
Plan agregado de producción y productividad en la empresa AgroBranggi S.A.C. Lima, 2016.

Plan added production and productivity in the company AgroBranggi S.A.C. Lima, 2016.

Plano acrescentou produção e produtividade na empresa AgroBranggi S.A.C. Lima, de 2016.

Isaac Julio Flores López¹, Doris Marlene Solís López¹, Julio Fabián Amado Sotelo¹, Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón¹.

Resumen

Presente investigación tuvo como objetivo Medir la relación entre el plan agregado de producción y la productividad en la empresa AgroBranggi S.A.C. La investigación tuvo un diseño no experimental en su variante descriptivo correlacional. La investigación es aplicada, transversal, explicativa y cuantitativa. La población estuvo constituida por 26 colaboradores, se consideró una muestra censal. Para la recolección de datos se empleó encuesta, análisis documental y observación. Para el procesamiento de la información se utilizó el programa Microsoft Office 2013, Minitab V17, SPSS V21.0, XLStat – Pro V7.5.2. y WinQSB V2.0. Se evidencia una correlación muy alta ($R=98,29\%$) entre el plan agregado de producción y la productividad. El plan agregado de producción óptimo se obtiene mediante la estrategia de producción constante de dos periodos. Concluyéndose que al desarrollar un plan agregado de producción al menor costo a través de las estrategias de nivel, al optimizar el uso de sus recursos en capacidad utilizada, almacenamiento y fuerza de trabajo, lo que conlleva al incremento de la productividad en la empresa.

Palabras clave: *plan agregado de producción, productividad, pronóstico, fuerza de trabajo, capacidad de planta*

Abstract

This study aimed to measure the relationship between aggregate production plan and productivity in the company AgroBranggi S.A.C. The study was a non-experimental design in its descriptive correlational variant. The research is applied, transversal, and quantitative explanatory. The population consisted of 26 employees a census sample was considered. For data collection survey, document analysis and observation was used. Pro V7.5.2 - for processing information on Microsoft Office 2013, V17 Minitab, SPSS V21.0, XLSTAT program was used. and WinQSB V2.0. a very high correlation ($R = 98.29\%$) is evident between the aggregate production plan and productivity. The aggregate production plan optimal strategy is obtained by constant production of two periods. Concluding that in developing an aggregate production plan at the lowest cost through strategies level by optimizing the use of its resources on capacity utilization, storage and labor, leading to increased productivity in the company.

Keywords: *aggregate production plan, productivity, forecasting, workforce, plant capacity.*

Resumo

Este estudo teve como objetivo avaliar a relação entre o plano de produção agregada e produtividade na empresa AgroBranggi S.A.C. O estudo foi um projeto não-experimental em sua variante descriptivo correlacional. A pesquisa é aplicada, transversal, e explicativo quantitativa. A população foi composta por 26 funcionários de uma amostra censo foi considerado. Para pesquisa de coleta de dados, foi utilizada a análise de documentos e observação. Pro V7.5.2 - para o processamento de informações sobre o Microsoft Office 2013, V17 Minitab, SPSS v21.0, foi utilizado programa XLSTAT. e WinQSB V2.0. uma correlação muito alta ($R = 98,29\%$) é evidente entre o plano de produção agregada e produtividade. A estratégia ideal agregado plano de produção é obtida pela produção constante de dois períodos. Concluindo que no desenvolvimento de um plano de produção agregada ao menor custo através de estratégias de nível através da otimização do uso de seus recursos na utilização da capacidade, armazenamento e de trabalho, levando ao aumento da produtividade na empresa.

Palavras-chave: *plano de produção, a produtividade, a previsão, força de trabalho, a capacidade da planta agregada*

¹Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Faustino Sánchez Carrión, Huacho-Perú.

Recibido: 17 de junio del 2016

Aceptado: 21 de junio del 2016

Introducción

Durante el 2012, el consumo de alimentos procesados en el mundo registró un valor de 4643 miles de millones de dólares (mmd) y se espera que crezca a una TMCA de 7,5% en el período 2012 – 2020. La creciente demanda por países emergentes y subdesarrollados obedece a factores como el aumento de ingreso y de la clase media; pero principalmente por la rápida recuperación de estas economías ante las turbulencias financieras de los últimos años, en comparación a países de la zona europea o Japón que se encuentran en recesión. En el Perú la industria de alimentos es uno de los sectores más dinámicos y estratégicos de la economía nacional, principalmente por que las actividades que la conforman están orientadas a la elaboración y procesamiento de bienes destinados al consumo privado (hogares y empresas). Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C., inicia sus actividades enfocados al Programa Nacional de Asistencia Alimentaria (PRONAA), posteriormente incursiona en servicios con procesos de lavado, desinfectado, deshidratado, tamizado y envasado, atendiendo a clientes industriales y luego se orienta hacia la exportación teniendo como principal cliente a China. La ampliación de su mercado ha traído consigo exigencia de competitividad y mejores precios, reto que ha venido afrontando exitosamente la empresa; sin embargo la crisis económica mundial que afecta especialmente a países desarrollados como China, ha generado una disminución de las exportaciones de su producto bandera: la maca; implicando ello, una disminución de sus utilidades. La diversidad de productos que procesa, ha permitido que la empresa pueda seguir manteniéndose en el mercado. Afrontar este problema en cualquier empresa implica una reducción de costos, lo que será posible con una utilización racional de sus recursos. Una herramienta que utiliza la ingeniería industrial para este propósito es la planeación agregada de producción.

Un plan agregado implica combinar los recursos adecuados en términos generales, o globales. Dado el pronóstico de la demanda, los niveles de inventario, el tamaño de la fuerza de trabajo y los insumos relacionados, el encargado de elaborar el plan debe seleccionar la tasa de producción adecuada para una instalación durante el siguiente periodo que cubre de 3 a 18 meses. Por lo general, el objetivo de la planeación agregada es minimizar los costos para el periodo de planeación. Sin embargo, existen otros aspectos estratégicos más importantes que el costo bajo. Estas estrategias pueden ser suavizar los niveles de empleo, reducir los niveles de inventario, o satisfacer un nivel de servicio alto (Heizer & Render, 2009).

La base de cualquier planeación está fundamentada en un adecuado análisis y pronóstico de la demanda; al respecto Chase, Jacobs, & Aquilano (2006) señalan: “El propósito del manejo de la demanda es coordinar y controlar todas las fuentes de la demanda, con el fin de poder usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo”.

La regresión lineal es útil para el pronóstico a largo plazo de eventos importantes, así como la planeación agregada. Considerando que la demanda está influenciada por varios factores se ha creído conveniente aplicar el modelo de regresión polinómica. (...)

Según Ylé Martínez, Juárez Duarte, & Vizcarra Parra (2014), un polinomio de grado n es una variable, una expresión del tipo:

$$p(x) = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x + a_0 \quad (1)$$

En la que x es una variable que puede tomar cualquier valor real, los coeficientes $a_0, a_1, \dots, a_{n-1}, a_n \neq 0$ son número reales fijos (constantes) y n es el grado de la función.

La capacidad de planta es el volumen de producción o número de unidades que puede alojar, recibir, almacenar o producir una instalación en un periodo de tiempo específico de tiempo. A menudo, la capacidad determina los requerimientos de capital y, por consiguiente, una gran parte del costo fijo. La capacidad también determina si se cumplirá la demanda o si las instalaciones estarán desocupadas. Si la instalación es demasiado grande, algunas de sus partes

estarán ociosas y agregaran costos a la producción existente. Si la instalación es demasiada pequeña, se perderán clientes y quizá mercados completos (Heizer & Render, 2009).

Para determinar la capacidad de planta se realizó un estudio de tiempos a las familias de productos en estudio, habiéndose utilizado la técnica del cronometraje.

Para fines del presente estudio se considera fuerza de trabajo al recurso humano necesario para desarrollar las actividades productivas. Sobre fuerza de trabajo, consideramos que el objetivo de administrar al personal es obtener la productividad más elevada posible, pero sin sacrificar la calidad, el servicio o la capacidad de respuesta. Una adecuada administración del recurso humano es lograr que se sientan permanentemente motivados e identificados con los objetivos empresariales.

Funciones del inventario: Desacoplar o separar diferentes partes del proceso productivo; aislar a la empresa de las fluctuaciones de la demanda y proporcionar un stock de mercancías que permita al cliente elegir entre ellas; aprovechar los descuentos por cantidad, porque la compra de grandes cantidades puede reducir el coste de las mercancías o su plazo de aprovisionamiento; protegerse contra la inflación y el aumento de precios.

Es el costo asociado con guardar o “llevar” el inventario a través del tiempo podemos establecer que el costo de inventarios será expresado en función al espacio de almacenamiento, al costo de operación y al costo de uso de máquinas y equipos, expresados en la siguiente fórmula:

$$Ci = \frac{Ca + Co + Cme}{\text{Capacidad promedio de almacenamiento}}$$

Donde: Ci: *Costo de inventario*; Ca: *Costo de almacén*; Co: *Costo operativo*; Cme: *Costo de máquina y equipos*

Las estrategias del nivel, Implican el manejo de inventarios, tasas de producción, niveles de mano de obra, capacidad de las instalaciones, y otras variables controlables.

La empresa puede elegir entre las siguientes alternativas de capacidad (producción) básicas: *Cambiar los niveles de inventario*: Los administradores pueden incrementar el inventario durante periodos de demanda baja para satisfacer la demanda alta en periodos futuros; *Variar el tamaño de la fuerza de trabajo mediante contrataciones y despidos*: Una forma de satisfacer la demanda es contratar o despedir trabajadores de producción para ajustar las tasas de producción; *Variar las tasas de producción mediante tiempo extra o tiempo ocioso*: A veces es posible mantener una fuerza de trabajo constante mientras se varían las horas de trabajo, reduciendo el número de horas trabajadas cuando la demanda baja y aumentándolas cuando sube. Aun así, cuando la demanda sube demasiado, existe un límite en el número realista de horas extra; *Subcontratar*: Una empresa puede adquirir capacidad temporal subcontratando el trabajo en los periodos de demanda pico; *Usar trabajadores de tiempo parcial*: Especialmente en el sector servicios, los trabajadores de tiempo parcial llegan a satisfacer las necesidades de mano de obra no calificada. Esta práctica es común en restaurantes, tiendas y supermercados

(Heizer & Render, 2009) Afirman que la productividad como el resultado de dividir las salidas (bienes y servicios) entre una o más entradas (tales como mano de obra, capital o administración).

La mejora en la productividad puede lograrse de dos formas: mediante una reducción en la entrada mientras la salida permanece constante, o bien con un incremento en la salida mientras la entrada permanece constante. La medición de la productividad es una forma excelente de evaluar la capacidad de un país para proporcionar una mejora en el estándar de vida de su población. Solo mediante el incremento de la productividad puede mejorarse el estándar de vida. Aún más, solo a través de los incrementos de la productividad pueden la mano de obra, el capital y la administración recibir pagos adicionales.

La productividad de múltiples factores se calcula combinando las unidades de entrada como se muestra a continuación: $\text{Productividad} = \text{Producción} / \text{Recursos utilizados}$

¿Por qué es importante el incremento de la productividad?

Es importante incrementar la productividad por que ésta provoca una “reacción en cadena” en el interior de la empresa, fenómeno que se traduce en una mejor calidad de los productos, menores precios, estabilidad de empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo.

¿Se puede medir la productividad? ¿Con qué niveles de desagregación?

Se puede medir con base a los factores productivos antes mencionados que participan en la producción, o bien, a partir de las diversas actividades económicas que se desarrollan en un país. En el primer caso los indicadores que se puedan generar son la productividad total de los factores (PTF) y los indicadores parciales de productividad. Dentro de estos últimos, los más importantes son los de la productividad del trabajo o laboral y el de la productividad del capital.

(Gutiérrez & De la Vara, 2013) Afirma que la eficiencia es la relación entre los resultados logrados y los recursos empleados. Se mejora optimizando recursos y reduciendo tiempos desperdiciados por paros de tiempo, falta de material, retrasos, etc. La fórmula es:

$$\text{Eficiencia} = \text{Recursos (proyectados/Recursos utilizados)} \times 100$$

Según (Gutiérrez & De la Vara, 2013) La eficacia es el grado con el cual las actividades planeadas son realizadas y los resultados previstos son logrados. Se atiende maximizando servicios. La eficacia implica la obtención de los resultados deseados y puede ser un reflejo de cantidad, calidad percibida o ambos (García, 2005). La fórmula es:

$$\text{Eficiencia} = (\text{Producción real/Producción planificada}) \times 100$$

Para determinar el problema general nos hicimos las siguientes preguntas: ¿En qué medida se relaciona el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?. Los Problemas específicos son: ¿Cómo se sustenta la relación entre el pronóstico de la demanda y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?; ¿Cómo se fundamenta la relación entre la capacidad de planta y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?; ¿De qué manera se explica la relación entre la fuerza de trabajo y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?; ¿Cuál es la relación que se da entre el almacenamiento y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?; ¿De qué manera se relacionan las estrategias de nivel y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016?.

La presente investigación pretende medir la relación entre el plan agregado de producción y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016; siendo los Objetivos específicos: Sustentar la relación entre el pronóstico de la demanda y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016; Fundamentar la relación que se da entre la capacidad de planta y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016; Explicar la manera en que

se relaciona la fuerza de trabajo y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016; Probar la relación que se da entre el almacenamiento y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016 y demostrar la manera en que se relacionan las estrategias de nivel y la productividad en la elaboración de productos deshidratados, extruidos y molidos de la empresa Agroindustria de Alimentos Branggi S.A.C. - Lima, 2016.

(Molina, 2013) *Plan agregado de producción para el mejoramiento de la productividad de la Empresa Ecuatoriana de Curtidos S.A.*, de la Universidad Técnica de Ambato – Ambato, Ecuador. El objetivo fue: “Analizar el plan agregado de producción, y su incidencia en el incremento de la productividad de la empresa Ecuatoriana de Curtidos Salazar S.A.”

La investigación concluye mencionando los cálculos de cada uno de los diferentes modelos de planes de producción, con el método tradicional y con de programación lineal: Permiten conocer cada una de las alternativas que la empresa puede utilizar para cumplir con determinada producción, en donde se puede comprobar la efectividad que tiene el emplear el modelo de programación lineal, el cual es una técnica sistemática e innovadora que mezcla cada una de las variables que intervienen en la producción, ya que optimiza a detalle cada uno de los recursos que utiliza la empresa para elaborar un producto, para con esto reducir los costos que se tiene por cumplir con la producción, la cual arroja un precio de \$ 218.406,21, siendo el valor más económico.

(Manrique, 2008) *Diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico*, de la Pontificia Universidad Javeriana – Bogotá, Colombia. El objetivo fue: “Elaborar el diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico.” Concluye que: La planeación de la producción de pronósticos son herramientas muy útiles para poder anticiparse a las necesidades del mercado, y dimensionar todos los recursos necesarios para responder a dicha demanda, por lo que su adecuada implementación, le permitirá a la empresa tener un servicio diferenciador y mayor capacidad de respuesta a las necesidades cambiantes del mercado.

(Baldeón, 2011) *Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en CIA. Minera Condestable S.A.*, de la Pontificia Universidad Católica del Perú – Lima, Perú. El objetivo fue: “Guía para la Optimización de Flotas de Acarreo en minas subterráneas”, de tal manera que esté disponible como un método práctico y rápido para adaptarse a las condiciones cambiantes en la operación y lograr el incremento de la productividad, la disminución de costos del proceso de carga y acarreo, que conllevan a obtener el mejor ratio de costos por Toneladas por kilómetro. La investigación concluye que: Conociendo el ciclo de las operaciones (acarreo y transporte), se puede calcular la flota o equipos requeridos a mínimo costos unitario y/o máxima producción en la unidad de tiempo. Es importante contar con un departamento de productividad, para mejorar los procesos y procedimientos establecidos.

El presente estudio se desarrolla con la finalidad de conocer y profundizar los conocimientos sobre el tema del plan agregado de producción y su relación con la productividad de la empresa Agroindustrias de Alimentos Branggi S.A.C., de este modo beneficiara a los dueños del problema ya que los resultados pueden proporcionar una ventaja competitiva a nivel nacional e internacional. Debido al creciente aumento de la demanda, no solo es suficiente entregar alimentos inocuos sino también en el plazo establecido, siendo esta última de vital importancia si de exportaciones hablamos.

Materiales y métodos

La presente investigación tiene un diseño no experimental en su variante descriptivo correlacional, debido a que describe la realidad problemática de la empresa y la solución planteada y porque pretende medir el impacto al relacionar las variables, plan agregado de producción y productividad.

La presente investigación según su finalidad, es aplicada, según su alcance temporal es transversal, según su profundidad es explicativa y según su carácter de medida es cuantitativa. (Latorre 1996).

La población está comprendida por los 26 colaboradores de la empresa Agroindustrias de Alimentos Branggi S.A.C., definida en la sección de dueños del problema N = 26.

Siendo la población menor a 30 personas, entonces estamos frente a una población pequeña, por ende se va a considerar a todo el conjunto como muestra, lo que se denomina muestra censal; bajo estas condiciones podemos asumir un nivel de confianza del 100% para los análisis estadísticos. n = 26

	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL				
V. Independiente (X)	<p>Plan agregado de producción (X): Busca determinar la cantidad y los tiempos de producción necesarios para el futuro intermedio; asociando las metas estratégicas de la empresa con los planes de producción. (Heizer & Render, 2009) ISBN: 9786074420999</p>	<p>Plan agregado de producción (X): La planeación agregada se realiza en base al pronóstico de la demanda y la capacidad de planta, para establecer las cantidades y los tiempos de producción, tomando en cuenta su sistema de inventarios y las condiciones de su fuerza de trabajo con el fin de obtener la estrategia de nivel que nos lleve al costo mínimo. (Flores & Solís, 2015)</p>	<p>X1: Pronóstico de la demanda</p>	<p>X1.1: Modelo matemático</p>	<p>t/año</p>	<p>T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos</p>
			<p>X2: Capacidad de planta</p>	<p>X2.1: Tiempo estándar</p>	<p>h/t Nº de días</p>	<p>T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos</p>
			<p>X3: Fuerza de trabajo</p>	<p>X3.1: Costo de hora normal X3.2: Costo de hora extra X3.3: Costo de contratar y capacitar X3.4: Costo de despedir X3.5: Días laborables</p>	<p>soles/h soles/h soles/p ersona soles/p ersona días</p>	<p>T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos</p>
			<p>X4: Almacenamiento</p>	<p>X4.1: Tamaño único de almacenamiento X4.2: Costo de inventarios</p>	<p>t/m soles/t</p>	<p>T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos</p>
			<p>X5: Estrategias</p>	<p>X5.1: Alternativas de capacidad</p>	<p>soles</p>	<p>T: Experimento I: Material</p>

			de nivel	X5.2: Alternativas de demanda X5.3: Alternativas mixtas	Experimental
V. Dependiente (y)	Productividad (Y): Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados. (García, 2006) ISBN: 9701046579	Productividad (Y): Son las unidades producidas en un intervalo de tiempo, con relación al uso eficiente de los recursos utilizados en la producción la eficacia con el cumplimiento de objetivos trazados por la empresa. (Flores & Solís, 2015)	Y1: Eficacia	X1.1: Producción obtenida X1.2: Producción esperada	t T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos
			Y2: Eficiencia	X2.1: Costos reales X2.2: Costos programados	soles T: Análisis de documentos. I: Ficha de registro de datos

RESULTADOS

Tabla 1. Pasos para el desarrollo de la investigación

Paso	Descripción
1°	Análisis preliminar
2°	Proyección de la demanda
3°	Determinar la capacidad de planta
4°	Determinar los índices de inventarios
5°	Determinar los índices de fuerza de trabajo
6°	Simular las estrategias de nivel
7°	Plan agregado óptimo
8°	Cálculo de indicadores de la productividad
9°	Cálculo de la productividad
10°	Resultados metodológicos de la investigación

El propósito de realizar el análisis de Pareto fue obtener los productos vitales para AgroBranggi, de manera que la investigación se centre en aquellos productos que tienen una mayor significancia para la empresa.

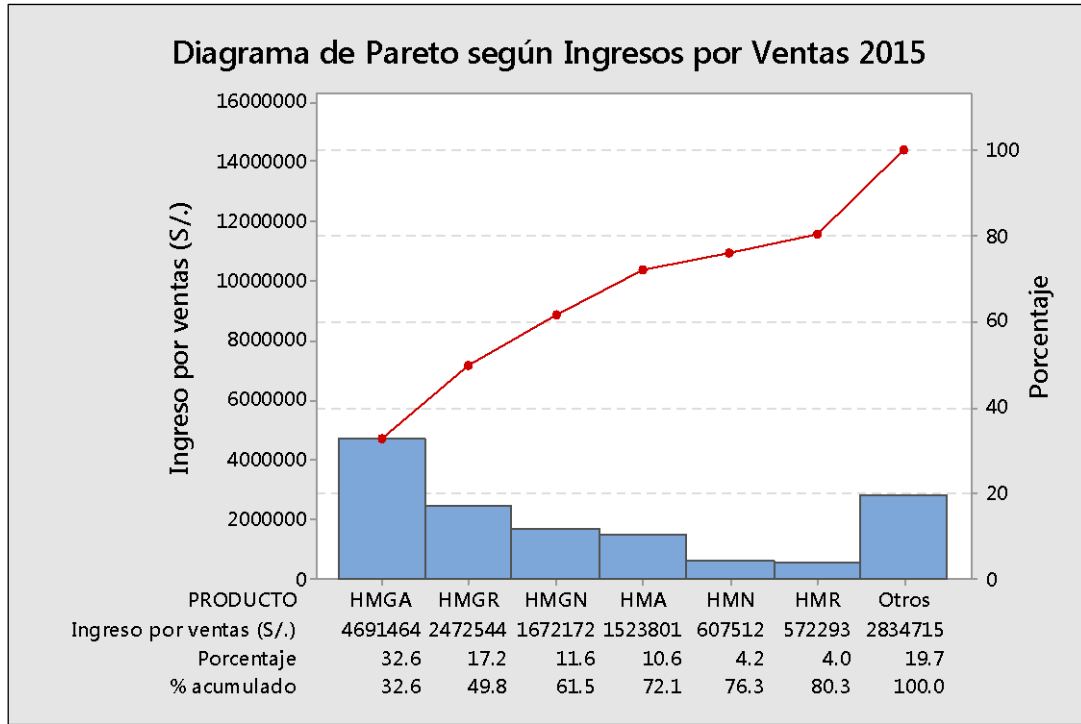


Figura 1. Priorización de productos - AgroBranggi S.A.C.

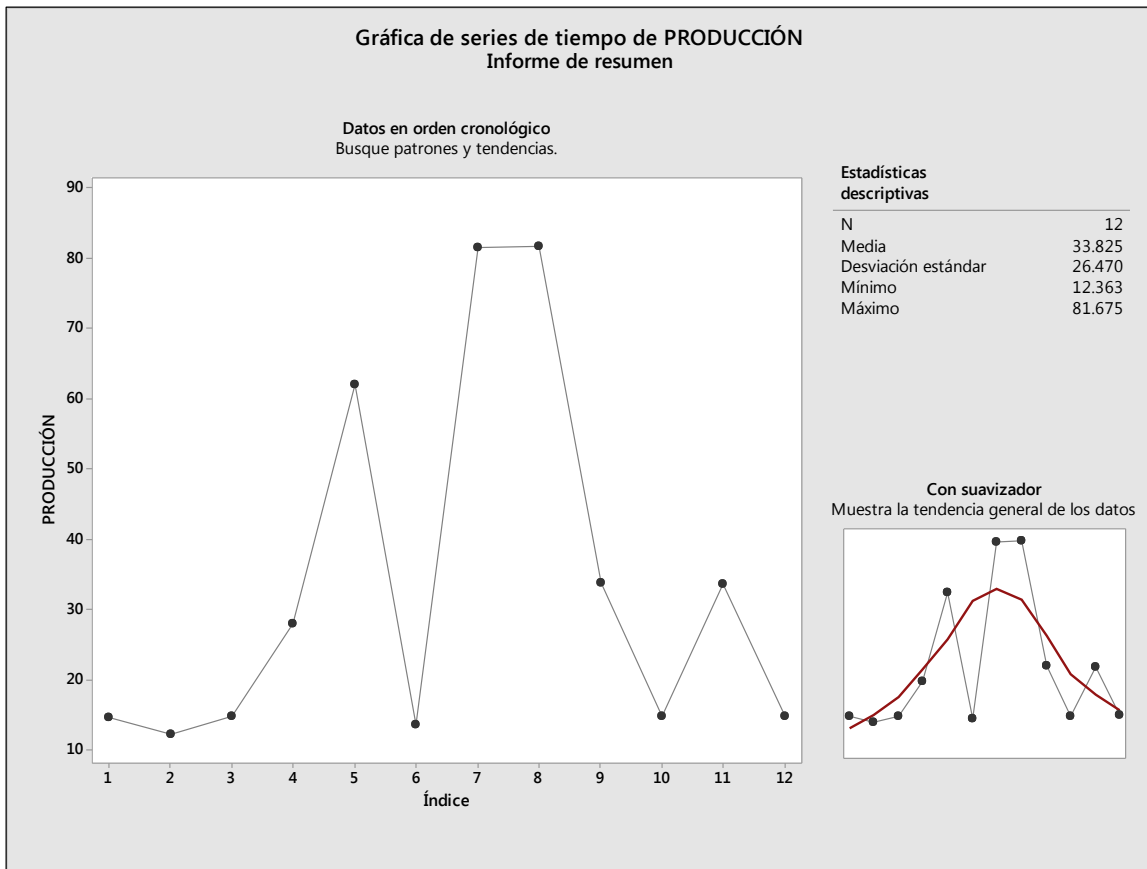


Figura 2. Análisis gráfico de serie de tiempos

Se observa que la producción en los meses de febrero a mayo asciende hasta las 62,02 toneladas (t) y luego hace un cambio brusco en el mes de junio a 13,59 t para que nuevamente en julio y agosto se genere una alza en producción hasta las 81,68 t, descendiendo una vez más en setiembre y octubre hasta las 14,88 t para volver a alzar en noviembre con 33,59 t y quedar finalmente en diciembre con 14,95 t; por lo que pudimos definir que la producción de AgroBranggi en el año 2015 tuvo un comportamiento cíclico de dos ascensos importantes.

La regresión nos permitió aportes significativos: el modelo matemático y el índice de correlación de los datos; de manera que se pudo concluir con prontitud que la tendencia lineal no era la adecuada para los datos de producción. Se optó por la regresión polinómica y se probó hasta conseguir el grado con el que las proyecciones coincidían de manera más cercana, siendo ésta la regresión polinómica de grado cinco (5).

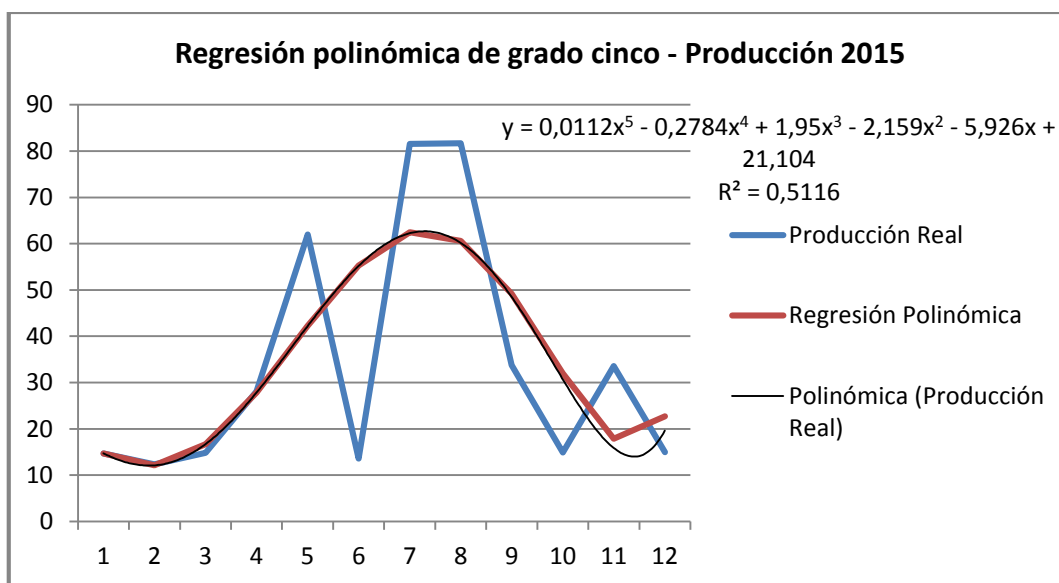


Figura 3. Pronóstico mediante el método de regresión polinómica que grado cinco

Se observa la tendencia polinómica de grado cinco y la proyección de la demanda para el año 2016, con un coeficiente de correlación del 51,16% de sus datos con respecto a su media aritmética, siendo la más alta obtenida en las pruebas con distintos grados, por tanto es la que se ajusta en mayor medida a los datos de producción del año 2015.

Tabla 2. Pronóstico desagregado por familias - Año 2016

N°	Meses	Familia de productos		Pronóstico total (t/mes)
		HMG	HM	
1	Enero	4,75	9,96	14,70
2	Febrero	7,14	4,98	12,12
3	Marzo	0,00	16,72	16,72
4	Abril	26,66	1,19	27,85
5	Mayo	36,56	5,69	42,25
6	Junio	23,00	32,31	55,31
7	Julio	54,84	7,64	62,48

8	Agosto	33,67	26,93	60,60
9	Septiembre	29,23	19,97	49,21
10	Octubre	29,26	2,68	31,94
11	Noviembre	15,25	2,60	17,85
12	Diciembre	12,73	9,99	22,71

Capacidad de Planta

Tabla 3. Tiempo estándar de familias

N	Actividades del proceso de producción	Tiempo standard - Familia harina de maca gel (h/T)	Tiempo standard - Familia harina de maca (h/T)
1	Trasladar MP hacia el área de Selección	0.0168	0.0168
2	Seleccionar	0.0229	0.0229
3	Trasladar MP hacia el área de pesado	0.0145	0.0145
4	Pesar	0.0009	0.0009
5	Trasladar MP hacia el área de lavado	0.0048	0.0048
6	Lavar	0.0139	0.0139
7	Trasladar hacia el área de picado	0.0133	0.0133
8	Picar	0.0104	0.0104
9	Trasladar hacia el área de extruido	0.0199	0.0202
10	Extruido	3.9994	2.8370
11	Trasladar hacia el área de deshidratado	0.0202	-
12	Deshidratar (batch)	2.8370	-
13	Trasladar hacia área de molienda	0.0225	0.0225
14	Moler - Tamizar	0.0125	0.0125
15	Reposar Harina	4.0115	4.0115
16	Trasladar hacia área de envasado	0.0243	0.0243
17	Envasar	0.0232	0.0232
18	Trasladar hacia almacén de PT	0.0169	0.0169

19	Almacenar	24.015	24.015
Horas de trabajo requeridas por tonelada		35.10	31.04
Valor promedio de los tiempos estándar		33,09	

Para el plan agregado de producción se tomará como input el valor promedio de los tiempos estándar de ambas familias (02), el cual es de 33,09 horas/tonelada.

Inventarios

Tabla 4. Costo de almacenamiento - AgroBranggi S.A.C.

Descripción	Importe mensual (s/.)	
Costo de operación	4 850,00	
Costo de espacio	119,22	
Costo de máquinas y equipos	1 855,51	
COSTO TOTAL MENSUAL	6 824,73	
TOTALES DE UBICACIONES	4	ubicaciones
CAPACIDAD PROMEDIO POR UBICACIÓN	1,35	t/ubicación
CAPACIDAD PROMEDIO DE ALMACENAMIENTO	5,4	t/mes
COSTO DE MANTENER INVENTARIO	1 263,84	Soles/t/mes

Se considera el número de ubicaciones, es decir el número de pallets que alberga el almacén de productos terminados, así mismo la capacidad promedio por ubicación o las toneladas que alberga cada pallet, para el caso de AgroBranggi: 1,35 toneladas/pallet, lo que sumaría a 5,4 toneladas de capacidad promedio de almacenamiento. Finalmente obtenemos el costo de inventario en función de la unidad que manejamos para el estudio, al dividir el costo total mensual obtenido de la fórmula entre el número de toneladas que el almacén puede guardar, obteniendo un costo de S/. 1 263,84 por cada tonelada almacenada.

Lo siguiente es obtener el costo de cada hora de trabajo, para ello se divide el costo obtenido anteriormente entre las 8 horas que corresponde a un turno. El costo de h - normal = $39,10 / 8 = 4,89$ soles/hora.

Finalmente para obtener el costo de hora extra sumamos el 25% más del costo normal, ya que es lo que estipula la empresa, obteniendo un costo H- hora extra = $4,89 \times 1,25 = 6,11$ soles/hora.

Tabla 5. Gasto unitario de contratos y despidos

Actividades del área	% de tiempo asignado	Valorizado (s/.)	Gasto unitario (s/.)
A. Contratación y despido	25%	375	375
B. Capacitación	45%	675	675
C. Ceses y renunciaciones (Calculo de liquidación)	15%	225	225

Costo de contratar/capacitar (A+B) es igual a **1 050,00 soles/empleado**

Costo de despido (C) es igual a **225,00 soles/empleado**

Nota: El porcentaje de tiempo asignado para cada actividad ha sido obtenido del área de recursos humanos de la empresa AgroBranggi, en proporción a las horas dedicadas a esta actividad. Estos costos han sido utilizados para el desarrollo de las estrategias de nivel por requerimiento del software WinQSB, pero no se consideraron en la elección de la estrategia óptima, puesto que la empresa no despide personal, tan sólo hay rotación interna.

Plan agregado óptimo

Las diferentes estrategias simuladas condicionan la producción y elevan o disminuyen los costos, a su vez se acercan o alejan de la demanda real en función de los parámetros que se establezcan.

Estos dos criterios son los más importantes para hacer una elección, pues por muy barata que sea la estrategia sino cumple con la demanda o se acerca a ella, el costo en pérdida de clientes podría ser mayor a mediano plazo, y si por el contrario cumplimos con la demanda haciendo un uso excesivo de recursos como en la estrategia 4 (cantidad de empleados constante), la empresa no será rentable y mucho menos productiva, de modo que ambos criterios deben ser considerados en paralelo.

Tabla 6. Selección de la estrategia óptima

Estrategias de nivel	Factores de análisis	
	Cumplimiento de demanda	Costo total del plan agregado
1. Promedio de producción constante	101,51%	S/. 691 576,19
2. Promedio de producción periódico		
2.1 Promedio de producción constante - 2 periodos	101,51%	S/. 354 705,25
2.2 Promedio de producción constante - 3 periodos	101,51%	S/. 358 117,63
2.3 Promedio de producción constante - 6 periodos	101,51%	S/. 515 175,00
2.4 Promedio de producción constante - 12 periodos	101,51%	S/. 691 569,19
3. Tiempo constante de capacidad para empleados	103,45%	S/. 505 163,56
4. Cantidad inicial de empleados constante	436,02%	S/. 11 963 150,00
5. Cantidad mínima de empleados constante	83,14%	S/. 264 226,84

Los resultados se procesan en el módulo sub programa de **planeación agregada de WinQSB 2.0.**

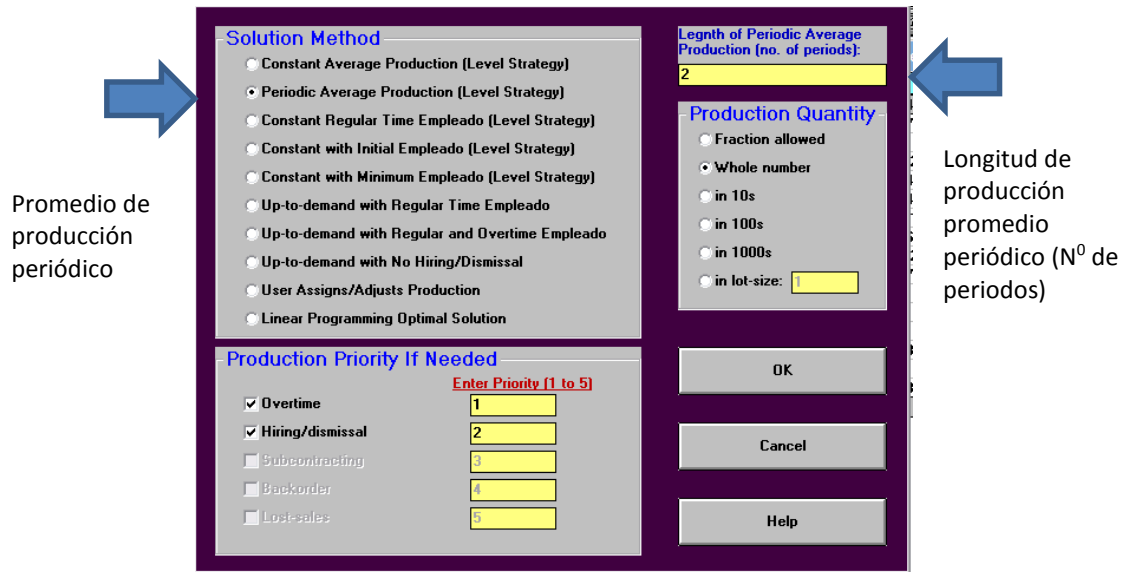


Figura 4. Ventana para la selección de estrategias

05-21-2016 19:03:43	Demand	Regular Production	Overtime Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Empleados
Initial					0.00			21.00
Period 1	14.70	14.00	0.00	14.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 2	12.12	14.00	0.00	14.00	1.18	0.00	0.00	21.00
Period 3	16.72	23.00	0.00	23.00	7.46	0.00	0.00	21.00
Period 4	27.85	23.00	0.00	23.00	2.61	0.00	0.00	21.00
Period 5	42.25	49.00	0.00	49.00	9.36	0.00	0.00	21.00
Period 6	55.31	49.00	0.00	49.00	3.05	0.00	0.00	21.00
Period 7	62.48	62.00	0.00	62.00	2.57	0.00	0.00	21.00
Period 8	60.60	62.00	0.00	62.00	3.97	0.00	0.00	21.00
Period 9	49.21	41.00	0.00	41.00	0.00	0.00	0.00	21.00
Period 10	31.94	41.00	0.00	41.00	4.82	0.00	0.00	21.00
Period 11	17.85	21.00	0.00	21.00	7.97	0.00	0.00	21.00
Period 12	22.71	21.00	0.00	21.00	6.26	0.00	0.00	21.00
Total	413.74	420.00	0.00	420.00	49.25	0.00	0.00	

Figura 5. Cuadro de niveles de producción del plan agregado óptimo. Win QSB

05-21-2016 19:05:09	Regular Time	Undertime	Overtime	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$2,265.34	\$22,380.26	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 2	\$2,265.34	\$21,558.74	0	\$1,491.33	0	0	\$25,315.41
Period 3	\$3,721.63	\$20,102.45	0	\$9,428.25	0	0	\$33,252.33
Period 4	\$3,721.63	\$20,923.97	0	\$3,298.62	0	0	\$27,944.22
Period 5	\$7,928.69	\$17,538.42	0	\$11,829.54	0	0	\$37,296.66
Period 6	\$7,928.69	\$15,895.38	0	\$3,854.71	0	0	\$27,678.79
Period 7	\$10,032.23	\$13,791.85	0	\$3,248.07	0	0	\$27,072.15
Period 8	\$10,032.23	\$14,613.37	0	\$5,017.45	0	0	\$29,663.05
Period 9	\$6,634.21	\$18,011.38	0	0	0	0	\$24,645.60
Period 10	\$6,634.21	\$18,011.38	0	\$6,091.71	0	0	\$30,737.31
Period 11	\$3,398.01	\$20,426.07	0	\$10,072.81	0	0	\$33,896.88
Period 12	\$3,398.01	\$21,247.59	0	\$7,911.64	0	0	\$32,557.24
Total	\$67,960.24	\$224,500.88	0	\$62,244.13	0	0	\$354,705.25

Figura 6. Cuadro de costos del plan agregado óptimo. Win QSB

El plan agregado de producción óptimo para la empresa AgroBranggi es **promedio de producción periódica - 2 periodos**), con el que cumple el 101.51% de la demanda pronosticada a un costo mínimo de S/. 354 702,72.

Productividad

Se calcula la productividad alcanzada mediante la propuesta de plan agregado, en el horizonte de la investigación (año 2016). Utilizamos para el propósito la siguiente fórmula: **productividad = producción esperada/recursos proyectados**. Los resultados son:

Tabla 7. Productividad total del periodo de estudio

Productividad total	
Situación propuesta	
Producción (t)	420,00
Costo total (s/.)	354 705,25
Productividad (t/s/.)	0,0012
Rendimiento (S/./t)	844,54

La productividad y rendimiento servirán para evaluar periódicamente los planes a futuro a fin de optimizar la productividad con la mejor estrategia del plan agregado, donde se invierte alrededor de 844,53 soles por cada tonelada de harina de maca y se procesa alrededor de 0,12% de una tonelada de conserva por cada sol invertido.

Confiabilidad del instrumento

El análisis de fiabilidad fue realizado en el programa estadístico SPSS Statistics 21.0 al instrumento aplicado a los dueños del problema, siendo un total de 26 personas.

Tabla 8. Alpha de Cronbach del instrumento de investigación

Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach basada en los elementos tipificados	Nº de elementos
0,879	0,856	30

Se obtuvo una fiabilidad de 0,879; este instrumento estuvo conformado por 30 ítems, distribuidos en 5 dimensiones para la variable independiente (Pronóstico de la demanda, capacidad de planta, fuerza de trabajo, almacenamiento y estrategias de nivel) y una dimensión general para la variable dependiente (Productividad).

Tabla 9. Información para el modelamiento de la investigación

Meses	Variable Independiente (X)					Variable Dependiente (Y)
	Dimensión X ₁	Dimensión X ₂	Dimensión X ₃	Dimensión X ₄	Dimensión X ₅	
	Proyección de la demanda (toneladas)	Capacidad de Planta (horas)	Almacenamiento (S/.)	Fuerza de trabajo (S/.)	Estrategias de nivel (S/.)	Productividad (toneladas/sol)
Enero	14,70	486,42	2378,61	0,00	24645,61	0,0006
Febrero	12,12	401,05	1961,14	1491,33	25315,42	0,0006
Marzo	16,72	553,26	2705,46	9428,25	33252,33	0,0007
Abril	27,85	921,56	4506,41	3298,62	27944,22	0,0008
Mayo	42,25	1398,05	6836,48	11829,54	37296,65	0,0013
Junio	55,31	1830,21	8949,72	3854,71	27678,78	0,0018
Julio	62,48	2067,46	10109,90	3248,07	27072,15	0,0023
Agosto	60,60	2005,25	9805,69	5017,45	29663,05	0,0021
Setiembre	49,21	1628,36	7962,68	0,00	24645,59	0,0017
Octubre	31,94	1056,89	5168,21	6091,71	30737,30	0,0013
Noviembre	17,85	590,66	2888,31	10072,81	33896,89	0,0006
Diciembre	22,71	751,47	3674,71	7911,64	32557,24	0,0006

Tabla 10. Resumen del modelo cuantitativo

Variables	Coefficiente de correlación (r)	Modelo
Plan agregado - Productividad	0,9829	Productividad=2,52+3,35*10 ^{^-5} (X1) -9,94*[[10]] ^{^-5} (X3)-9,74 *10 ^{^-6} (X4)
Pronostico (X1) - Productividad	0,9766	Productividad=4,87*[[10]] ^{^-2} +3,34*[[10]] ^{^-5} (X1)
Capacidad (X2) - Productividad	0,9766	Productividad=4,87*[[10]] ^{^-2} +1,01*[[10]] ^{^-3} (X2)
Fza. Trab (X3) - Productividad	0,0218	Productividad=0,56+2,61*[[10]] ^{^-5} (X3)
Invent. (X4) - Productividad	0,1992	Productividad=1,37+3,23*[[10]] ^{^-5} (X4)
Estrat. Nivel (X5) - Productividad	0,1905	Productividad=2,09+3,00*[[10]] ^{^-5} (X5)

Tabla 11. Resumen de contrastación de hipótesis – análisis cuantitativo

	Hipótesis de trabajo	r de Pearson calculado	r de Pearson crítico (gl = 10; α = 5%)	Decisión	Conclusión
Hipótesis general	H ₀ :X ≠ Y H ₁ :X = Y	0,96	+ - 0,507	0,96 > 0,507 Rechaza H ₀	El plan agregado de producción se relaciona significativamente con la productividad
Hipótesis específica (1)	H ₀ :D1 ≠ Y H ₁ :D1 = Y	0,977	+ - 0,507	0,96 > 0,507 Rechaza H ₀	El pronóstico de la demanda se relaciona significativamente con la productividad
Hipótesis específica (2)	H ₀ :D2 ≠ Y H ₁ :D2 = Y	0,977	+ - 0,507	0,96 > 0,507 Rechaza H ₀	La capacidad de planta se relaciona significativamente con la productividad
Hipótesis específica (3)	H ₀ :D3 ≠ Y H ₁ :D3 = Y	0,022	+ - 0,507	0,022 < 0,507 Acepta H ₀	La fuerza de trabajo no se relaciona significativamente con la productividad
Hipótesis específica	H ₀ :D4 ≠ Y	-0,199	+ - 0,507	-0,199 < -0,507 Acepta H ₀	El almacenamiento no se relaciona significativamente con la

(4)	$H_1: D4 = Y$				productividad
Hipótesis específica	$H_0: D5 \neq Y$			-0,191 < -	Las estrategias de nivel no se relacionan significativamente con la productividad
(5)	$H_1: D5 = Y$	-0,191	+/- 0,507	0,507	
				Acepta H_0	

Discusión

Se obtuvo como plan agregado de producción óptimo para la empresa AgroBranggi, un modelo de producción constante - periódica de 2 meses con un costo de S/. 354 705,25 anual para 420,00 toneladas, el cual genera una productividad de 1,2 kg por cada S/. 1,00 invertido y una rentabilidad de S/. 844,54 soles de inversión por cada tonelada de producción. Cusco (2013) concuerda con nuestra investigación al señalar que “la propuesta de un sistema de planeación y control de la producción para la empresa de calzado exclusivo MACH permitirá la mejora de todo su sistema productivo”.

La demanda obedece al modelo de regresión polinómica que permitió conseguir la proyección, obteniéndose 413,74 toneladas para el año 2016 con una bondad de ajuste con $R^2 = 51,16\%$. Resultados similares fueron obtenidos por Meneses (2009) quien manifiesta que “para realizar la planificación táctica y operativa del área de ensobrado de Urbano Express es necesario realizar pronósticos de la demanda futura de los productos más representativos de la empresa, los cuales requieren el uso de herramientas estadísticas como el análisis de Pareto, aplicado a las cantidades totales de producción anual de los productos que realiza la empresa”.

Para seleccionar la estrategia se escogió entre 5 estrategias distintas procesando en el programa WinQSB, la estrategia óptima que fue escogida considerando el menor costo y el mayor cumplimiento de la demanda, siendo la producción contante – 2 períodos la estrategia que alcanza el 101,51% del cumplimiento de la demanda con 420 toneladas y un costo de S/. 354 705,25. Nuestros resultados concuerdan con Molina (2013) quien manifiesta “los cálculos de cada uno de los diferentes modelos de planes de producción, con el método tradicional y con de programación lineal, permiten conocer cada una de las alternativas que la empresa puede utilizar para cumplir con determinada producción, en donde se puede comprobar la efectividad que tiene el emplear el modelo de programación lineal, el cual es una técnica sistemática e innovadora que mezcla cada una de las variables que intervienen en la producción, ya que optimiza a detalle cada 170 uno de los recursos que utiliza la empresa para elaborar un producto, para con esto reducir los costos que se tiene por cumplir con la producción, la cual arroja un precio de \$ 218.406,21 , siendo el valor más económico”.

Conclusiones

El estudio nos permitió demostrar que existe relación entre el plan agregado de producción y la productividad con $r = 98,29\%$, lo que implica que existe una correlación muy alta. Este resultado se corrobora mediante el test r de Pearson; lo que nos permite afirmar que el plan agregado de producción mejora la productividad de la harina de maca gel y la harina de maca en la empresa AgroBranggi. El ahorro del tiempo en el proceso mejora la utilización de los recursos lo que contribuye a incrementar las ventas como consecuencia de la mayor productividad por tanto, se incrementa los ingresos y la rentabilidad de la empresa, lo que pudiera ser aplicado en el desarrollo I+D.

Referencias Bibliográficas

- Baldeón, Z. (2011). *Gestión en las operaciones de transporte y acarreo para el incremento de la productividad en CIA. Minera Condestable S.A.* Lima, Perú : s.n., 2011.
- Chase, R., Jacobs, E., Aquilano, N. (2006). *Administración de operaciones, Producción y Cadenas de suministros.* México D.F. : Mc Graw Hill, 2006.
- Corado, B. (2012). *Planeación Agregada de la producción en una empresa dedicada al envasado y distribución de agua purificada.* Marzo de 2012.
- Cusco, A. (2013). *Propuesta de una sistema de planeación y control de la producción en la empresa de calzado Mach.* Cuenca, Ecuador : s.n., 2013.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo.* Segunda. s.l. : Mc Graw Hill, 2005.
- Gutiérrez, H., De la Vara, R. (2013). *Control Estadístico de la calidad y seis sigma.* Guanajuato : Mc Graw Hill, 2013.
- Heizer, J., Render, B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones.* México : Pearson Educación, 2009.
- Manrique, D. (2008). *Diseño de un plan de producción y distribución en planta para una empresa del sector de fabricación de productos de plástico.* Bogotá D.C., Colombia : s.n., 2008.
- Meneses, S. (2009). *Propuesta para la planeación táctica y operativa del departamento de producción de Urbano Express.* Quito, Ecuador : s.n., 2009.
- Molina, C. (2013). Plan agregado de producción para el mejoramiento de la productividad de la Empresa Ecuatoriana de Curtidos S. A. *repo.uta.edu.ec*. [En línea] Noviembre de 2013. [Citado el: 1 de Junio de 2014.] http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5841/Tesis_t844id.pdf?sequence=1.
- Ylé, A., Juárez, J., Vizcarra, F. (2014). *Cálculo Diferencial por Competencias para Bachillerato.* Segunda. s.l. : Servicios Editoriales Once Ríos, 2014.