



Abril 2018 - ISSN: 1988-7833

MODELO DE REGRESIÓN LINEAL Y MÚLTIPLE PARA LA EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA FINANCIERA DE LA DIRECCIÓN DISTRITAL Y ARTICULACIÓN TERRITORIAL 3 AGROCALIDAD

Edison Roberto Valencia Nuñez

Ingeniero en Electrónica
Máster en Estadística Aplicada
Máster en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa
Docente de la facultad de Contabilidad y Auditoría, Universidad Técnica de Ambato
Coordinador de Seguimiento a graduados de Contabilidad y Auditoría
edisonvalencia@uta.edu.ec

Jessica Victoria Moreta Paredes

Ingeniera en Finanzas
Máster en gestión empresarial basado en métodos cuantitativos
Responsable de la Gestión de Administración de Recursos Humanos, Agrocalidad Zona 3
jessivic88@hotmail.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Edison Roberto Valencia Nuñez y Jessica Victoria Moreta Paredes (2018): "Modelo de regresión lineal y múltiple para la ejecución presupuestaria financiera de la dirección distrital y articulación territorial 3 Agrocalidad", Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales, (abril 2018). En línea:
<https://www.eumed.net/rev/cccscs/2018/04/direccion-distrital-agrolocalidad.html>

RESUMEN

El propósito del estudio fue el de diseñar un modelo matemático que se acople a las necesidades reales de la Institución para mejorar significativamente la ejecución presupuestaria mediante la toma de decisiones, con el fin de mejorar los procesos financieros.

El inicio de la investigación se dio debido a que se evidenció una limitada ejecución presupuestaria, por lo que se establecieron objetivos con la finalidad de dar solución a la problemática actual de la Dirección Distrital Zona 3. Se recopiló información con respecto a las variables de estudio con el uso artículos científicos y libros de las variables ejecución presupuestaria y toma de decisiones, con sus respectivas categorías fundamentales.

Se comprobó la hipótesis trazada que se planteó de la siguiente manera: "Una ejecución presupuestaria adecuada no mejorará la toma de decisiones de la Dirección Distrital y Articulación Territorial 3 Agrocalidad"; con la ayuda de la prueba de t student para una muestra se logró determinar un valor de p menor a 0,05 en los años de estudios y con ello se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa

Con la aplicación del modelo de regresión lineal del presupuesto vigente y devengado de los años de estudio es excelente debido que el valor de R^2 en el año 2015 es de 0,999 y de los años 2016 y 2017 es 1.

Además con el fin de analizar la información con respecto del presupuesto asignado se utilizaron las cédulas presupuestarias de los años 2015, 2016 y 2017 con el propósito de analizar su comportamiento y se logró identificar la variabilidad del presupuesto asignado de acuerdo a los grupos presupuestarios; por lo que estudiarlas sirvió para elaborar el modelo matemático del presupuesto asignado mediante la utilización del método de regresión múltiple para obtener un valor referencial tomados de los datos históricos de los años de estudio lo que servirá para identificar con cuanto presupuesto referencial se va a contar para de esta manera poder tomar decisiones conforme a las necesidades reales de la Institución.

Palabras Clave: Modelo Matemático, Modelo Regresión Lineal y Múltiple, Ejecución Presupuestaria, Toma de Decisiones.

ABSTRACT

The purpose of this research was to develop a mathematical model that match the real Institution needs to significantly improve the budget execution through the decision making, in order to improve the financial processes.

The beginning of the research was done due to an evidence of a limited budget execution, for which objectives were established with the aim of giving a solution to the current issue at the Dirección Distrital Zona 3. Information was gathered regarded to the study variables with the use of scientific articles and books about the variables budget execution and decision making, with their respective fundamental categories.

The drawn hypothesis was proved which was posed in the following manner: A suitable budget execution will not improve the decision making of the "Dirección Distrital y Articulación Territorial 3 Agrocalidad"; with the help of the t student test to get a sample, it was determined a p value less than 0.05 in the years of study with which the null hypothesis is rejected and the alternative one is accepted.

With the implementation of the linear regression from the current budget and accrued in the years of study is great because of the R^2 value was 0.999 in the 2015 and it was 1 in the 2016 and 2017 years.

Furthermore, in order to analyze the information regarded to the assigned Budget, the budgetary expenses were used in the 2015, 2016 and 2017 years to analyze its performance and the variability of the assigned budget could be identified according to the budgetary groups; consequently it was worth to make the mathematical model of the assigned budget through the use of the stepwise regression method to get a referential value taken from the historical data in the years of study what will serve to identify with what referential budget is going to be counted in order to be able to make decisions according to the real needs of the Institution.

Keywords: Mathematical Model, Linear and Multiple Regression Model, Budgetary Execution, Decision Making.

INTRODUCCIÓN

La implementación de un modelo matemático para la adecuada ejecución presupuestaria en la Dirección Distrital y Articulación Territorial 3 Agrocalidad, no se ha realizado anteriormente por parte de Director ejecutivo en Planta central y del personal Administrativo Financiero de las Direcciones Distritales, por ello la importancia del modelo de regresión Lineal y Múltiple

aplicado en el análisis de las cédulas presupuestarias asignadas en los años de estudio, debido que mejorara los procesos para una correcta ejecución presupuestaria de esta manera se llevará un mejor control y destino del presupuesto correlacionados con las necesidades de la institución, debido que el presupuesto en las entidades públicas tiene un rol importante, ya que permite tomar medidas para enfrentar situaciones difíciles y de gestión, por eso el presupuesto nace con la finalidad de controlar las actividades de una entidad, como un proceso lógico y normal del desarrollo económico y social. La carencia de recursos económicos, es latente al no poder cumplir los Planes Operativos, el retraso en el pago a proveedores y la insatisfacción de la población en general.

1. METODOLOGÍA

Una vez analizados de los resultados arrojados de las Cédulas Presupuestarias analizadas se evidenció que los recursos económicos no son asignados de acuerdo a las necesidades de la Institución, por lo que para elaborar la propuesta se buscó estrategias que permitan optimizar la ejecución presupuestaria, las mismas que facilitaran la generación de herramientas técnicas que posibiliten tener una fuente de información para una mejor toma de decisiones dentro de la Institución:

(Estévez García & Pérez García, 2007) La regresión múltiple es una técnica idónea para analizar los datos cuando el problema planteado incluye una única variable métrica dependiente que se supone relacionada con una o más variables (métricas o no métricas) independientes. El objetivo de esta técnica es predecir la magnitud y dirección de los cambios que se producen en la variable dependiente en respuesta a los cambios o variaciones que se producen en las diversas variables independientes del modelo identificado.

Para (Taucher, 1999) el análisis de regresión lineal múltiple puede mirarse como una extensión del análisis de regresión simple al caso en que existan dos o más variables explicativas o independientes. Se analiza lo que estas variables independientes aportan en conjunto para explicar una variable respuestas o dependiente en escala de intervalos continua y con distribución normal. Es decir, es útil para estudiar fenómenos en que intervienen múltiples factores para describir la relación entre la variable dependiente y las variables independientes o para predecir el valor de variable dependiente para valores conocidos de las variables independientes.

Para (Levin R. I., Rubin, Balderas Lozada, Del Valle Sotelo, & Gómez Castillo, Estadística para Administración y Economía, 2004) La principal ventaja de la regresión múltiple es que nos permite utilizar más información disponible para estimar la variable dependiente. En algunas ocasiones, la correlación entre dos variables puede resultar insuficiente para determinar una ecuación de estimación confiable; sin embargo, si agregamos los datos de más variables independientes, podemos determinar una ecuación de estimación que describa la relación con mayor precisión. Además, en la regresión múltiple podemos observar cada una de las variables independientes y probar si contribuyen de manera significativa a la forma en que la regresión describe los datos

(Galindo, 2011) El modelo de regresión que liga a una variable dependiente y con k variables mediante la ecuación.

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_K X_K + \epsilon$$

Se llama modelo de regresión lineal múltiple con k variables regresoras

(Daza Portocarrero, 2006) De acuerdo a este modelo o ecuación, la variable dependiente (Y) se interpreta como una combinación lineal de un conjunto de K variables independientes (X_k), cada una de las cuales va acompañada de un coeficiente (β_k) que indica el peso relativo de esa variable en la ecuación.

La ecuación incluye además una constante (β_0) y un componente aleatorio (los residuos: ϵ) que recoge todo lo que las variables independientes no son capaces

de explicar. Este modelo; al igual que cualquier otro modelo estadístico, se basa en una serie de supuestos (linealidad, independencia, normalidad, homocedasticidad y no- colinealidad)

(Daza Portocarrero, 2006) Los supuestos de un modelo estadístico se refieren a una serie de condiciones que deben darse para garantizar la validez del modelo. Al efectuar aplicaciones prácticas del modelo de regresión, nos vemos en la necesidad de examinar muchos de estos supuestos:

- Linealidad. La ecuación de regresión adopta una forma particular. En concreto la variable dependiente es la suma de un conjunto de elementos: el origen de la recta, una combinación lineal de variables independientes o predictoras y los residuos. El incumplimiento del supuesto de linealidad suele denominarse error de especificación. Algunos ejemplos son: omisión de variables independientes importantes, inclusión de variables independientes irrelevantes.

Sobre el cumplimiento de este primer supuesto se puede obtener información a partir de una inspección del diagrama de dispersión: si tenemos intención de utilizar el modelo de regresión lineal, lo razonable es que la relación entre la variable dependiente y las independientes sea de tipo lineal.

(Lévy Mangin & Valera Mallou, 2006) Este supuesto se refiere a que las relaciones entre distintas variables sean lineales, El método más comúnmente utilizado a la hora de examinar la estructura de las relaciones entre distintas variables es el gráfico de dispersión. El cual representa los valores para cada dos variables, En dicho gráfico, cada variable se representa en un eje y el patrón seguido por puntos representa la relación entre dichas variables, de tal forma que si los puntos siguen una línea recta, la combinación de las dos variables es lineal. Cuando los puntos siguen una línea curva, representa una relación no lineal y cuando no siguen ninguna estructura aparente, se pone de manifiesto la no existencia de relación alguna entre las dos variables.

- Independencia. Los residuos son independientes entre sí, es decir, los residuos constituyen una variable aleatoria (recordemos que los residuos son las diferencias entre los valores observados y los pronosticados). Es frecuente encontrarse con residuos autocorrelacionados cuando se trabaja con series temporales.

El verdadero interés de los residuos hay que buscarlo en el hecho de que el análisis de los mismos nos proporciona información crucial sobre el cumplimiento de varios supuestos del modelo de regresión lineal: independencia, homocedasticidad, normalidad y linealidad. Uno de los supuestos básicos del modelo de regresión lineal es el de independencia entre los residuos (supuesto éste particularmente relevante cuando los datos se han recogido siguiendo una secuencia temporal). El estadístico de Durbin-Watson (1951) proporciona información sobre el grado de independencia existente entre ellos:

$$DW = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n (e_i)^2}$$

(e_i se refiere a los residuos: $e_i = Y_i - \hat{Y}_i$). El estadístico DW oscila entre 0 y 4, y toma el valor 2 cuando los residuos son independientes. Los valores menores que 2 indican autocorrelación positiva y los mayores que 2 autocorrelación negativa. Podemos asumir independencia entre los residuos cuando DW toma valores entre 1,5 y 2,5.

- Homocedasticidad. Para cada valor de la variable independiente (o combinación de valores de las variables independientes), la varianza de los residuos es constante. (Pliego López, 2011) Se produce cuando las varianzas de todas las variables que forman el vector aleatorio son iguales, es decir:

$$V(u_i) = \sigma_u^2, \text{ para todo } i$$

Si por el contrario cada una de las variables que forman el vector aleatorio u presenta una variable distinta entonces nos encontramos ante un problema de heterocedasticidad es decir:

$$V(u_i) = \sigma_i^2, \text{ para } i=1, \dots, n$$

El supuesto de homocedasticidad afecta de manera directa a la calidad de la estimación de los coeficientes β del modelo ya que, la existencia de homocedasticidad es una condición necesaria.

(Cea D'Ancona, 2016) El supuesto de homocedasticidad principalmente se comprueba mediante los gráficos de residuos (estandarizados), en cuyo eje vertical se sitúan los residuos y en el horizontal los valores de la variable independiente; el test de Levene, que mide la igualdad de las varianzas para un único par de variables (simples o compuestas), se cumple homocedasticidad cuando el test de Levene, $p > 0,05$

- Normalidad. Para cada valor de la variable independiente (o combinación de valores de las variables independientes), los residuos se distribuyen normalmente con media cero. Podemos contrastarla mediante las siguientes pruebas:

(Levin R. I., Rubin, Balderas Lozada, Del Valle Sotelo, & Gómez Castillo, 2004) **Prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov.** Prueba no paramétrica que no requiere que los datos se agrupen para determinar si existe una diferencia significativa entre la distribución de frecuencias observada y la distribución de frecuencias teórica.

El estadístico de K-S, D_n , es particularmente útil para juzgar qué tan cerca está la distribución de frecuencias observada de la distribución de frecuencias esperada, porque la distribución de probabilidad de D_n depende del tamaño de muestra n , pero es independiente de la distribución de frecuencias esperada (D_n es un estadístico de "distribución libre").

(Zhang & Gutiérrez, 2010) **Prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk.** Prueba estadística propuesta para verificar que la distribución normal describa bien a un conjunto de datos.

El estadístico de prueba se define como:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i x(i))^2}{(\sum_{i=1}^n x_i - x)^2}$$

Donde la constante a se define como:

$$(a_1, \dots, a_n) = \frac{m' V^{-1} 1/2}{m V^{-1} V^{-1} m}$$

Donde los componentes de m: $m_1 \dots m_n$ son las esperanzas de las estadísticas de una muestra aleatoria son distribución normal estándar y V es la matriz de varianza y covarianza de las n estadísticas de orden.

La prueba de Kolmogorov-Smirnov se debe utilizar si hay más de 50 unidades de análisis. Se considera que tiene una distribución Normal cuando el Sig es $\geq 0,05$. La prueba de Shapiro-Wilk se debe utilizar si hay menos de 50 unidades de análisis. Al igual que la anterior se considera que tiene distribución Normal cuando el Sig es $\geq 0,05$.

- No- Colinealidad. No existe relación lineal exacta entre ninguna de las variables independientes. El incumplimiento de este supuesto da origen a colinealidad o multicolinealidad la cual expresa la correlación entre las variables independientes

Si existen dos variables con una correlación mayor o igual a 0.9 existirá el problema de colinealidad; si son más de dos es de multicolinealidad.

Factor de Inflación de la Varianza

(Montemayor Gallegos, 2013) El FIV mide en que medida está inflada la varianza del coeficiente de regresión "j" (o agrandada con respecto a su valor verdadero)

$$FIV_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \text{ para } j = 1, 2, 3, \dots, k \text{ coeficiente de regresión}$$

El valor R_j^2 es el coeficiente de determinación de una regresión auxiliar donde la variable X_j es la variable dependiente y el resto de las variables explicativas las independientes.

Si la variable X_j esta altamente correlacionada con el resto de variables explicativas, entonces la regresión auxiliar arrojará coeficiente de determinación R_j^2 elevado. El criterio para determinar que hay problemas de multicolinealidad es que el R_j^2 sea mayor o igual a 0.9, o bien, que el factor de inflación de la varianza sea mayor o igual a 10. Para determinar si hay colinealidad o multicolinealidad, este procedimiento se tiene que realizar con cada una de las variables independientes.

Ecuación de Regresión Múltiple Estimada

(Anderson , Sweeney, & Williams, 2008) Estimación de la ecuación de regresión múltiple que se basa en datos muestrales y en el método de mínimos cuadrados.

$$y' = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_K X_K$$

Dónde: $b_0, b_1, b_2, \dots, b_K$ son las estimaciones de $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K$

\hat{y} = valor estimado de la variable dependiente

Método de Mínimos cuadrados

(Kendall & Kendall, 1997) Cuando se construye una línea de tendencia, los puntos de datos actuales caerán en ambos lados de esa línea. El objetivo de una tendencia usando el método de mínimos cuadrados es encontrar la línea de mejor ajuste, minimizando la suma de las desviaciones de una línea. Una vez que se encuentra la línea de menor ajuste esta puede ser graficada, y la línea puede ser extendida para estimar lo que pasará.

Coefficiente de Determinación Múltiple

(Triola, 2004) El R^2 denota el coeficiente múltiple de determinación, que es una medida de que tan bien se ajusta la ecuación de regresión múltiple a los datos muestrales, u ajuste perfecto daría como resultado $R^2 = 1$, y un ajuste muy bueno da como resultado un valor cercano a 1. Un ajuste muy pobre se relaciona con un R^2 cercano a cero. La comparación de diferentes ecuaciones de regresión múltiple se logra mejor con el coeficiente ajustado de determinación, que es R^2 ajustada para el número de variables y el tamaño de la muestra

$$R^2 = \frac{SCR}{STC}$$

Coefficiente de Determinación Múltiple Ajustada

(Quevedo Urias & Pérez Salvador, 2014) El coeficiente de determinación ajustada (R^2 ajustada) es una versión ajustada de R^2 , la cual busca remover la distorsión causada por un tamaño de muestra pequeña.

$$R_a^2 = 1 - (1 - R^2) \frac{n-1}{n-p-1}$$

2. RESULTADOS

Para calcular este modelo se procedió a utilizar el software estadístico SPSS, en el cual se tiene los siguientes resultados:

2.1. Modelo de Regresión Lineal de la variable vigente 2015 vs la variable devengado 2015

(Delgado, 2015) La regresión Lineal es una técnica matemática usada para hacer predicciones de valores a partir de un conjunto de datos. Se trata de calcular la ecuación estadísticamente más aproximada a un conjunto de datos usando un modelo de función lineal.

• Ecuación de la Recta

$$y = mx + b$$

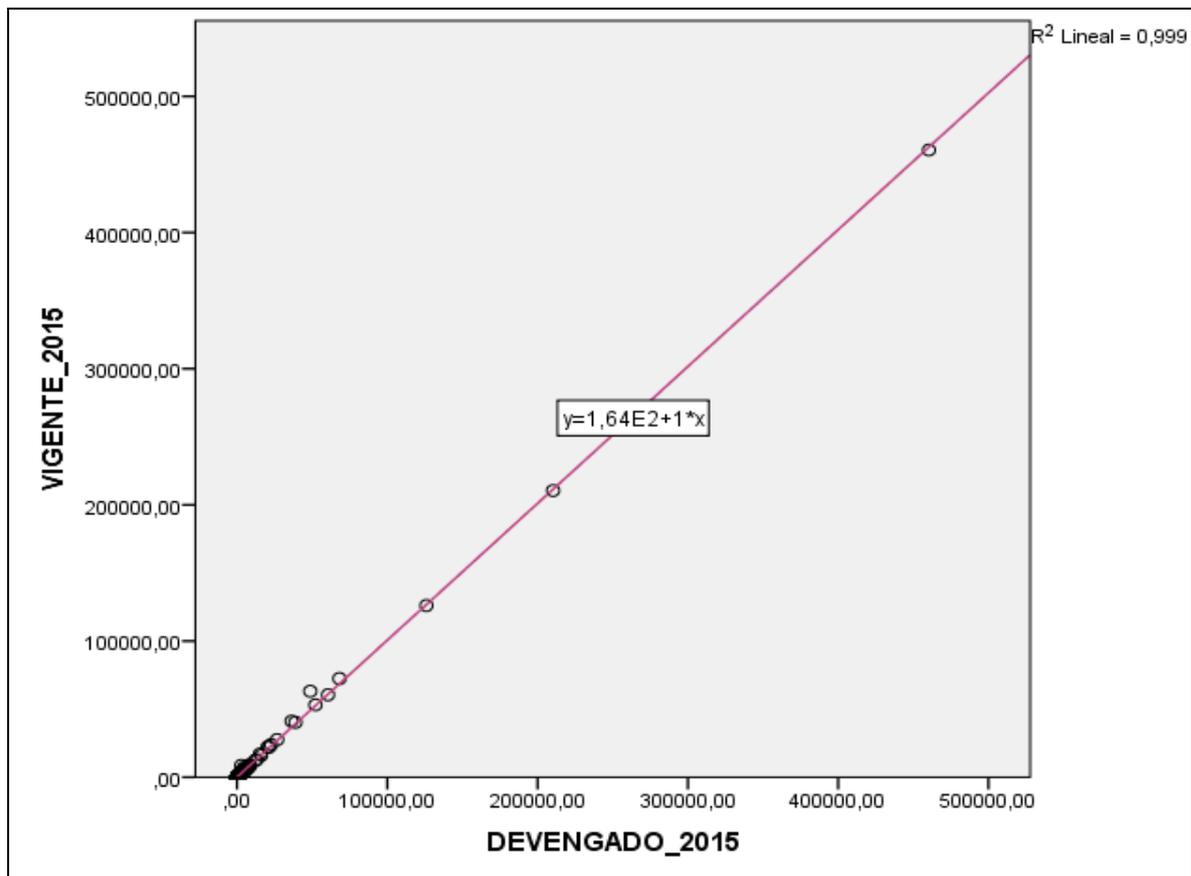
Donde y = valor estimado o pronosticado de la variable dependiente

x= valor que asume la variable independiente

m= pendiente de la recta

b= punto donde la recta corta el eje

Gráfico; **Error! No hay texto con el estilo especificado en el documento.** 1-1 Regresión Lineal Variables Vigente vs Devengado 2015



Fuente: Dirección Distrital y Articulación Territorial Zona 3 Agrocalidad
Elaborado por: Investigadores

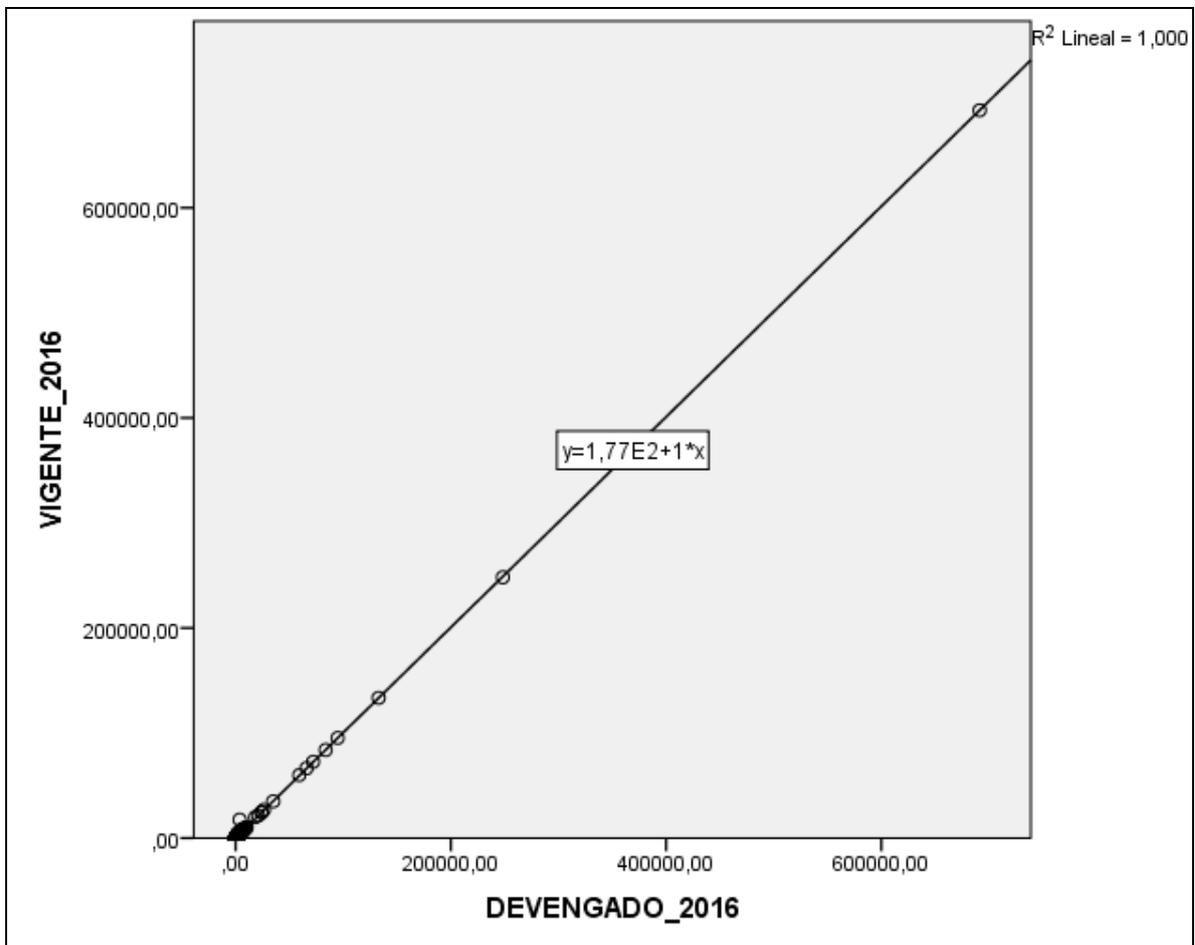
$$y = 1,64E2+1*x$$

$$\text{Vigente 2015} = 1,64E2+1 * \text{Devengado 2015}$$

El gráfico anterior nos indica que el modelo de regresión lineal del presupuesto vigente y devengado del año 2015 es muy bueno debido que el valor de R^2 es de 0,999 lo cual es muy cercano a 1.

2.2. Modelo de Regresión Lineal de la variable vigente 2016 vs la variable Devengado 2016

Gráfico 1-2 Regresión Lineal Variables Vigente vs Devengado 2016



Fuente: Dirección Distrital y Articulación Territorial Zona 3 Agrocalidad
Elaborado por: Investigadores

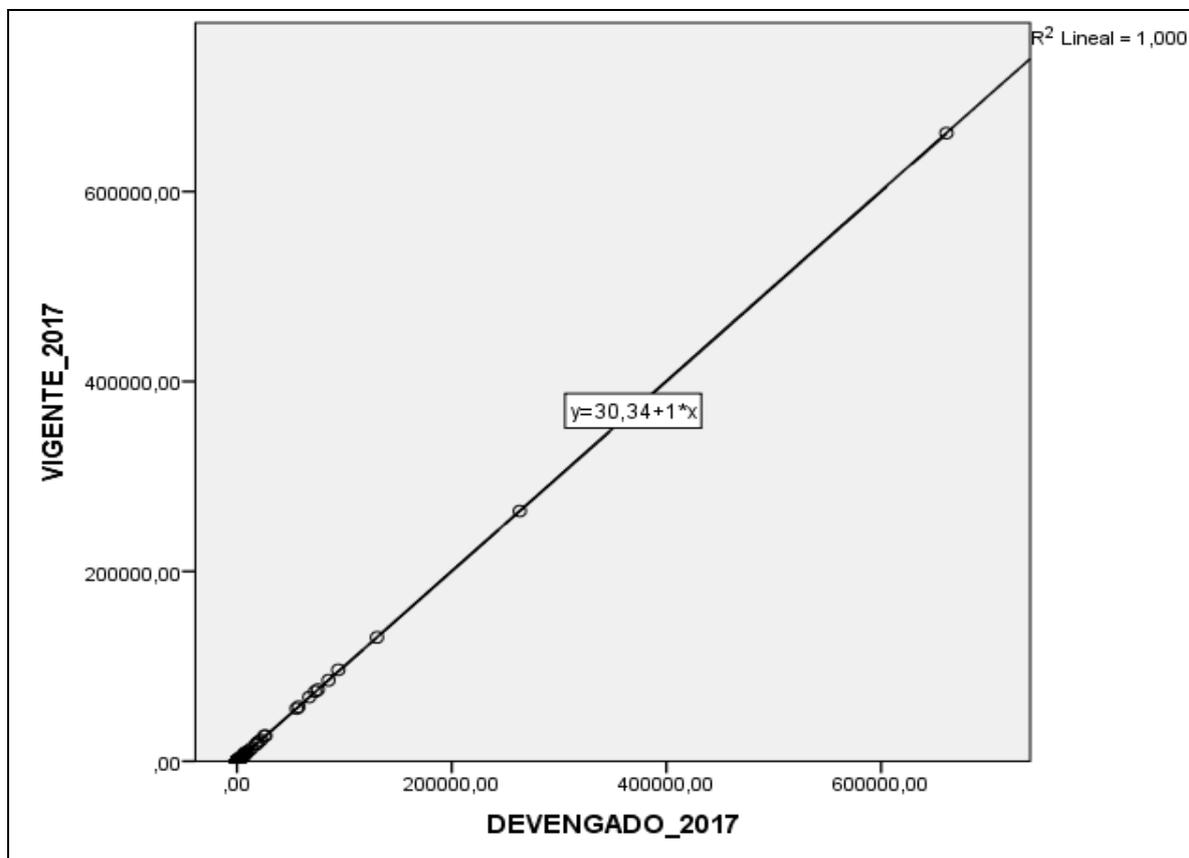
$$y = 1,77E2+1*x$$

$$\text{Vigente 2016} = 1,77E2+1*\text{Devengado 2016}$$

El gráfico anterior nos indica que el modelo de regresión lineal del presupuesto vigente y devengado del año 2016 es excelente debido que el valor de R^2 es 1.

2.3. Modelo de Regresión Lineal de la variable Vigente 2017 vs la variable Devengado 2017

Gráfico1-3 Regresión Lineal Variables Vigente vs Devengado 2017



Fuente: Dirección Distrital y Articulación Territorial Zona 3 Agrocalidad
Elaborado por: Investigadores

$$y = 30,34 + 1 \cdot x$$

$$\text{Vigente 2017} = 30,34 + 1 \cdot \text{Devengado 2017}$$

El gráfico anterior nos indica que el modelo de regresión lineal del presupuesto vigente y devengado del año 2017 es excelente debido que el valor de R^2 es 1.

2.4.....M

Modelo de Regresión Lineal Múltiple de las variables Vigente 2015 y 2016

Tabla1-1Resumen del modelo de Regresión Lineal Múltiple de las variables vigentes

Resumen del modelo ^c					
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,995 ^a	,991	,991	4106,41595	
2	,996 ^b	,991	,991	3996,94250	1,693

a. Predictores: (Constante), VIGENTE_2016
 b. Predictores: (Constante), VIGENTE_2016, VIGENTE_2015
 c. Variable dependiente: VIGENTE_2017

Fuente: Dirección Distrital y Articulación Territorial Zona 3 Agrocalidad

Elaborado por: Investigadores

En la tabla anterior podemos observar que se analizó los presupuestos vigentes de los años de estudio, y predecir el presupuesto vigente del año 2017

Tabla1-2 Coeficientes

Coeficientes ^a								
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Estadísticas de colinealidad	
		B	Error estándar	Beta			Tolerancia	VIF
1	(Constante)	150,868	238,008		,634	,527		
	VIGENTE_2016	,972	,005	,995	180,551	,000	1,000	1,000
2	(Constante)	-30,600	235,628		-,130	,897		
	VIGENTE_2016	,835	,033	,855	25,362	,000	,025	39,477
	VIGENTE_2015	,197	,047	,142	4,215	,000	,025	39,477

a. Variable dependiente: VIGENTE_2017

Fuente: Dirección Distrital y Articulación Territorial Zona 3 Agrocalidad

Elaborado por: Investigadores

Para predecir el presupuesto vigente de los próximos años, elegimos el modelo número dos debido que el R2 es más alto, esto se debe que en este modelo intervienen más variables.

.....S

Simulación de predicción de Presupuesto

Pronóstico presupuesto vigente 2017 = -30.6 +0,83(Vigente 2016)+0,197(Vigente 2015)

Una vez analizados los resultados se puede decir que el presupuesto vigente del próximo año mediante el resultado de la simulación es un valor referencial tomado de los datos de los presupuestos asignados de los dos años anteriores de estudio.

Lo que sirve como un control del comportamiento de los presupuestos vigentes para los próximos años, lo que ayuda a la toma de decisiones en la Institución.

3. CONCLUSIONES

- La ecuación anteriormente trazada es de gran importancia ya que puede ser aplicada para contar con un valor referencial del presupuesto asignado para los próximos años en base a una comparación del análisis de los presupuestos vigentes de los años históricos de estudio, lo que servirá como herramienta de ayuda en los procesos de la Ejecución Presupuestaria basado en métodos cuantitativos para un desarrollo eficiente y participativo de la Gestión Administrativa Financiera de AGROCALIDAD para lograr el cumplimiento de metas y objetivos Institucionales.
- El desarrollo de la investigación permitió efectuar la demostración de la importancia de la optimización de los procesos en la Ejecución Presupuestaria, usando la información histórica de los recursos asignados en la cual se evidenciará el comportamiento de la ejecución presupuestaria en la que se tomará esa información para mejorar la toma de decisiones y de esta manera ejecutar el 100% del presupuesto.

4. REFERENCIAS

- Anderson , D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2008). *Estadística para Administración y Economía*. Mexico: Cengage Learning.
- Cea D'Ancona, M. Á. (2016). *Cuadernos Metodológicos Análisis Discriminante*. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas.
- Daza Portocarrero, J. F. (2006). *Estadística Aplicada con Microsoft Excel*. Lima: Grupo Editorial.
- Delgado, V. (2015). *Planificando Estratégicamente*. California-USA: Windmills International.
- Estévez García, J., & Pérez García, M. (2007). *Sistema de Indicadores para el diagnóstico y seguimiento de la educación superior en México*. México: Anuies.
- Galindo, E. (2011). *Estadística Métodos y Aplicaciones*. Quito: Prociencia.
- Kendall, K., & Kendall, J. (1997). *Análisis y Diseño de Sistemas*. México: Pearson.
- Levin, R. I., Rubin, D. S., Balderas Lozada, M., Del Valle Sotelo, J. C., & Gómez Castillo, R. (2004). *Estadística para Administración y Economía*. Mexico: Pearson.
- Lévy Mangin, J., & Valera Mallou, J. (2006). *Modelización con Estructuras de Covarianzas en Ciencias Sociales. Temas Esenciales, Avanzados y Aportaciones Especiales*. España: Netbiblo S.L.
- Montemayor Gallegos, J. E. (2013). *Métodos de Pronósticos para Negocios*. Monterrey: Digital.
- Pliego López, F. (2011). *Diccionario de Estadística Económica y Empresarial*. España: Economista.
- Quevedo Urias, H., & Pérez Salvador , B. (2014). *Estadística para Ingeniería y Ciencias*. México: Patria.

Taucher, E. (1999). *Bioestadística*. Chile: Universitaria.

Triola, M. (2004). *Estadística*. México: Pearson.

Zhang, H., & Gutiérrez, H. A. (2010). *Teoría Estadística Aplicaciones y Métodos*. Bogotá: Universidas Santo Tomás.