, para ello en la tabla 41 y 42 se comparar los resultados obtenidos en los últimos seis meses.

Tabla 42

Variable Dependiente si propuesta

Ingresos	S/	25,192,071.00
comercialización	S/	24,637,731.00
servicio de pilado	S/	554,340.00
costo de venta	S/	17,073,591.28

comercialización	S/	16,611,641.28
servicio de pilado	S/	461,950.00
UTILIDAD	S/	8,118,479.72

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43

Variable Dependiente con propuesta

Ingresos	S/	25,935,313.00
comercialización	S/	22,150,174.00
servicio de pilado	S/	444,384.00
costo de venta	S/	17,359,938.12
comercialización	S/	17,065,954.46
servicio de pilado	S/	293,983.65
UTILIDAD	S/	8,575,374.90

Fuente: Elaboración Propia

La variable dependiente aumento en 456,895.18 soles en los últimos seis meses, por lo que el modelo propuesto aplicado logro cumplir con el objetivo planteado.

3.3.5. Análisis beneficio/costo de la propuesta

Para la implementación de la propuesta se tendrá una inversión de S/5 600, tal como se detalla en la tabla 44.

Tabla 44

Inversión

Computadora	S/. 2 000.00
Capacitaciones	S/. 1 500.00
Modelo de PL	S/. 2 100.00
COSTO	S/. 5 600.00

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 45
Beneficio- costo

BENEFICIOS	
Ahorro de costos innecesarios	S/. 8 450.00
COSTO	S/5 600.00
BENEFICIO / COSTO	1.508928571

Fuente: Elaboración Propia

Aplicando el modelo de planificación, el proyecto es viable ya que por cada S/ 1.00 que invierte la empresa ganara S/ 0.51

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se logró diagnosticar la situación actual de la empresa molinera según sus utilidades, en el cual se identificó que la empresa no está realizando una adecuada planificación de sus recursos lo que repercute negativamente en sus utilidades.

Se determinaron las restricciones del estudio, entre ellas se encuentran la de la capacidad de producción, de almacenamiento, disponibilidad de materia prima e insumos.

Se elaboró un modelo de programación lineal para la planificación de la producción permitiendo maximizar la utilidad de la empresa.

Se analizaron los resultados obtenidos del modelo, conociendo cuales son las marcas de arroz que se deben priorizar su producción, ya que, son los que más utilidades dejan al molino.

Se logró evaluar el Beneficio - Costo de la propuesta de investigación, obteniéndose como resultado 1.5089, lo que quiere decir que es viable la propuesta porque es mayor que 1.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda tener en cuenta los reprocesos que realizan el molino, el cual consiste en hacer una mezcla de diferentes marcas de arroz para tener un mejor rendimiento, por ende, para poder complementar el presente estudio sería recomendable tomarlo en cuenta, ya que, este tiene otro precio.

Por otro lado, se recomienda considerar realizar un pronóstico de las diferentes variedades de arroz que ingresan al molino porque depende de su calidad la marca de arroz que se obtendrá.

REFERENCIAS

Anderson, D.; Sweeney, D.; Williams, T.; Camm, J. y Martin, K. (2011). Métodos Cuantitativos para los Negocios. Distrito Federal, México: Cengage Learning Editores.

Akpan, N. P. & Iwok, I. A. (2016). Application of Linear Programming for Optimal Use of Raw Materials in Bakery. *International Journal of Mathematics and Statistics Invention,* 4(8), 51-57. Recuperado de https://www.ijmsi.org/Papers/Volume.4.Issue.8/J040805157.pdf

Baltra, A. (1965). *Teoría Económica.* Chile: Editorial Andrés Bello.

Cabrera, E. (2017). *Modelos de programación lineal. Guía para su formulación y solución.* Lima, Perú: Fondo Editorial de la Universidad de Lima.

Cervantes, C. (2016, 20 de septiembre). La importancia del margen de utilidad. 3*Mundo Empresarios.* Recuperado de https://mundoempresarios.com/2016/09/20/la-importancia-del-margen-utilidad

Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*, México: Pearson Educación

Chase, R., Jacobs, F., Aquilano, N. (2009). *Administración de Operaciones Producción y cadena de suministros.* México: Mc Graw Hill.

Cohen, M. C., Leung, N. H. Z., Panchamgam, K., Perakis, G., & Smith, A. (2017). The Impact of Linear Optimization on Promotion Planning. *Operations Research*, 65(2), 446-468. https://doi.org/10.1287/opre.2016.1573

De la Cruz, A. (2017). Maximización de la producción de los derivados lácteos Caso: empresa industrial PLEMSA S.A.(tesis de maestría). Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo, Perú.

De la fuente, D., García, N., Gómez, A. y Puente, J. (2006). Organización de la producción en Ingenierías. España: Ediciones de la Universidad de Oviedo.

Esteban, A., García, J., Narros, J., Olarte, C., Reinares, E. y Saco, M. (2008). *Principios del marketing*. Madrid: Esic Editorial

Everett E. A. y Ronald J. E. (1991). *Administración de la producción y las operaciones: conceptos, modelos y funcionamiento*. Colombia: Pearson Educación.

Farrera, A. (2013). *Manual de pronósticos para la toma de decisiones.* Monterrey, México: Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey

Fernández, J. (2016, 14 de enero). Programación lineal para optimizar las ganancias de un Restaurante en Cuba. Recuperado de https://www.gestiopolis.com/programacion-lineal-optimizar-las-ganancias-restaurante-cuba/

Heizer, J. y Render, B. (2004). *Principios de la administración de operaciones*. México: Pearson Educación.

Henríquez, M. y Hernández, W. (2010). Diseño de una guía de aplicación del software WinQSB, para el desarrollo de herramientas cuantitativas de la ingeniería industrial (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, El Salvador.

Hernández, P. A. (2014). *Economía*. Recuperado de http://ebookcentral.proquest.com

Hiller, F. y Lieberman, G. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones.* Recuperado de http://ebookcentral.proquest.com

Incio, E. y Vásquez, F. (2016). *Aplicación de Programación Lineal para la reducción de costos en el área de producción de la Empresa Agroindustrial Tumán S.A.A – 2016* (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Pimentel, Lambayeque.

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). *Perú: Principales Resultados de la Encuesta Nacional de Empresas, 2015.* Recuperado de: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1430/pdfs/libro.pdf

Izar, J. (2012). Investigación de Operaciones. México: Trillas

Izquierdo, J. (2017, 14 de mayo). Estrategias de inversión y financiamiento para las micro y pequeña empresa (MYPE) en Chiclayo-Lambayeque, Perú. *Revista Científica EPISTEMIA,* 1(1) Recuperado de http://revistas.uss.edu.pe/index.php/EPT/article/view/577

LeRoy, M. R., y Meiners, R. E. (1988). *Microeconomía*. Recuperado de: http://ebookcentral.proquest.com

López, R. (1993). Programación lineal y decisión económica. Caracas: Universidad Católica Andrés Bello.

Marrero, B. (2017, 8 de noviembre). Seis terribles consecuencias de no planificar en las empresas. *BMA Group.* Recuperado de https://brendamarreropr.com/6-terribles-consecuencias-de-no-planificar-en-las-empresas/

Martínez, I., Vértiz, G., López, J., Jiménez, G. y Moncayo, L. (2014). *Investigación de Operaciones.* Recuperado de https://editorialpatria.com.mx/pdffiles/9786074386967.pdf

Mayta, R. (2017). *Diseño de un sistema de planificación y control de la producción basado en la teoría de restricciones, para mejorar la productividad de la empresa de tratamiento de vidrios* (tesis de pregrado). Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Méndez, A. (2020, 27 de marzo). Cómo plantear un problema de programación lineal + Ejemplos. Recuperado de https://www.plandemejora.com/como-plantear-un-problema-de-programacion-lineal/

Ministerio de Agricultura y Riego (2019). *IV censo nacional de arroz.* Recuperado de: http://siea.minagri.gob.pe/siea/sites/default/files/IV_CENSO_NACIONAL_ARROZ-2019%20(1)_0.pdf

Ministerio de la Producción (2017). *Estudio de la situación actual de las empresas Peruanas*. Recuperado de: http://demi.produce.gob.pe/images/publicaciones/publi81171136fe74561a7_79.pdf

Monja, M., y Sedan, M. (2016). *Aplicación de Programación Lineal en la planeación y programación de la producción de azúcar, para mejorar la productividad de la Empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A* (tesis de pregrado). Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, Perú.

Ortiz, J. (2018). *Aplicación web basada en un método de asignación multicriterio y programación lineal para apoyar la Planificación de horarios del personal de seguridad de la Municipalidad Provincial de Chiclayo* (tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.

Pereira, C. y Gómez, I. (2006). *Del conocimiento de la microeconomía a las decisiones*. Colombia: Universidad de la Sabana.

Pindyck, R., y Rubinfeld, D. (2001). *Econometría: Modelos y pronósticos*. Recuperado de http://ebookcentral.proquest.com

Puente, M., y Gavilánez, O. (2018). Programación lineal para la toma de decisiones. México: Espoch.

Quispe, A., & Sánchez, P. (2019). *Aplicación de la programación lineal para maximizar la eficiencia en hornos de recalentamiento, Empresa Siderúrgica del Perú S.A.A. Chimbote, 2018* (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Reza, J. (2016). *Optimización de rutas de distribución de una empresa productora de jugos* (tesis de grado). Universidad Autónoma del estado de México, Atizapán de Zaragoza, México.

Roldán, P. N. (2019, enero 3). Modelo matemático. Recuperado de https://economipedia.com/definiciones/modelo-matematico.html

Sánchez, S. (2015). *Control de inventarios mediante programación lineal en la empresa La Fortaleza Cía. Ltda* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Santos, J. (2007). *Organización de la Producción II Planificación de procesos productivos.* Gipuzkoa, España: Unicopia.

Sapag, N. (2017). *Proyectos de inversión: formulación y evaluación*. México: Prenticill Hall.

Seas, C. (2019). *Modelo de programación lineal para la toma de decisiones en Asoprolesa* (tesis de maestría). Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica.

Silva, M., & Zevallos, A. (2019). *Programación lineal para optimizar separación de grasas del proceso de fabricación de harina de pescado. Corporación Hayduk S.A. Coishco, 2018* (tesis de pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Suñé, Fonollosa, y Fernández. (2016). *Programación lineal: Métodos cuantitativos para la toma de decisiones.* Recuperado de http://ebookcentral.proquest.com

Vishwa, M., Ram, M., Peter, A., Kamlesh, S., (2015). Profit Optimization Using Linear Programming Model: A Case Study of Ethiopian Chemical Company, *American Journal of Biological and Environmental Statistics*. 1(2), 51-57. doi: 10.11648 / j.ajbes.20150102.12

ANEXOS

INSTRUMENTOS VALIDADOS

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Absalón Rivasplata Sánchez

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente Tiempo Completo

Nombre del instrumento a validar: Cuestionario

Autores del instrumento: Collantes Lluncor Jose y Liza Ñiquen Ericka

Título del Proyecto de Tesis: APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MAXIMIZAR LA UTILIDAD DE UNA EMPRESA MOLINERA LAMBAYECANA, 2020

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				17
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				16
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				17
Viabilidad	Es viable su aplicación				17

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) .....17.....

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) .....Muy Bueno.....

Observaciones

.....

.....

Fecha: 11.07.2020

ABSALÓN RIVASPLATA SÁNCHEZ
Mg. INGENIERÍA INDUSTRIAL
INGENIERO QUÍMICO
Reg. CIP. N° 163595

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Zapata Revoredo Lily Fanny

Grado Académico: Magister

Cargo e Institución: Docente – Universidad de San Martin de Porres Filial Norte.

Nombre del instrumento a validar: Cuestionario

Autores del instrumento: Collantes Lluncor Jose y Liza Ñiquen Ericka

Título del Proyecto de Tesis: APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MAXIMIZAR LA UTILIDAD DE UNA EMPRESA MOLINERA LAMBAYECANA, 2020

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible				18
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems				17
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables				17
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere				18
Viabilidad	Es viable su aplicación				18

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 18

Calificación: (De Deficiente a Muy Bueno) Muy Bueno.

Observaciones

.....

.....

Fecha: 05/07/2020

Firma:

No. Colegiatura 1247

Universidad Señor de Sipán

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

FICHA DE OPINIÓN DE EXPERTOS

Apellidos y nombres del experto: Vásquez Leyva Oliver.

Grado Académico: Doctor y MBA PUCP.

Cargo e Institución: Director de Centros Empresariales – USS.

Nombre del instrumento a validar: Cuestionario

Autores del instrumento: Collantes Lluncor Jose y Liza Ñiquen Ericka

Título del Proyecto de Tesis: APLICACIÓN DE LA PROGRAMACIÓN LINEAL PARA MAXIMIZAR LA UTILIDAD DE UNA EMPRESA MOLINERA LAMBAYECANA, 2020

Indicadores	Criterios	Calificación			
		Deficiente	Regular	Bueno	Muy bueno
		De 0 a 5	De 6 a 10	De 11 a 15	De 16 a 20
Claridad	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado y comprensible			x	
Organización	Existe una organización lógica en la redacción de los ítems			x	
Suficiencia	Los ítems son suficientes para medir los indicadores de las variables			x	
Validez	El instrumento es capaz de medir lo que se requiere			x	
Viabilidad	Es viable su aplicación				X

Valoración

Puntaje: (De 0 a 20) 15

Calificación: (De Deficiente a Muy bueno) Bueno

Observaciones

a) Falta especificar el tipo de la demanda y aprovisionamiento (estandarizado o estacional), presentación del producto que están involucrados en el análisis, margen de rentabilidad deseado a fin de calcular el mayor beneficio.
b) Capacidad de producción de la maquinaria.

Fecha: 09/07/2020

Firma:

No. Colegiatura: CIP 14497

PRONOSTICOS

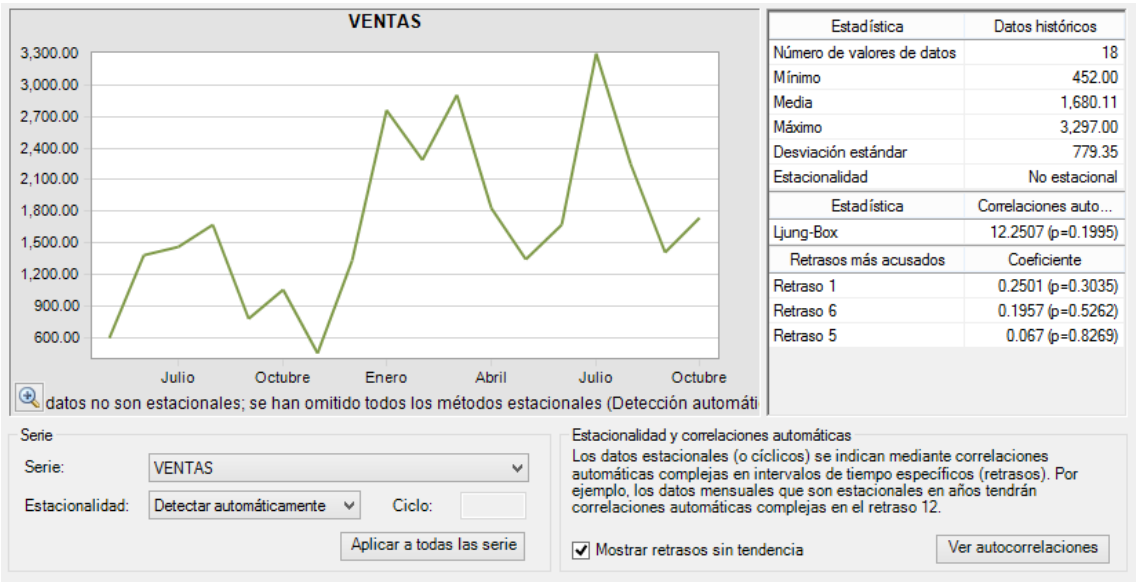


Figura 26: Ventas de Arrocillo A en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

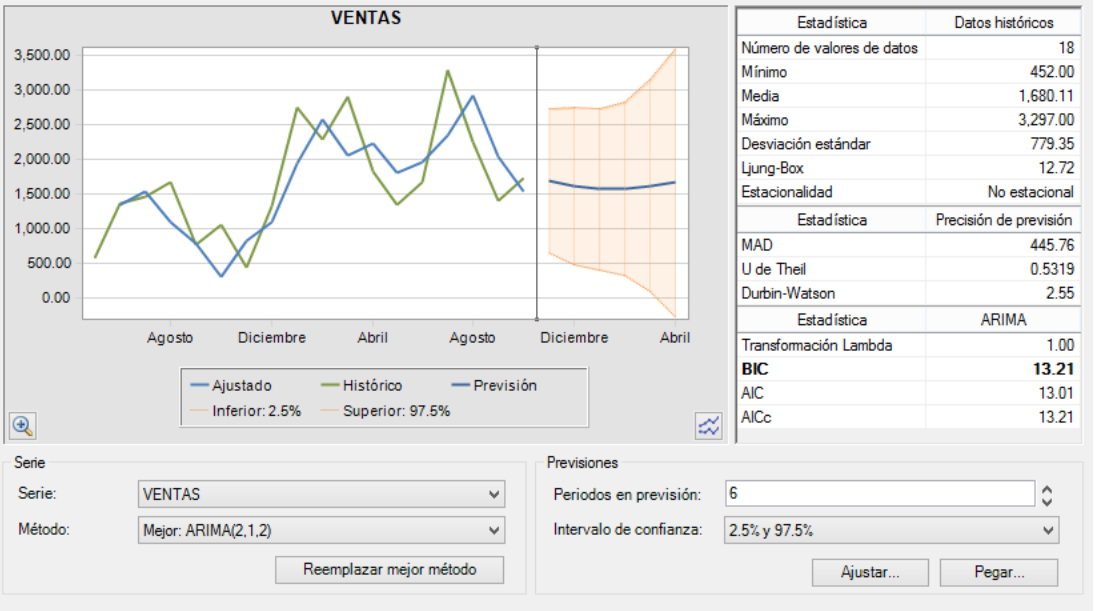


Figura 27: Pronostico de Arrocillo A
Fuente: Elaboración Propia

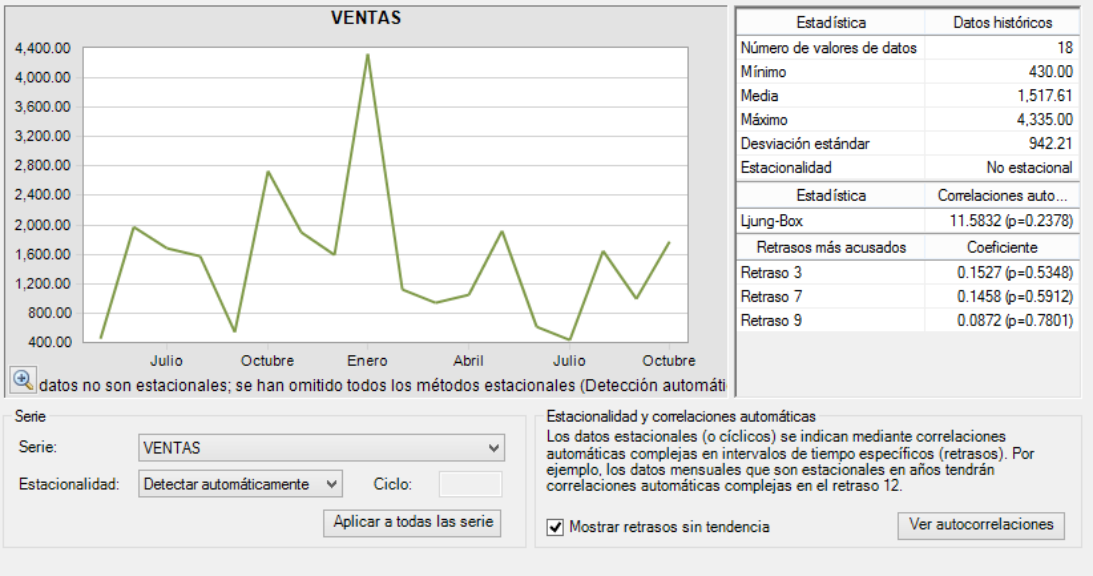


Figura 28: Ventas de Arrocillo B en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

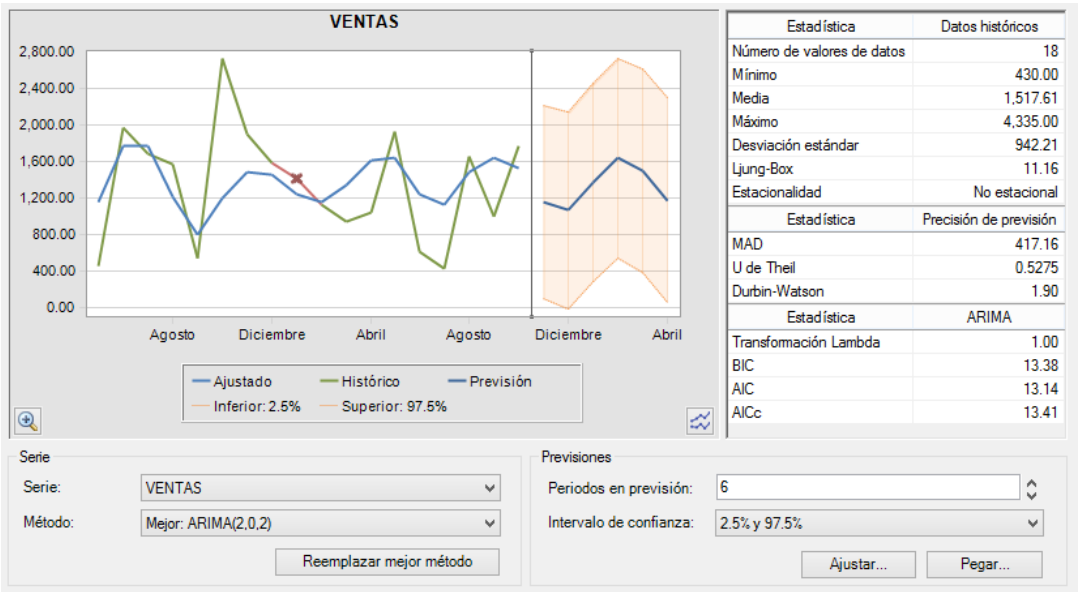


Figura 29: Pronostico de Arrocillo B
Fuente: Elaboración Propia

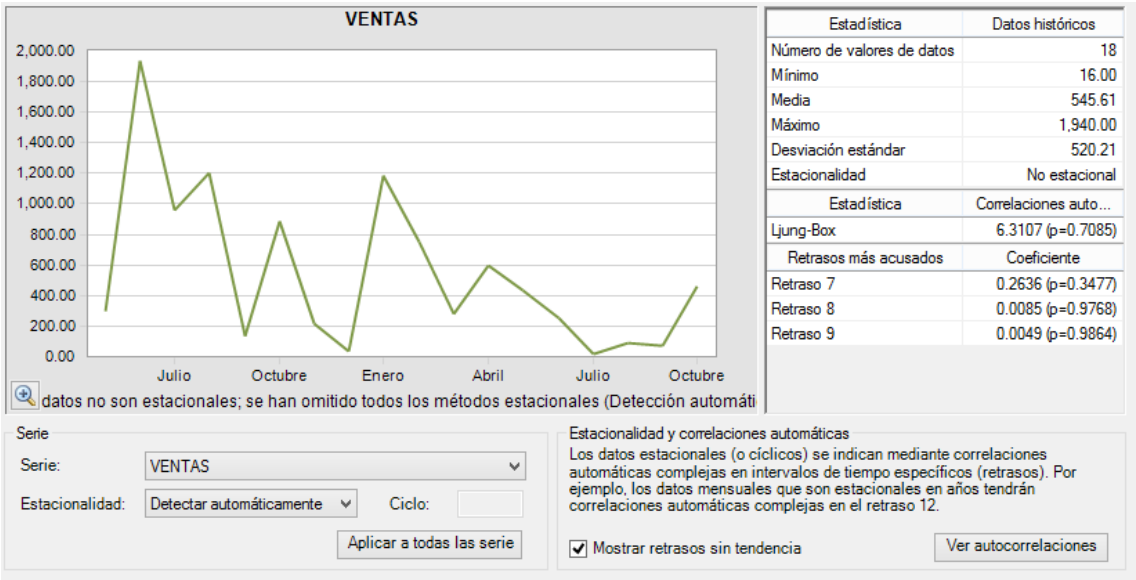


Figura 30: Ventas de Arrocillo C en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

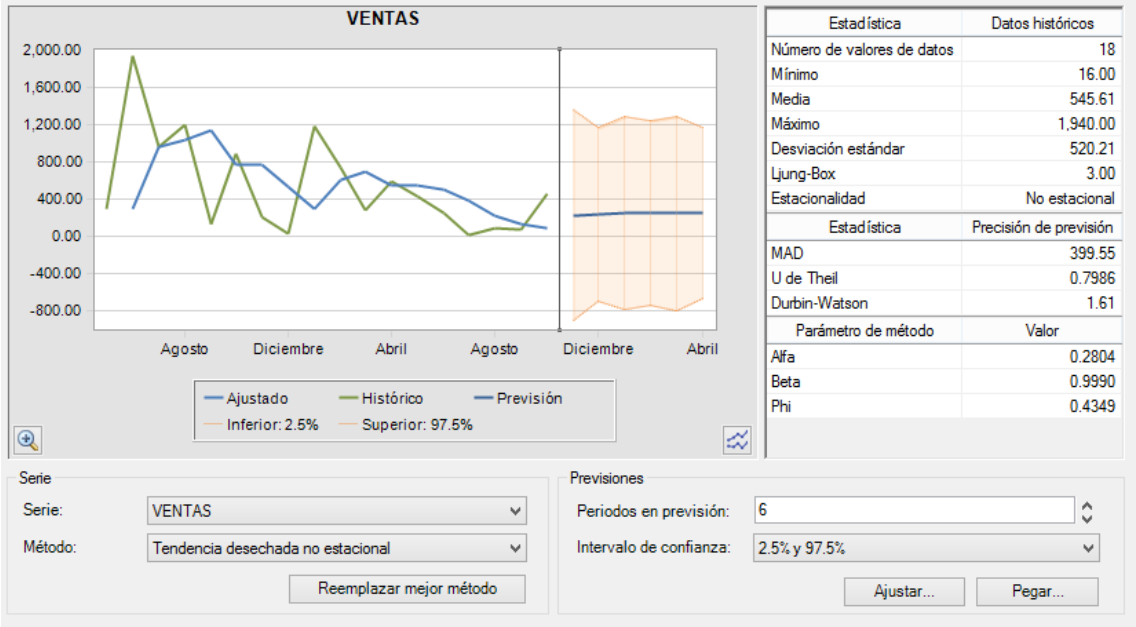


Figura 31: Pronostico de Arrocillo C
Fuente: Elaboración Propia

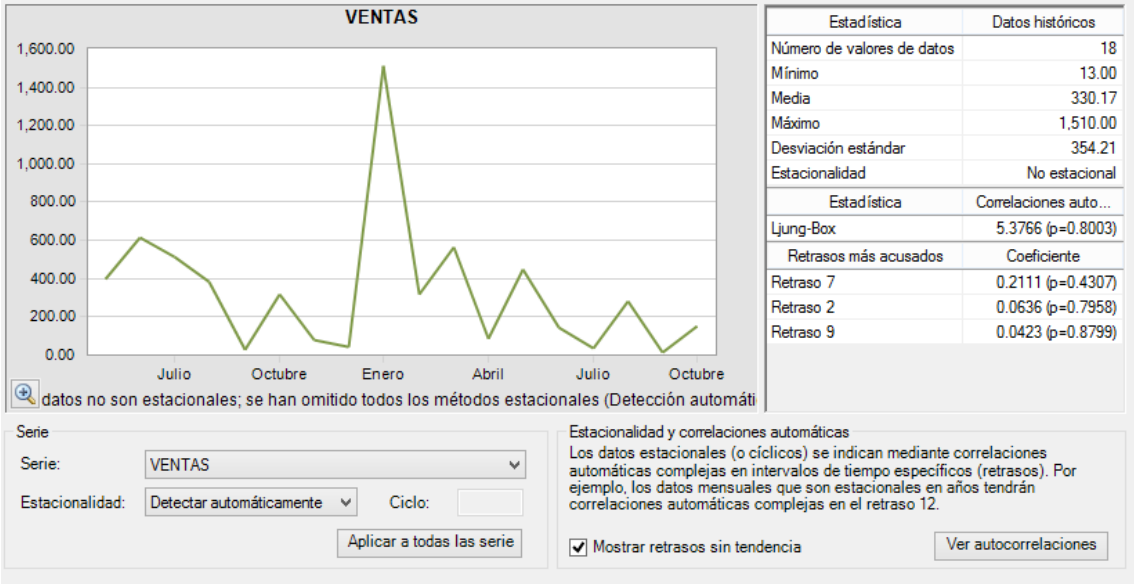


Figura 32: Ventas de Arrocillo D en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

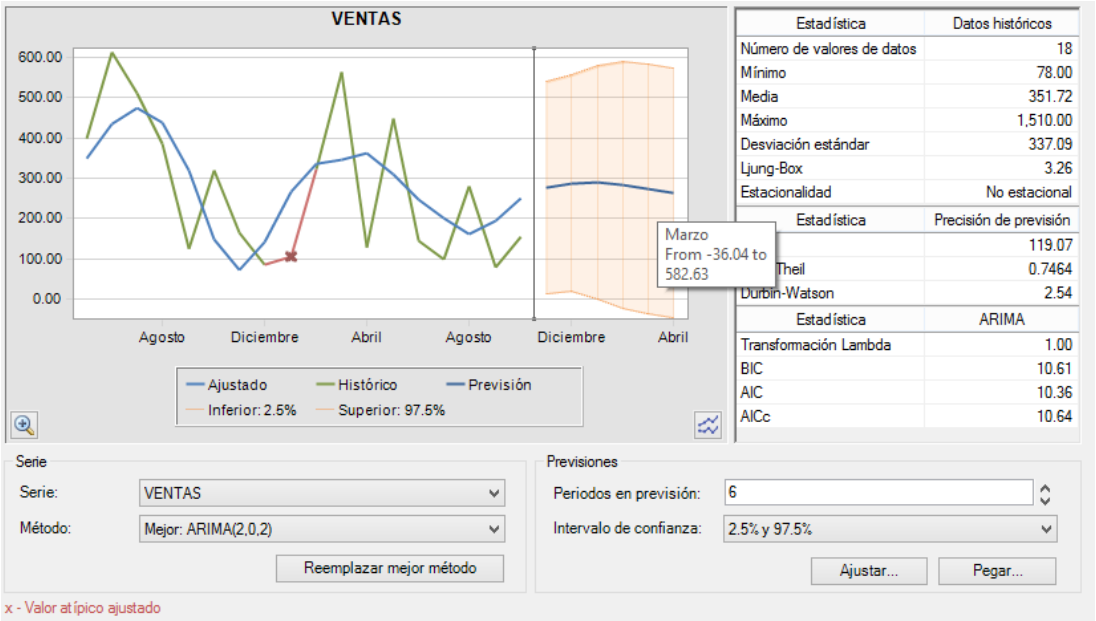


Figura 33: Pronostico de Arrocillo D
Fuente: Elaboración Propia

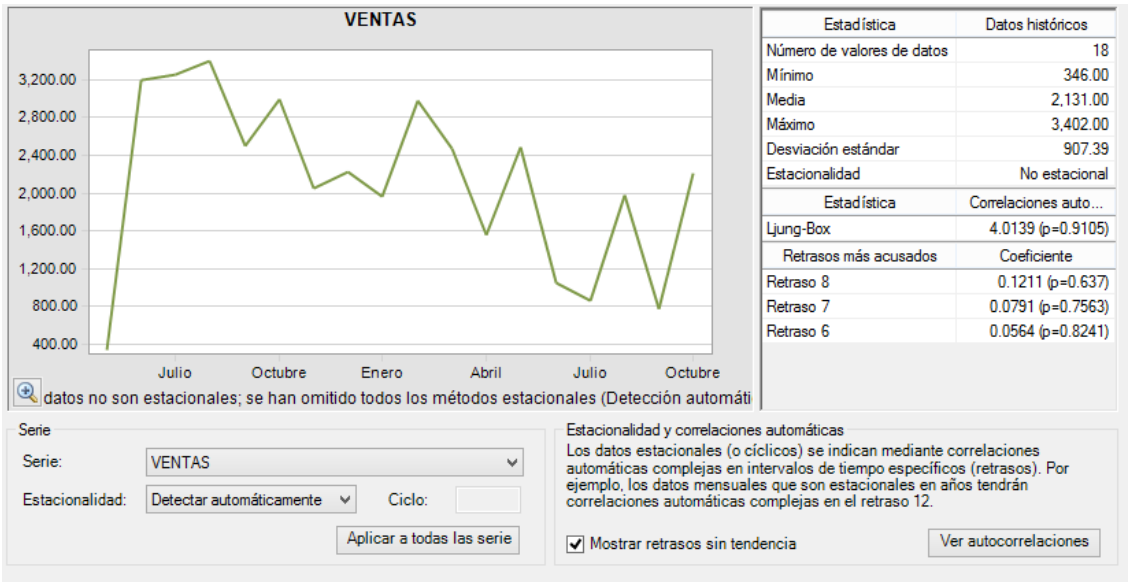


Figura 34: Ventas de Rechazo Combate en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

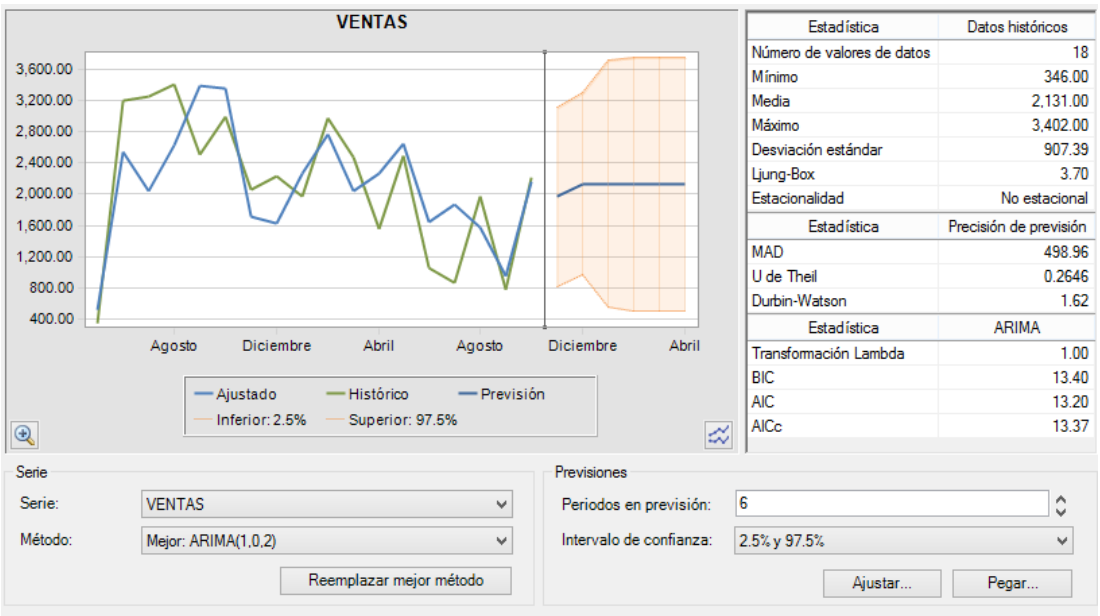


Figura 35: Pronostico de Rechazo Combate
Fuente: Elaboración Propia

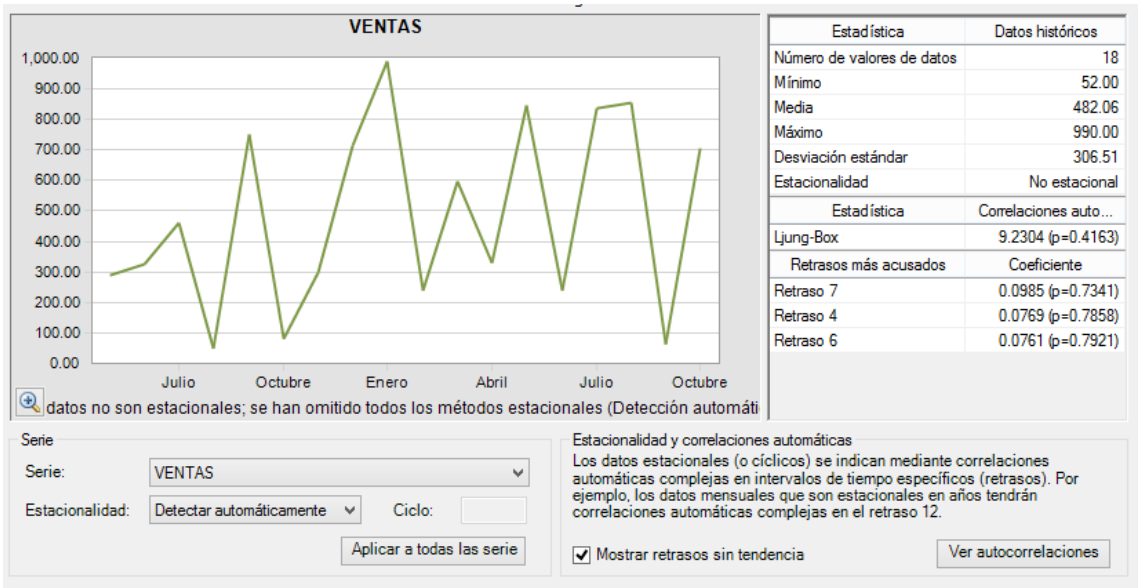


Figura 36: Ventas de Rechazo Superior en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

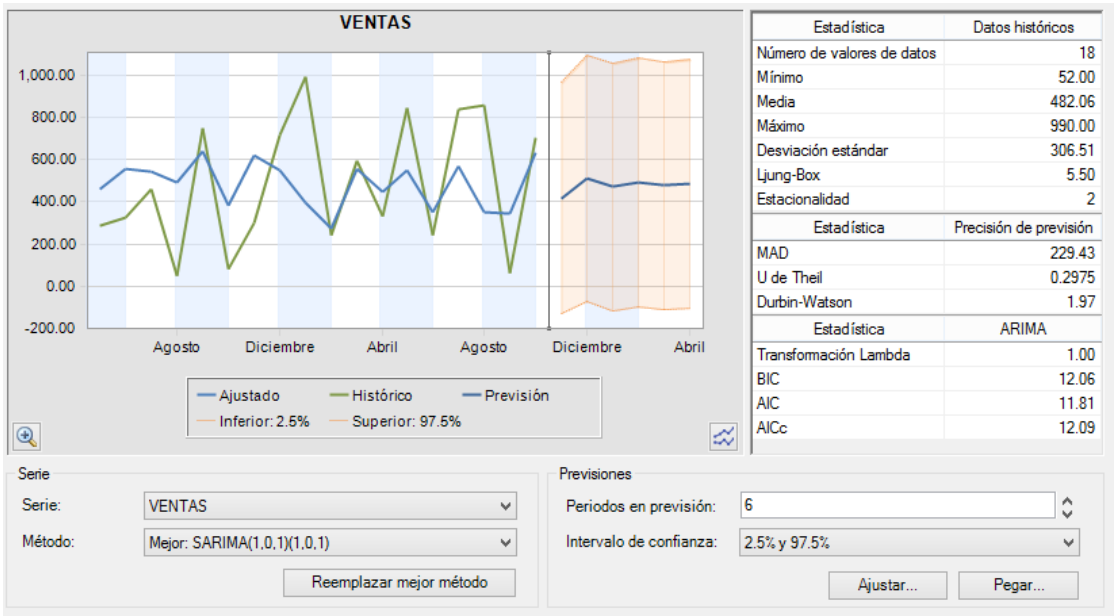


Figura 37: Pronostico de Rechazo Superior
Fuente: Elaboración Propia

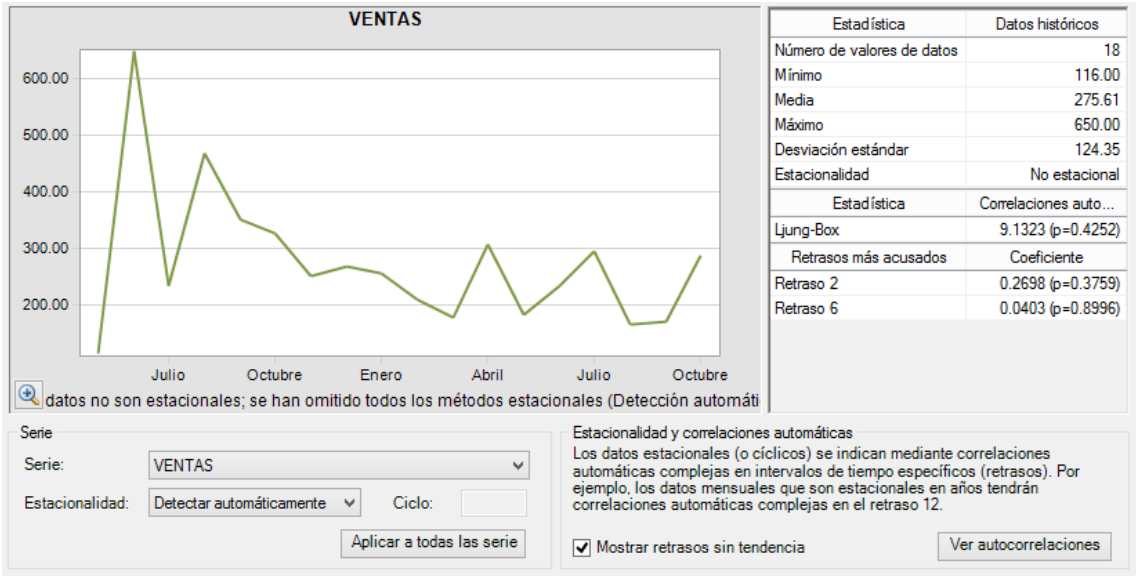


Figura 38: Ventas de Ñelen en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

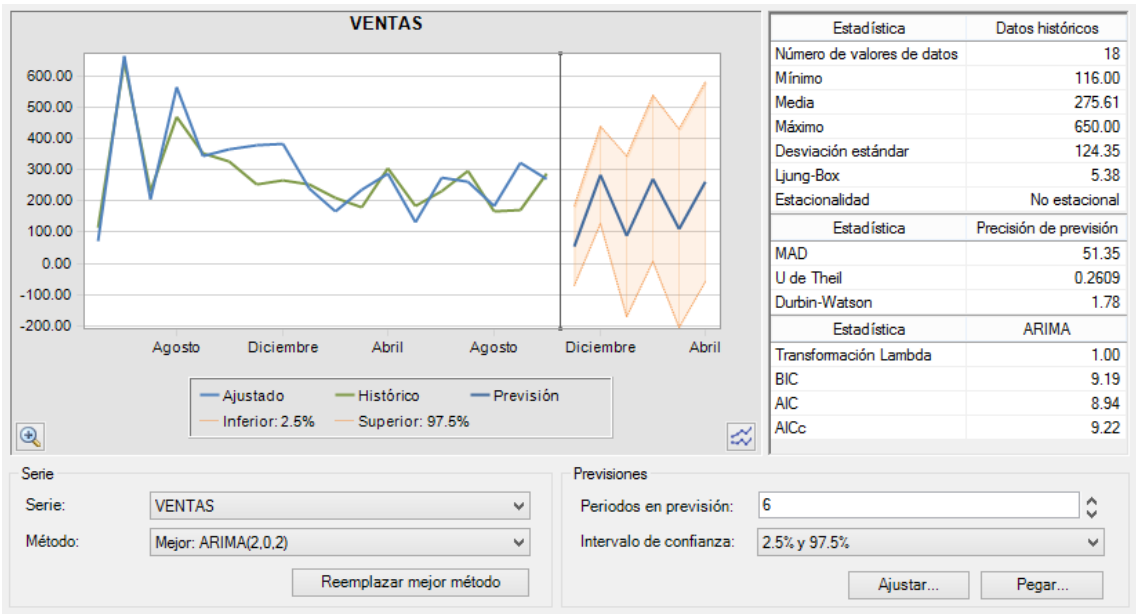


Figura 39: Pronostico de Ñelen
Fuente: Elaboración Propia

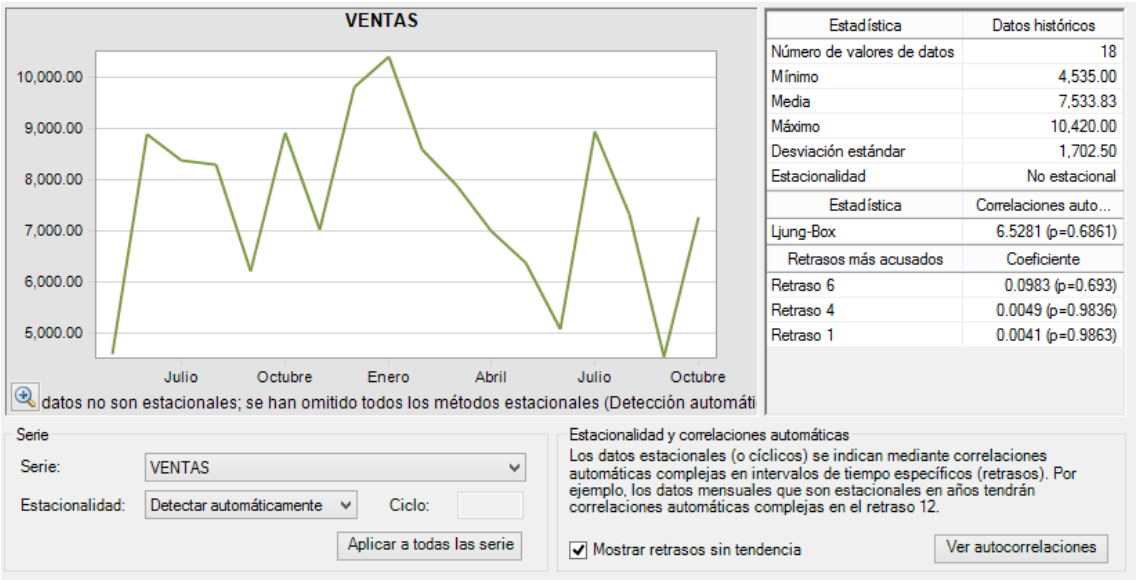


Figura 39: Ventas de Polvillo en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

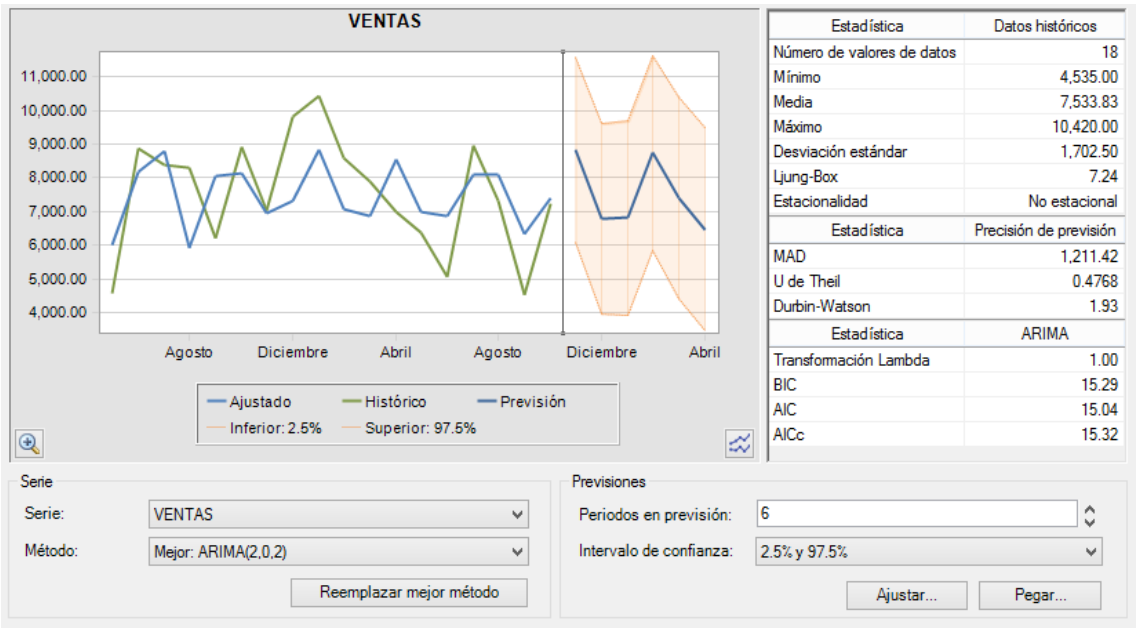


Figura 40: Pronostico de Polvillo
Fuente: Elaboración Propia

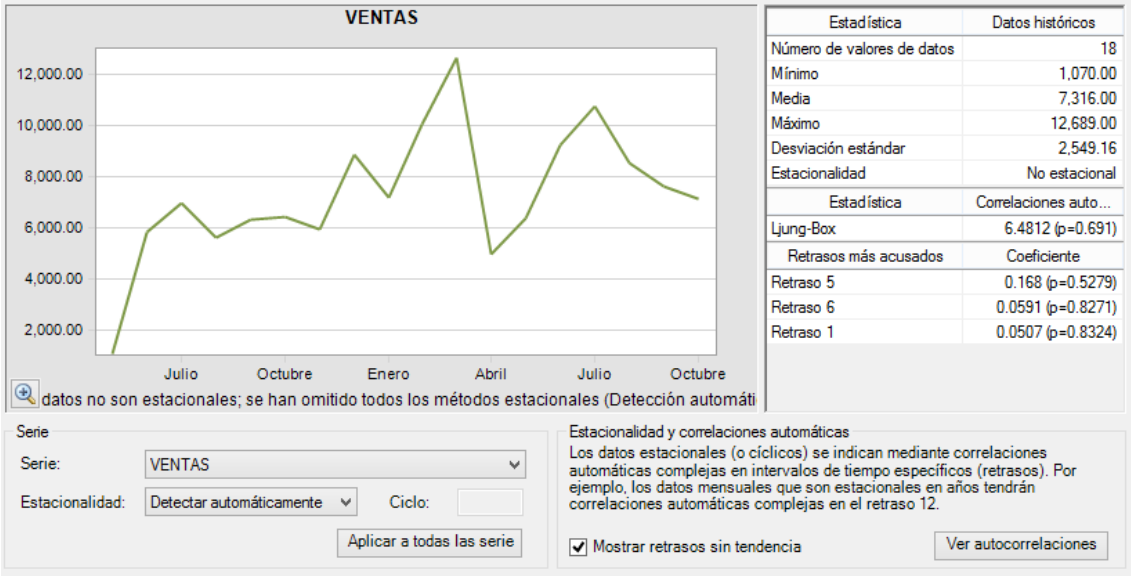


Figura 41: Ventas de Coloso Amarillo en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

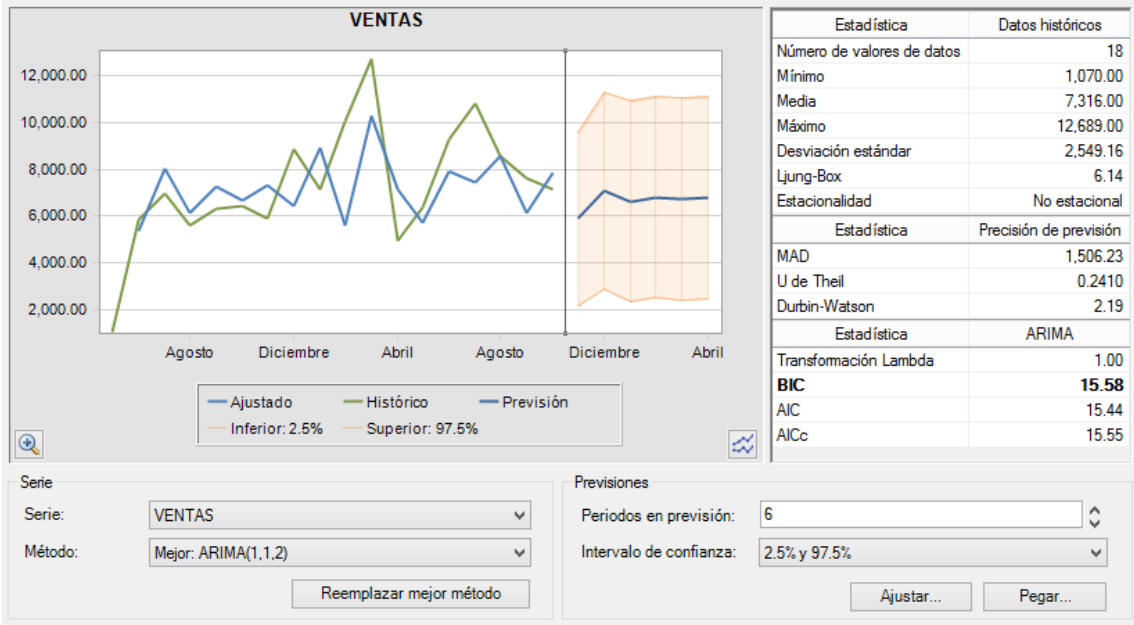


Figura 42: Pronostico de Coloso Amarillo
Fuente: Elaboración Propia

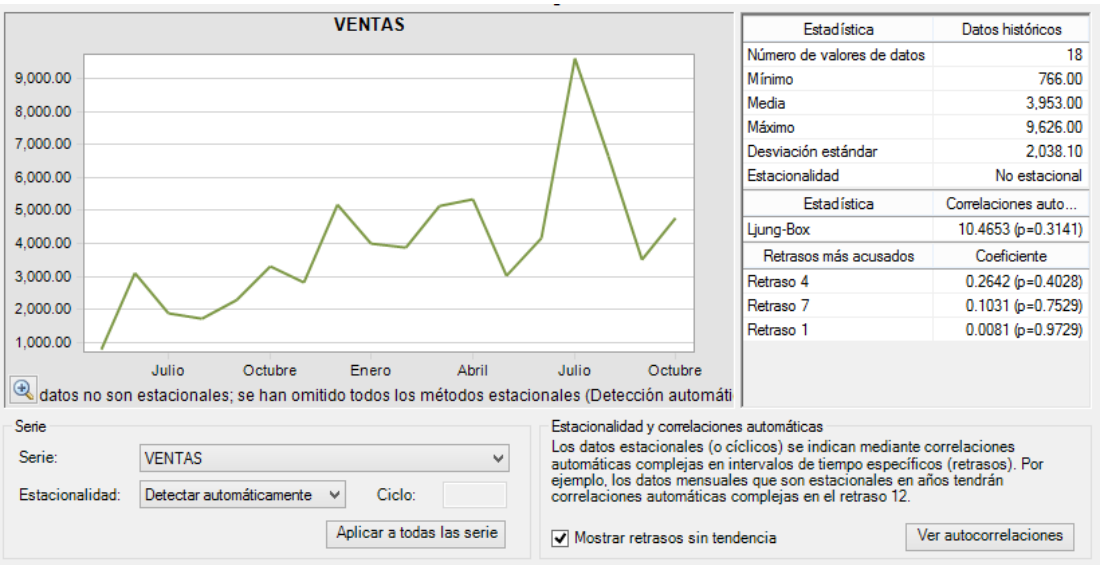


Figura 43: Ventas de Olimpico Cristal en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

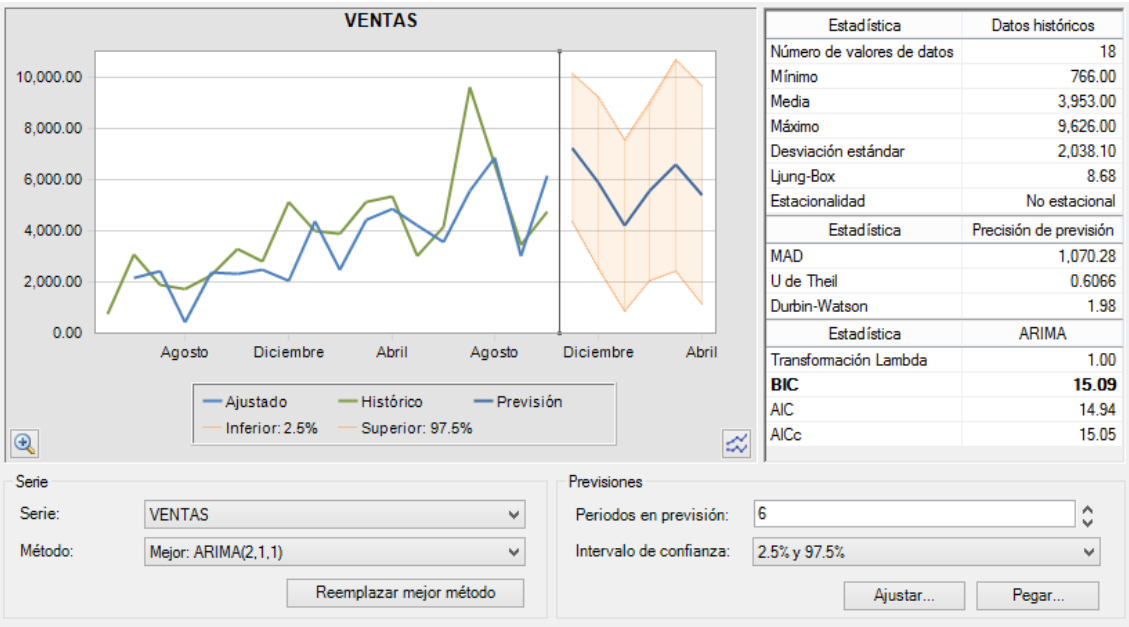


Figura 44: Pronostico de Olimpico Cristal
Fuente: Elaboración Propia

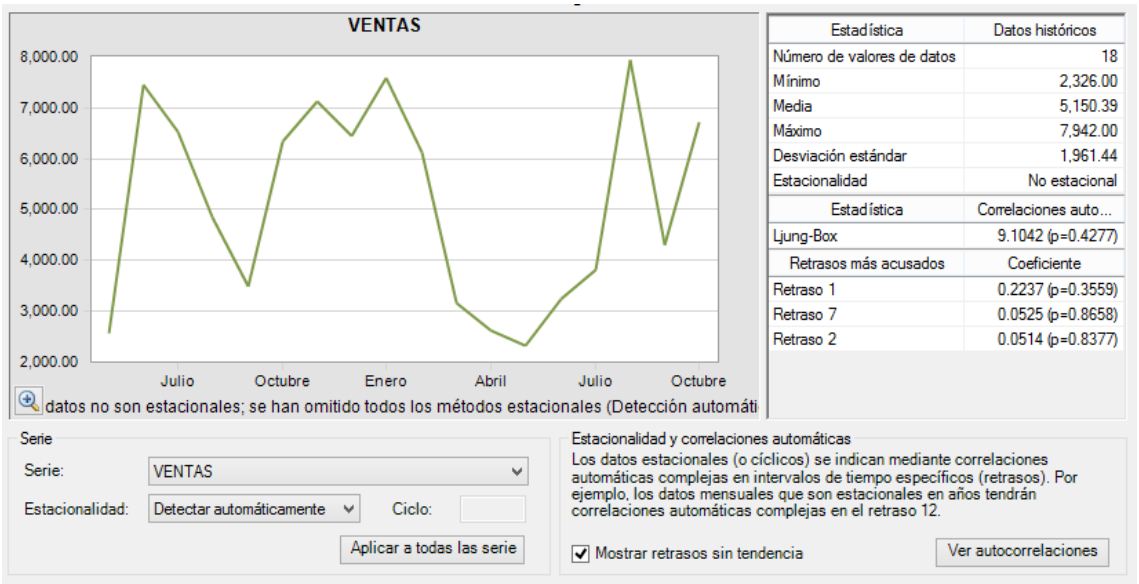


Figura 45: Ventas de Casserita Fucsia en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

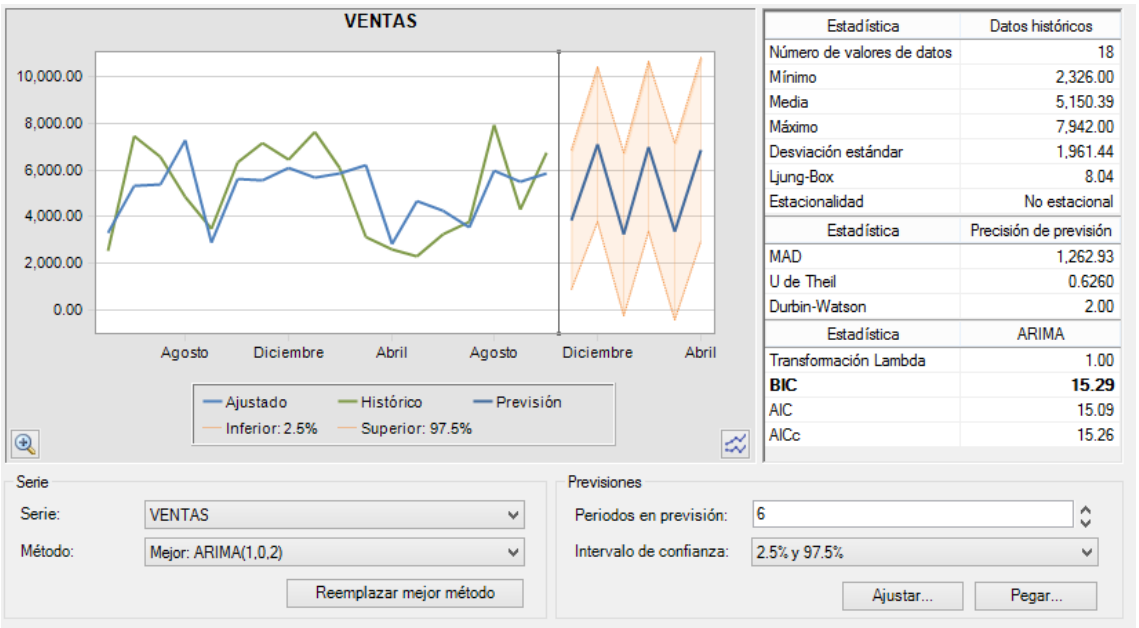


Figura 46: Pronostico de Casserita Fucsia
Fuente: Elaboración Propia

Figura 47: Ventas de Nakar Turquesa en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

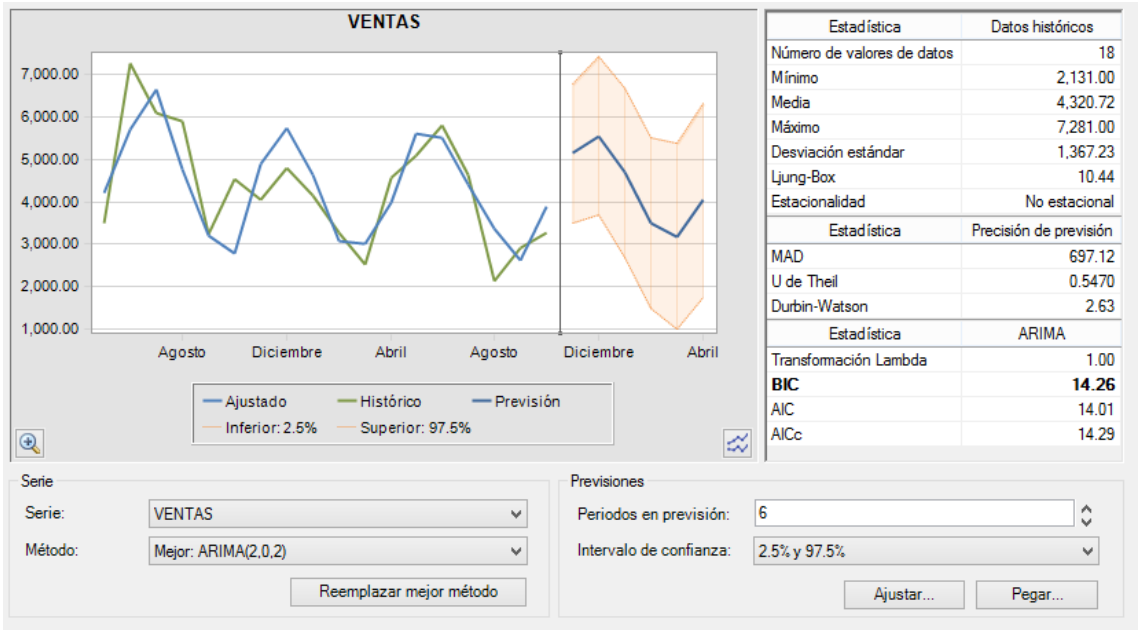


Figura 48: Pronostico de Nakar Turquesa
Fuente: Elaboración Propia

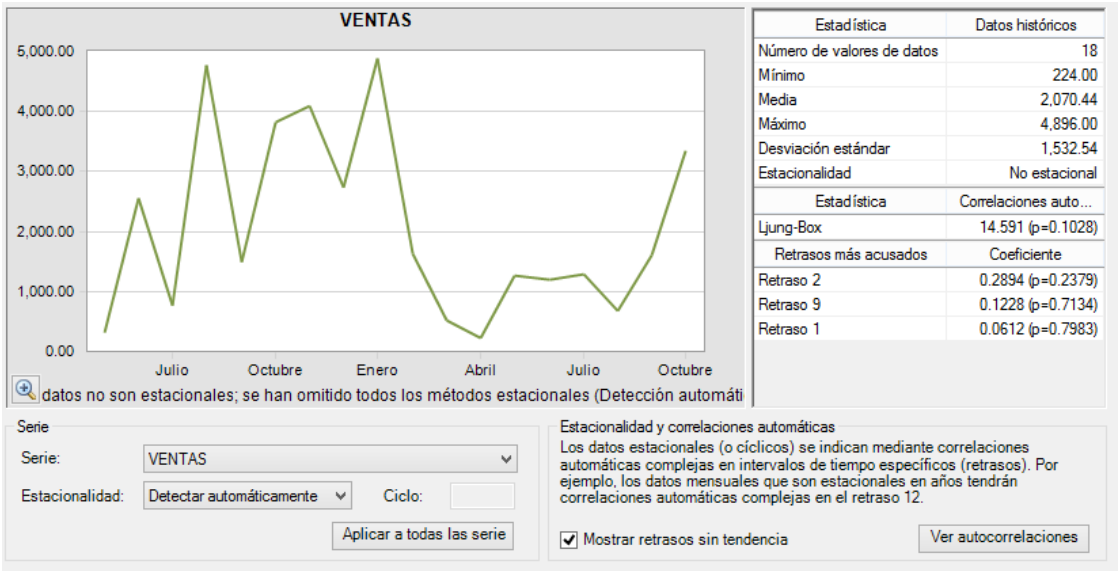


Figura 49: Ventas de Coloso Verde en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

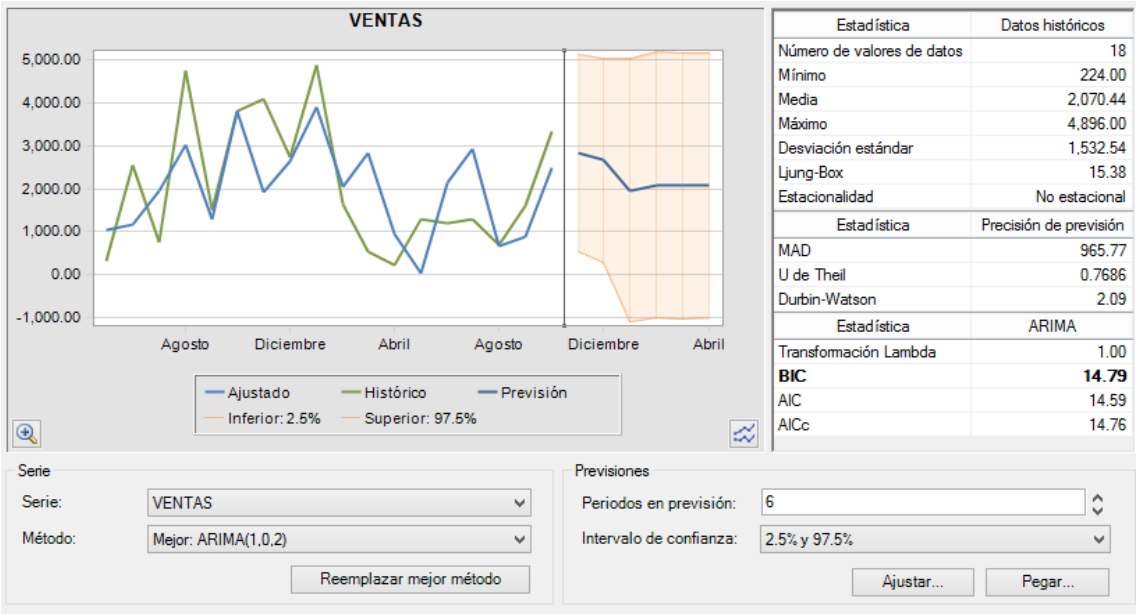


Figura 50: Pronostico de Coloso Verde
Fuente: Elaboración Propia

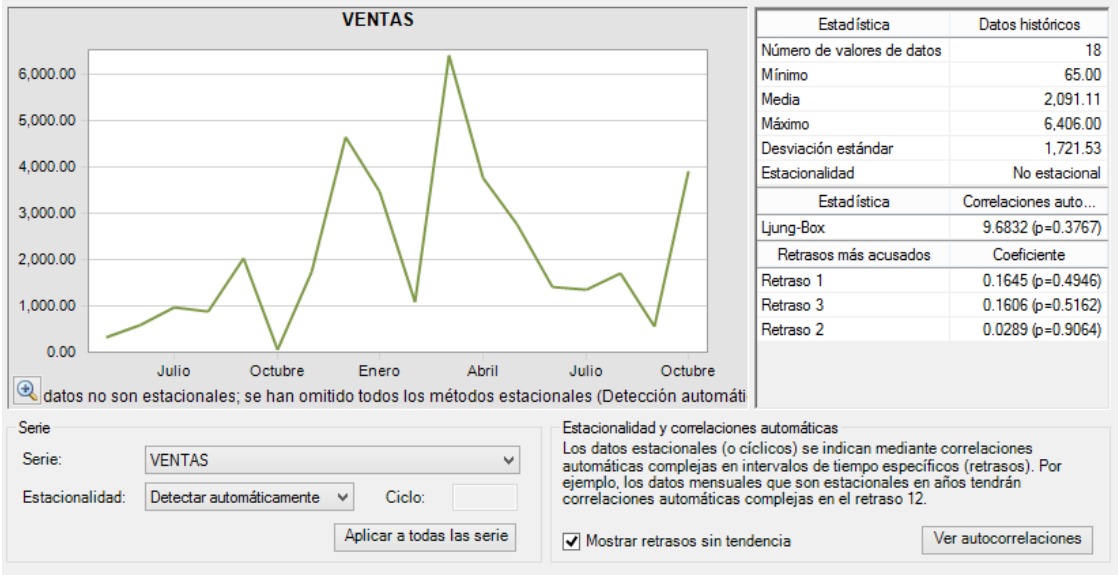


Figura 51: Ventas de Delinor Fuccia en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

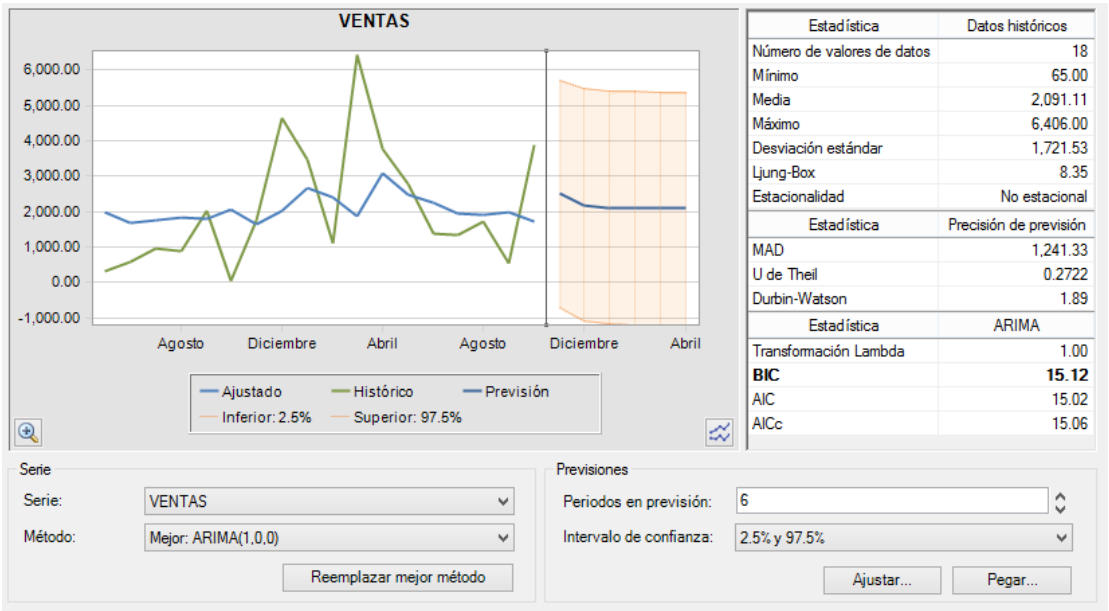


Figura 52: Pronostico de Delinor Fuccia
Fuente: Elaboración Propia

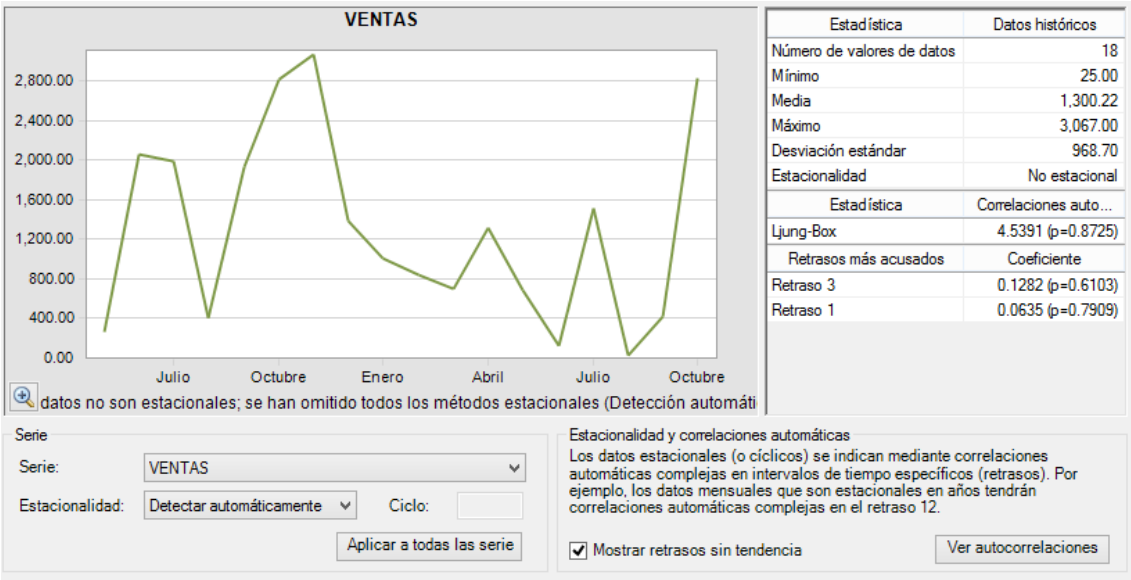


Figura 53: Ventas de Margarita Cristal en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

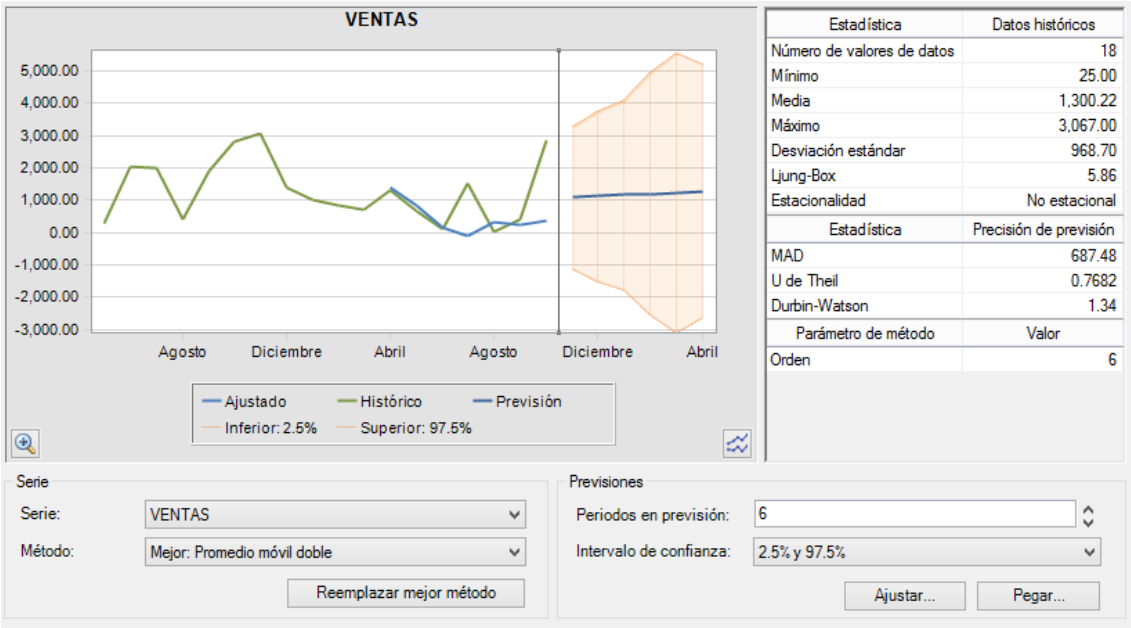


Figura 54: Pronostico de Margarita Cristal
Fuente: Elaboración Propia

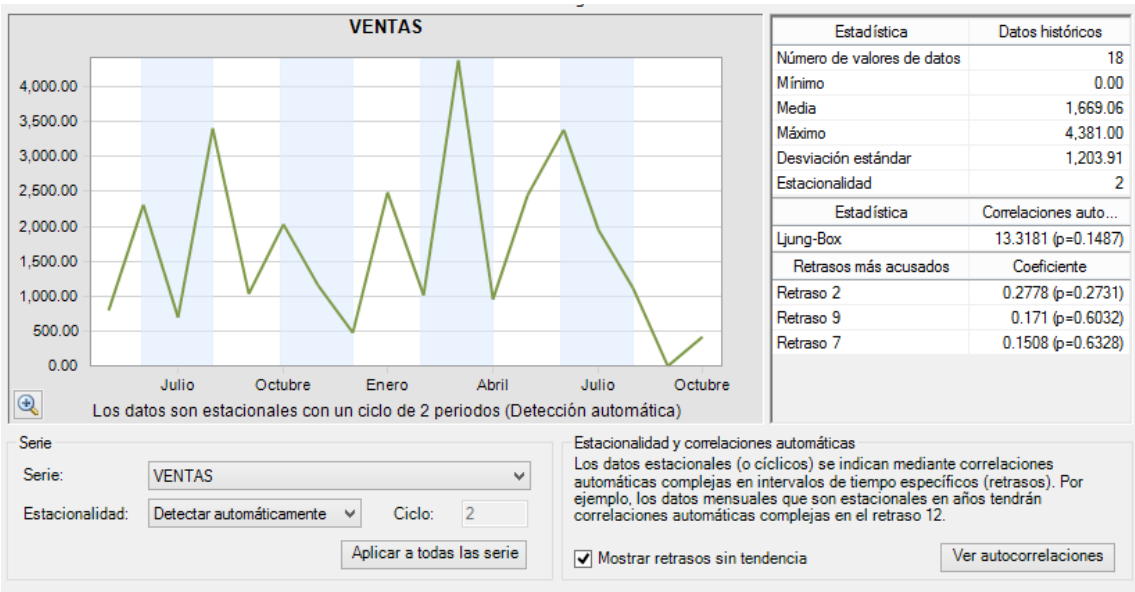


Figura 55: Ventas de Casserita Amarillo en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

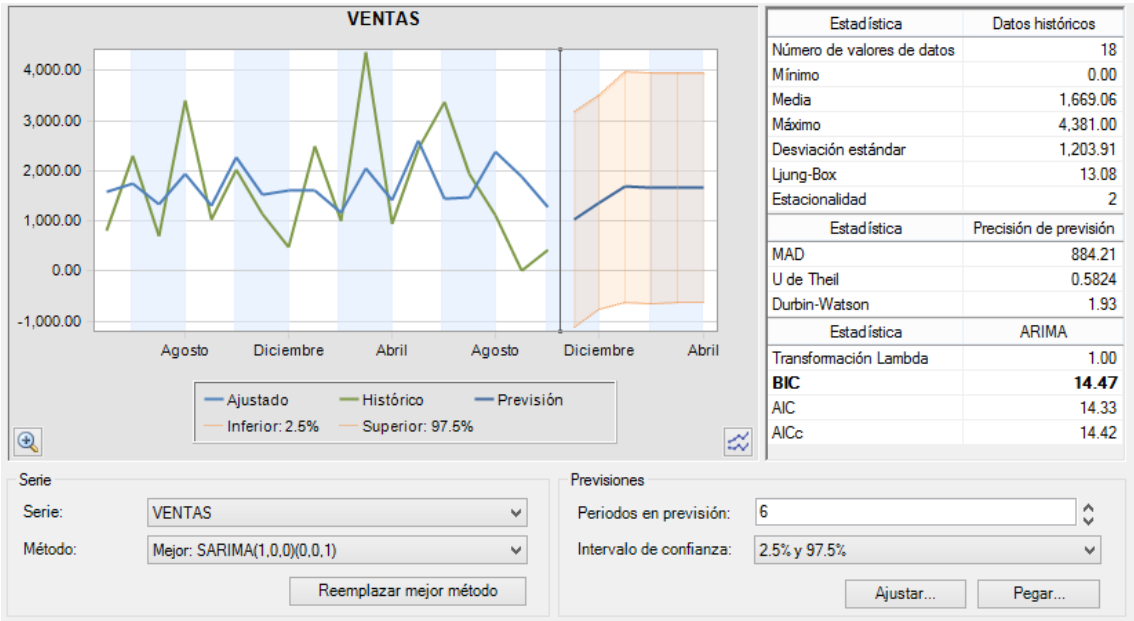


Figura 56: Pronostico de Casserita Amarillo
Fuente: Elaboración Propia

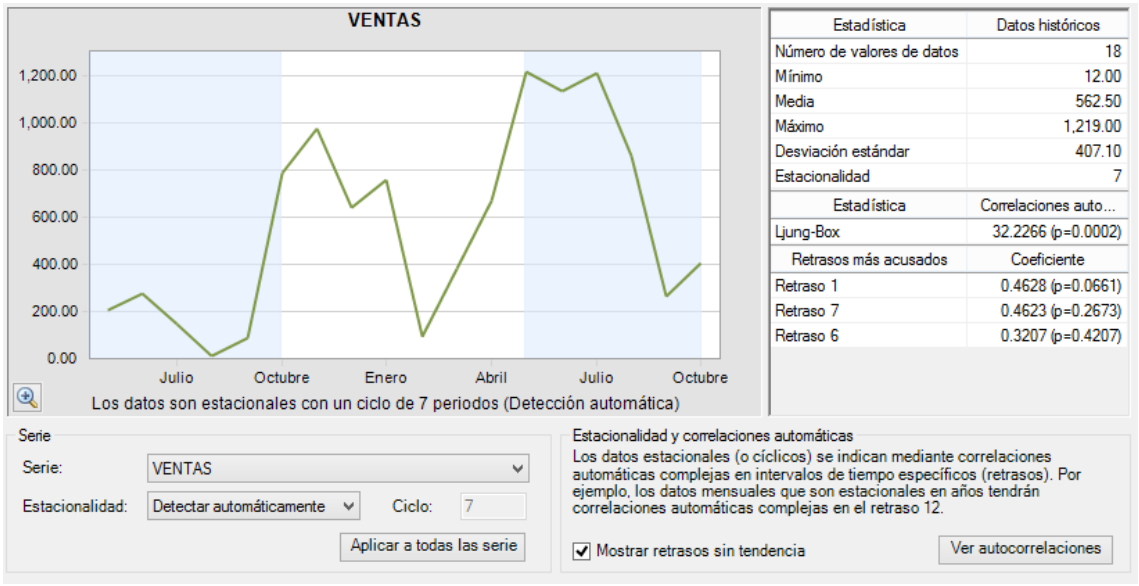


Figura 57: Ventas de Rendidor L en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

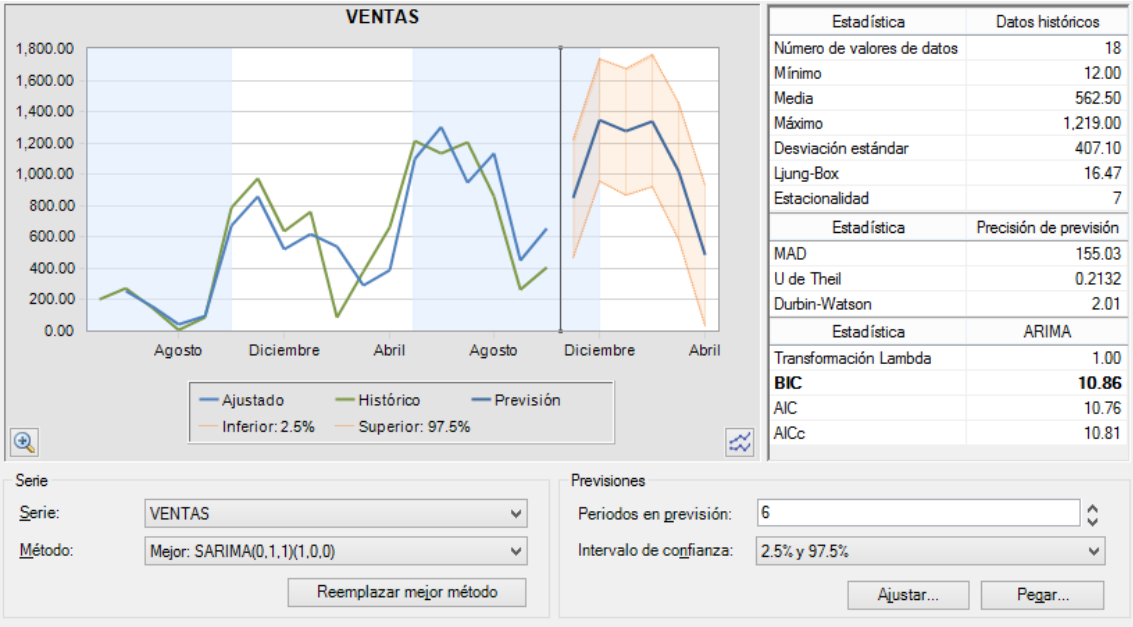


Figura 58: Pronostico de Rendidor L
Fuente: Elaboración Propia

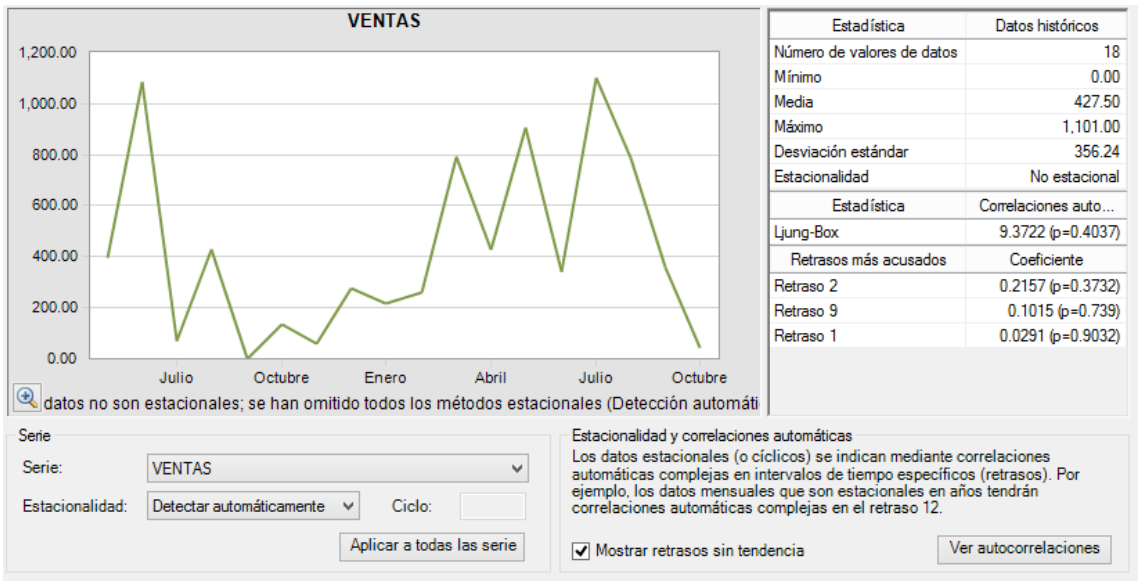


Figura 59: Ventas de Pato Graneadito en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

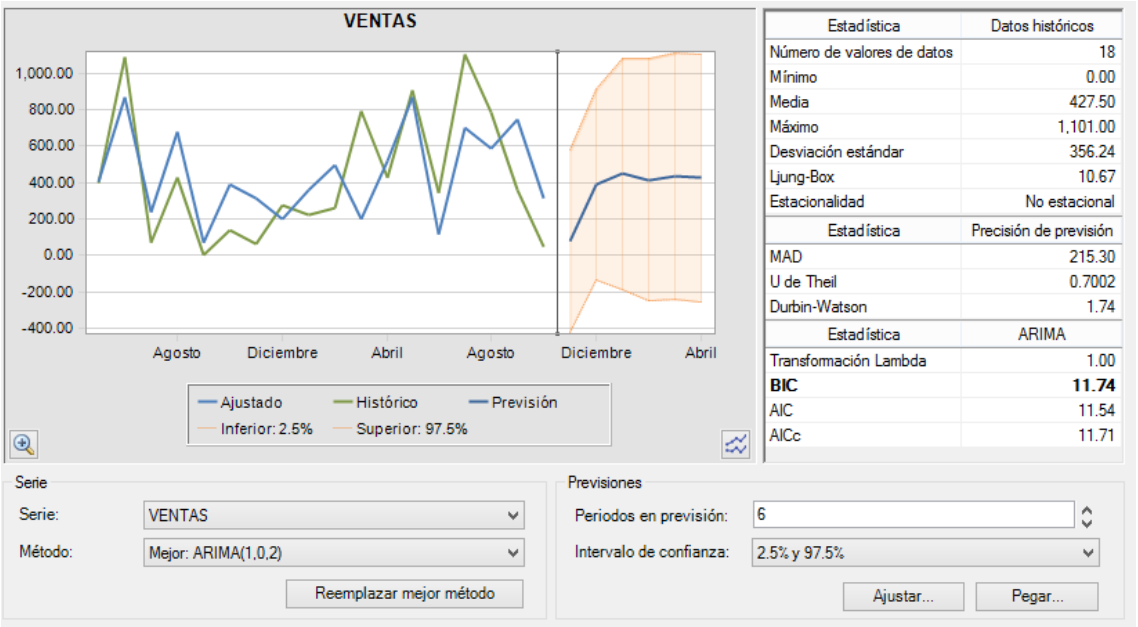


Figura 60: Pronostico de Pato Graneadito
Fuente: Elaboración Propia

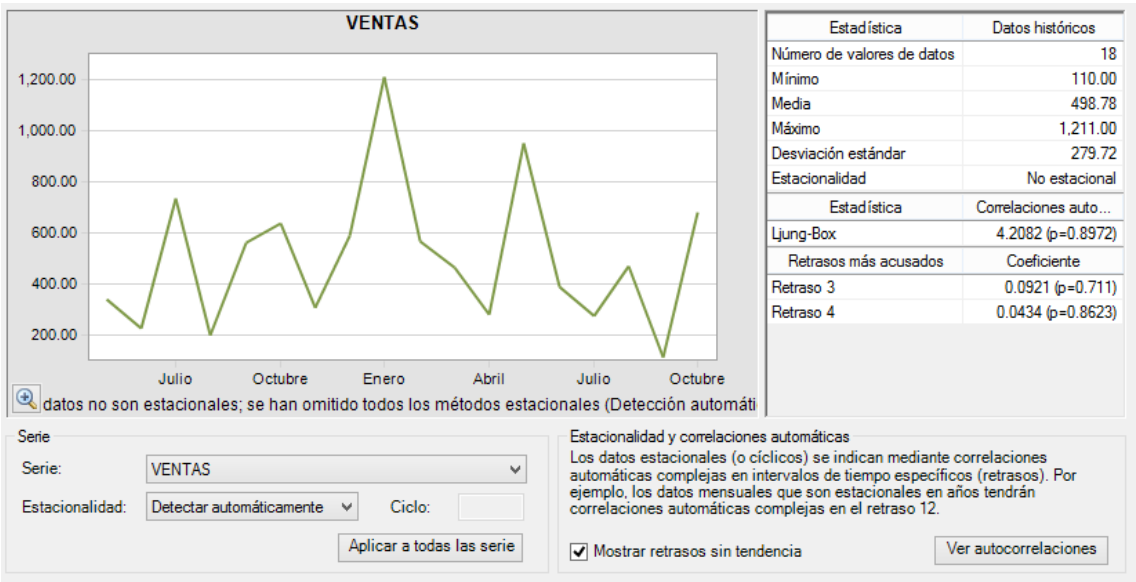


Figura 61: Ventas de Granizado Cristal en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

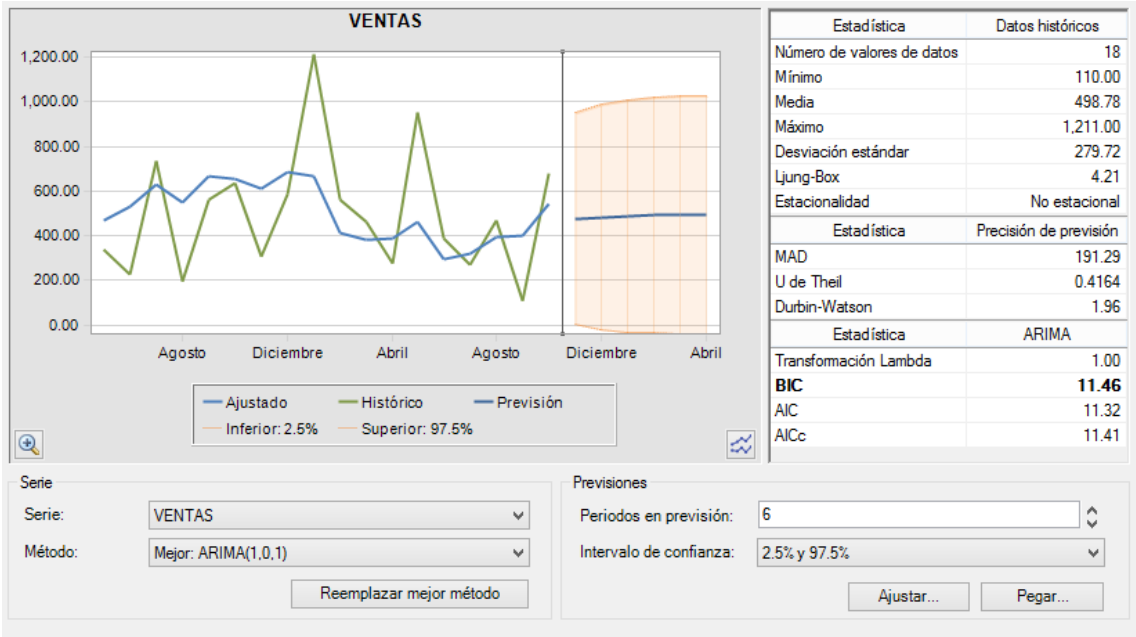


Figura 62: Pronostico de Granizado Cristal
Fuente: Elaboración Propia

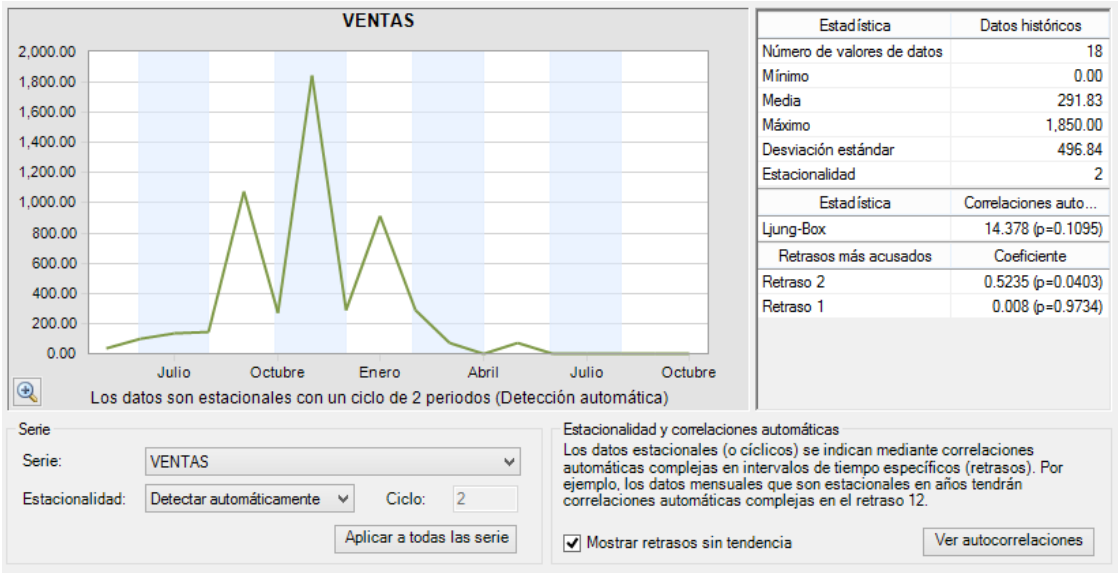


Figura 63: Ventas de Tinajones Verdes en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

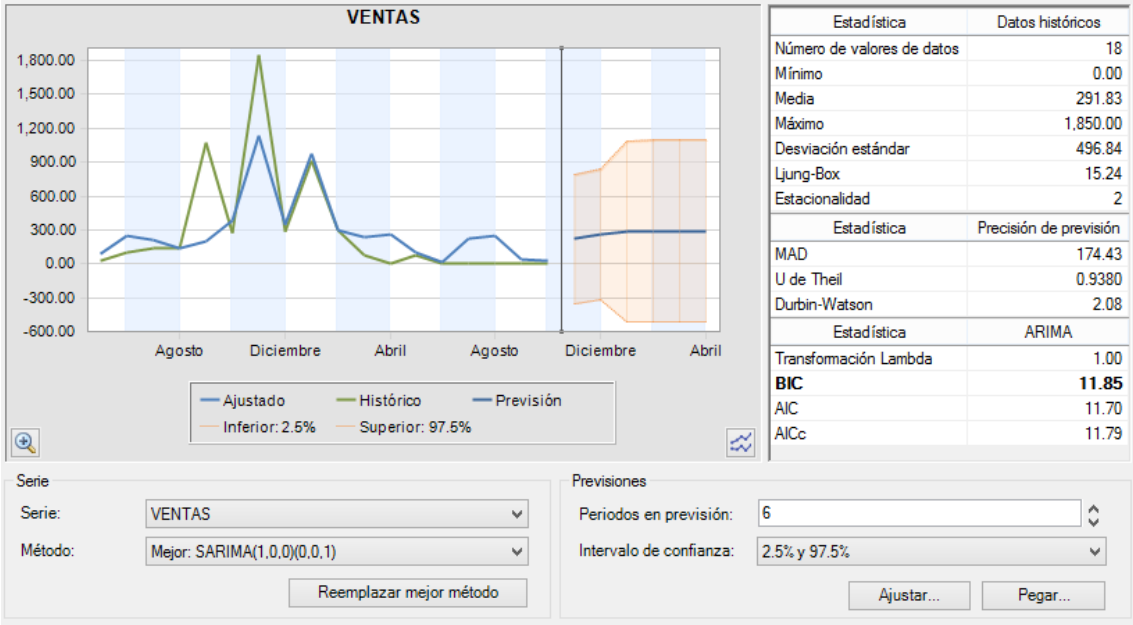


Figura 64: Pronostico de Tinajones Verdes
Fuente: Elaboración Propia

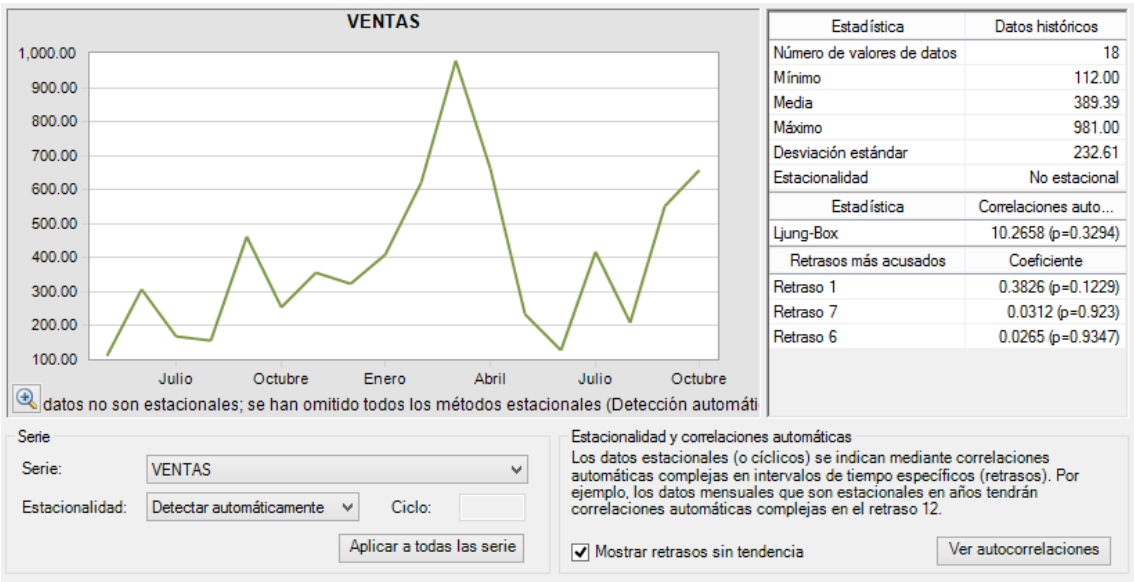


Figura 65: Ventas de Granizado Cristal en Nakar Fuccia
Fuente: Elaboración Propia

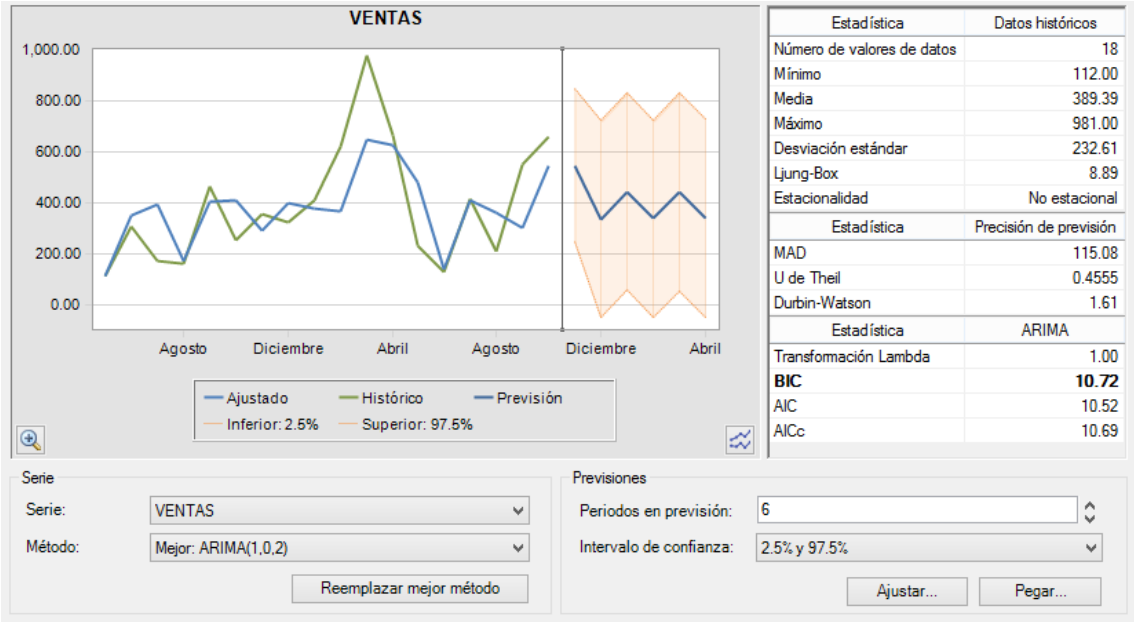


Figura 66: Pronostico de Nakar Fuccia
Fuente: Elaboración Propia

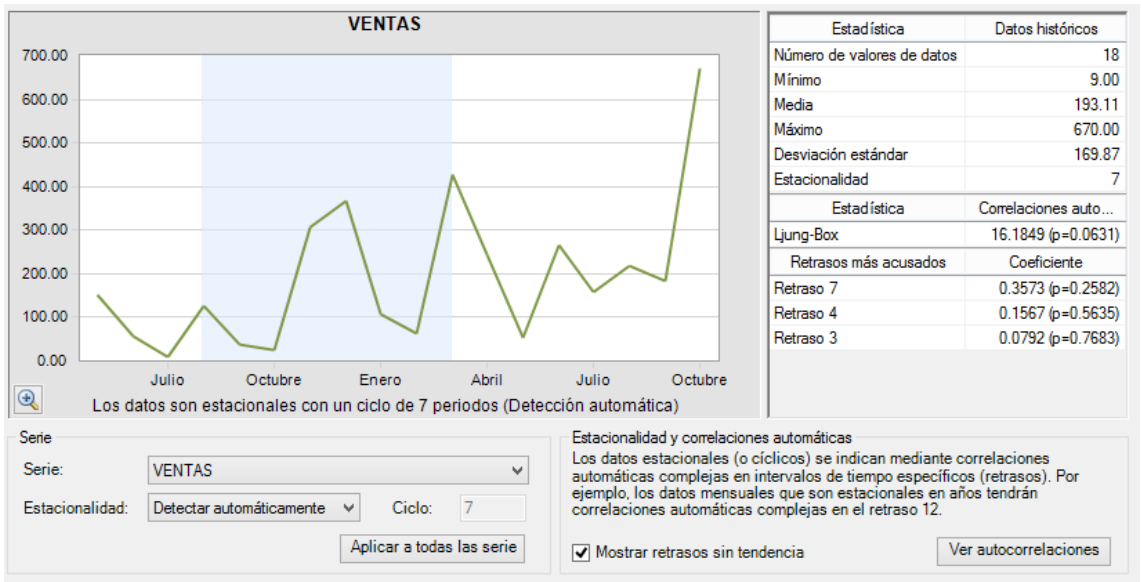


Figura 67: Ventas de Rendidor Amarillo en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

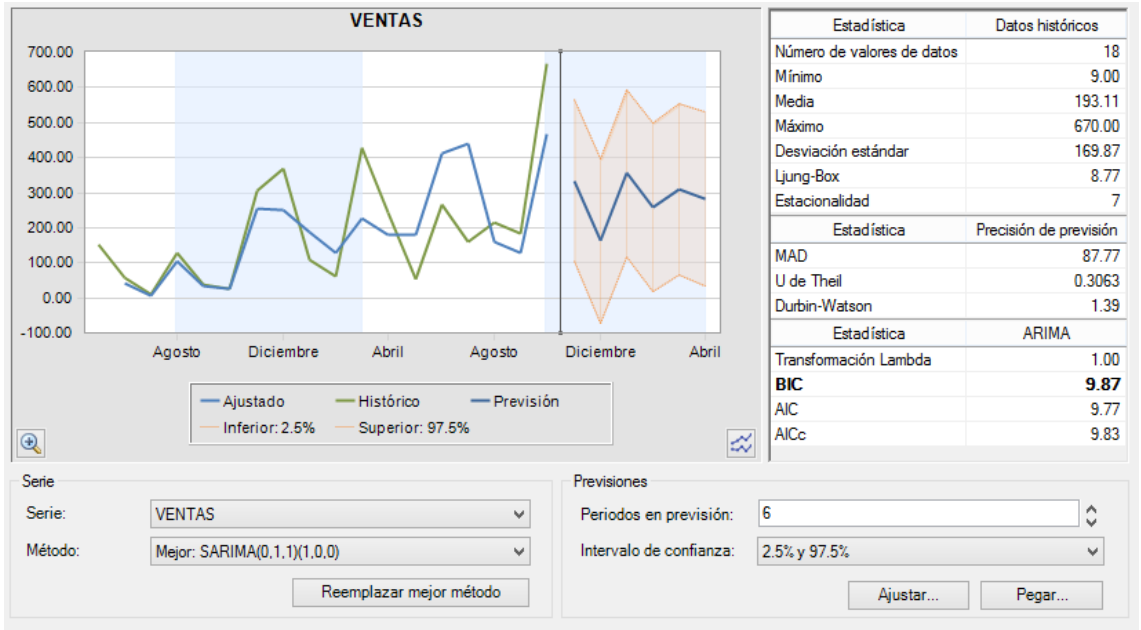


Figura 68: Pronostico de Rendidor Amarillo
Fuente: Elaboración Propia

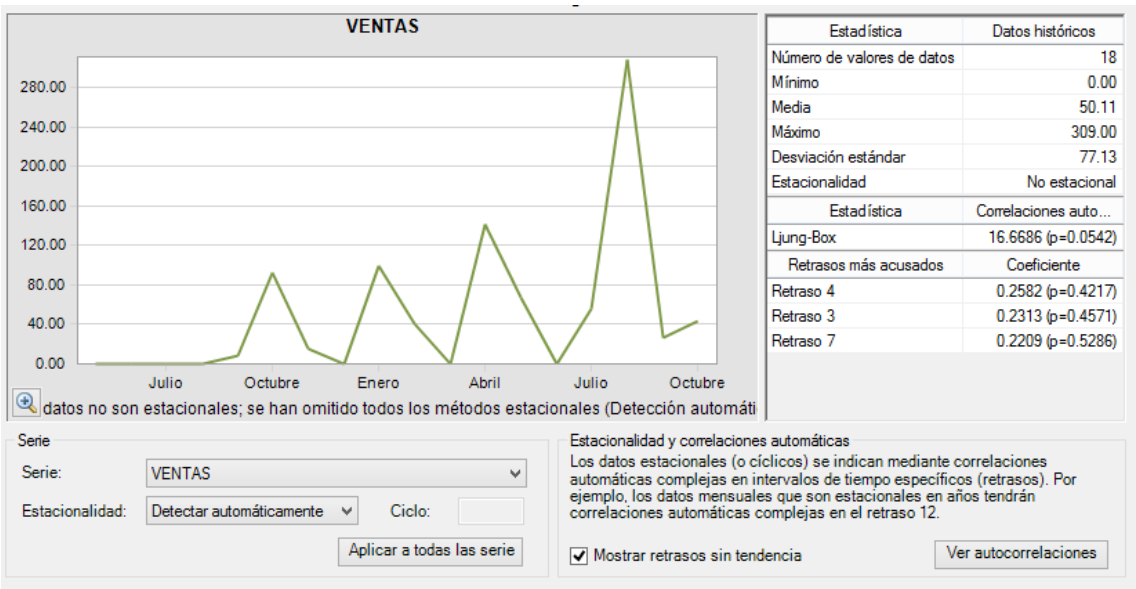


Figura 69: Ventas de Delinor Amarillo en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

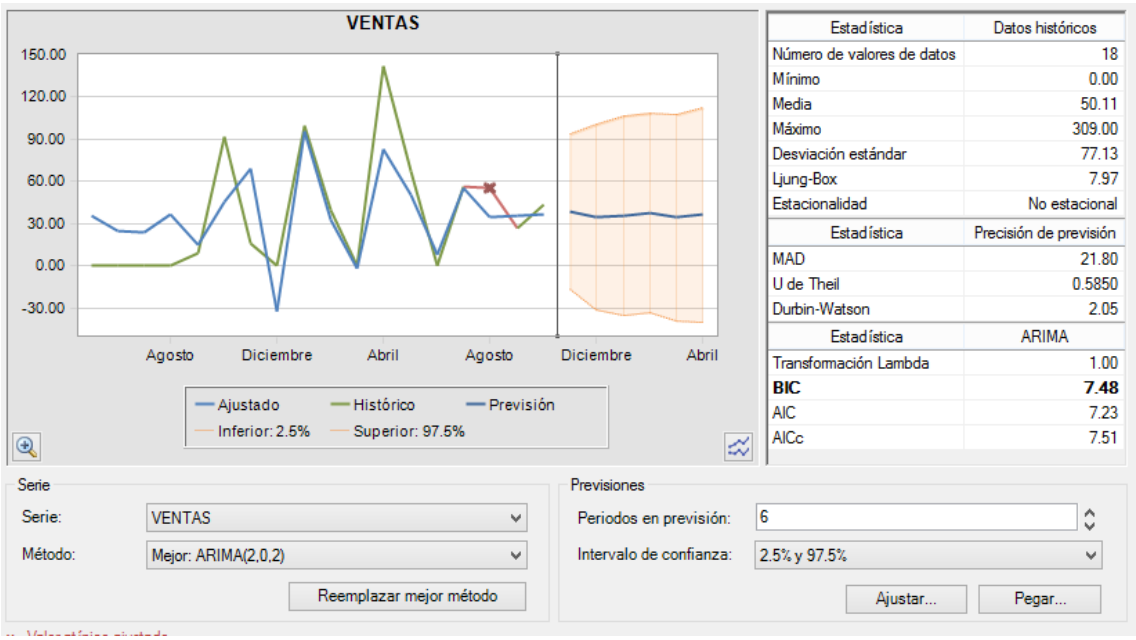


Figura 70: Pronostico de Delinor Amarillo
Fuente: Elaboración Propia

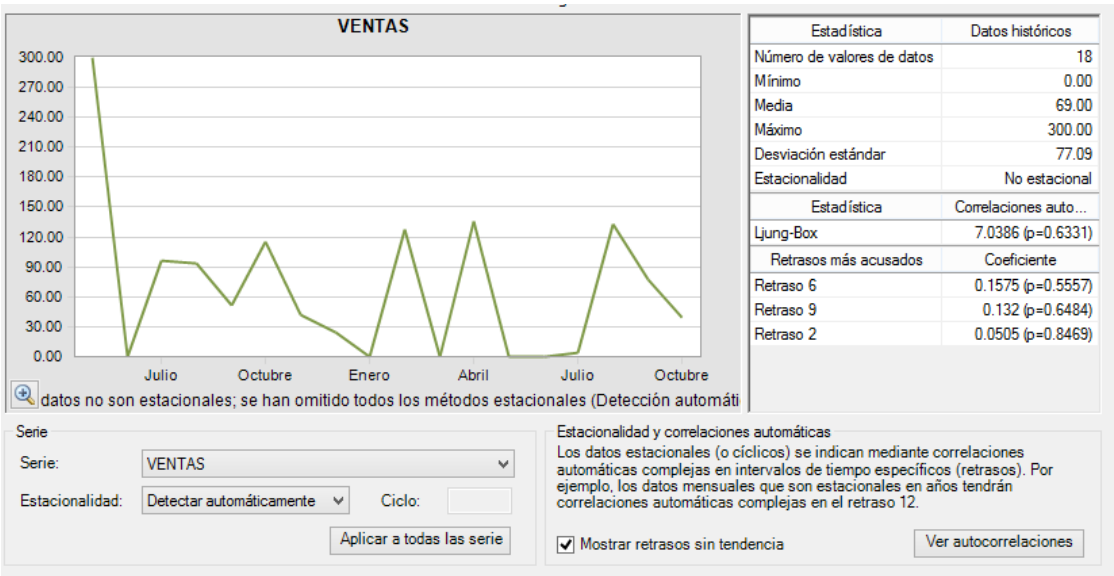


Figura 71: Ventas de Molinera Cristal en Crystal Ball
Fuente: Elaboración Propia

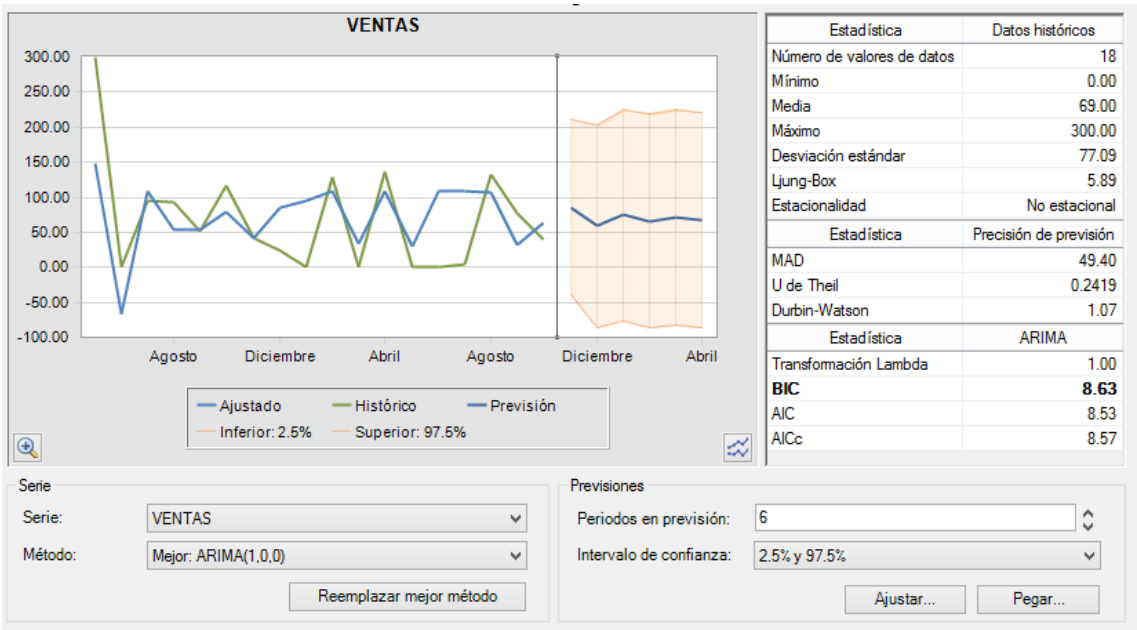


Figura 72: Pronostico de Molinera Cristal
Fuente: Elaboración Propia