



Revista EDUCATECONCIENCIA.

Volumen 18, No. 19.

E-ISSN: 2683-2836

ISSN: 2007-6347

Periodo: Abril - junio 2018

Tepic, Nayarit. México

Pp. 149 - 166

Doi: <https://doi.org/10.58299/edu.v18i19.73>

Recibido: 25 de junio del 2018

Aprobado: 29 de junio del 2018

Publicado: 30 de junio del 2018

**Análisis del rendimiento de caña de azúcar en México: caso estado de Nayarit,
zafra 2015-2016**

**Analysis of the performance of sugarcane in Mexico: case of Nayarit, harvest
2015-2016**

Autores

Fernanda González Polanco

Estudiante de la Maestría en Desarrollo Económico Local
Universidad Autónoma de Nayarit
fergon1214@hotmail.com

Francisco Javier Robles Zepeda

Universidad Autónoma de Nayarit
Probles58@gmail.com

Rosalva Encisco Arámbula

Universidad Autónoma de Nayarit
rosalvauan9@hotmail.com

Análisis del rendimiento de caña de azúcar en México: caso estado de Nayarit, zafra 2015-2016

Analysis of the performance of sugarcane in Mexico: case of Nayarit, harvest 2015-2016

Autores

Fernanda González Polanco

Estudiante de la Maestría en Desarrollo Económico Local
Universidad Autónoma de Nayarit
fergon1214@hotmail.com

Francisco Javier Robles Zepeda

Universidad Autónoma de Nayarit
Probles58@gmail.com

Rosalva Encisco Arámbula

Universidad Autónoma de Nayarit
rosalvauan9@hotmail.com

Resumen

En este artículo de revisión se reporta el análisis del rendimiento por hectárea a nivel estatal del cultivo de la caña de azúcar, enfocándose al estado de Nayarit. Se utilizó un modelo econométrico de regresión lineal múltiple, de corte transversal, sobre la producción total de azúcar en 15 entidades productoras de México. Los resultados permitieron corroborar la hipótesis, el rendimiento por hectárea a nivel estatal de este cultivo se atribuye principalmente al manejo del cultivo, las pérdidas al medio ambiente. Se concluye que el rendimiento de un cultivo de la caña de azúcar necesita el diseño de políticas públicas donde se incremente el desarrollo económico local, ya que se basa en una combinación de factores agroeconómicos y sociales.

Palabras clave: caña de azúcar, productividad, rendimiento.

Abstract

In this review article we report the analysis of yield per hectare at the state level of sugarcane cultivation, focusing on the state of Nayarit. An econometric model of multiple lineal regression, of transversal cut, was used on the total production of sugar in 15 producing entities of Mexico. The results allowed to corroborate the hypothesis, the yield per hectare at state level of this crop is attributed mainly to the management of the crop, the losses to the environment. It is concluded that the performance of a sugarcane crop requires the design of public policies where local economic development is increased, since it is based on a combination of agro-economic and social factors.

Keywords: sugarcane, productivity, yields.

Introducción

Algunos países orientan su economía hacia el sector primario en la búsqueda del Desarrollo Local. Así, la agricultura se convierte en la actividad más importante para el bienestar y progreso de la sociedad; en este sentido Rodríguez (2015) al referirse a las cadenas productivas en la agroindustria señala que el acceso a los mercados de insumos a nivel local, nacional y mundial es relevante para la ampliación y mejora de la productividad.

En México, el cultivo de caña de azúcar desempeña un papel importante dentro de la dinámica económica y social del país, por su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) agropecuario y a la generación de empleos.

En el contexto mundial la caña de azúcar se cultiva en 121 países y ocupa un área de 20.42 millones de hectáreas; Brasil, India, China, Tailandia, Pakistán, México, Cuba, Colombia, Australia, USA, Filipinas, Sudáfrica, Argentina, Birmania, Bangladesh concentran el 86.0% del área cultivada y el 87.1% de la producción mundial (García, Álvarez y Sánchez 2011). La producción de azúcar durante el ciclo 2014/2015 alcanzó 174.3 millones de toneladas, lo que representa la tercer mejor cosecha de la historia, de acuerdo con las estimaciones del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés) (OECD/FAO, 2015).

En el contexto nacional, la caña de azúcar se cultiva en 15 estados de la República Mexicana. En 2014/2015 se cultivaron 83,315 hectáreas de caña de azúcar de acuerdo con las cifras del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESUCA, 2015); las entidades productoras de caña de azúcar son: Veracruz, Jalisco, San Luis Potosí, Oaxaca, Tamaulipas, Chiapas, Nayarit, Tabasco, Morelos, Michoacán, Puebla, Quintana Roo, Colima, Sinaloa y Campeche, organizadas en seis regiones: Veracruz, Tabasco, Oaxaca pertenecen a la región del Golfo; Puebla y Morelos

(Centro); Tamaulipas y San Luis (Noroeste) Chiapas, Campeche y Quintana Roo (Sur); Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit pertenecen a la región del Pacífico (SEGOB, 2014).

La producción de azúcar se lleva a cabo en 57 ingenios. Durante el periodo 2007-2012, la producción promedio de caña de azúcar fue de 45.6 millones de toneladas, demostrando que en estos últimos años México tiene la capacidad para producir de 6 a 7 millones de toneladas de azúcar cada zafra, con un valor mayor a 49 mil millones de pesos (Diario de la Federación, 2014). A partir de la zafra 2012-2013, se cultivaron más de 50 millones de toneladas de caña de azúcar en cada zafra, con un valor aproximado de 29 mil millones de pesos. La participación de la agroindustria de la caña de azúcar durante la zafra 2014-2015 fue de 1.69% del Producto Interno Bruto (PIB) de las industrias manufactureras del país (CONADESUCA, SIAP s/f). En esta actividad agroindustrial según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera “Se estima que se generan más de 460 mil empleos directos y beneficios indirectos a más de 2.2 millones de personas, con un total de 41,000 trabajadores en fábricas, 193,374 abastecedores de caña, 146,975 jornaleros, 70,327 cortadores y 15,200 transportistas (CONADESUCA, SIAP, 2016 p.22).

En México, la agroindustria de la caña de azúcar, según Aguilar (2014) “constituye un subsector productivo que presenta una dinámica fuerte, basada en su carácter social, económico y político de la agroindustria nacional” (p.445).

México es el séptimo productor de azúcar en el mundo y la agroindustria cañera es la más antigua del país, produce azúcar, melazas, alcohol, bagazo para energía en los ingenios azucareros y bagazo para papel. Es el sustento de “casi cinco mil familias campesinas por ingenio en promedio” (Bravo y Cortés, 2009); por ello, la industria azucarera es considerada de interés público y un importante detonador del desarrollo económico nacional, regional y local. En el 2011 México contaba con 133,763 productores de caña de azúcar y para el 2015, se contó con un aproximado de 193,374 productores de caña de azúcar (Sánchez, 2011).

En un estudio realizado por Waswa, Netondo, Maina, Nasijo y Wangamati (2009) en Western Kenya, se encontró que existen diferencias en el ingreso bruto y neto entre productores cañeros que tienen la misma superficie agrícola, identificando que dicho

ingreso está determinado por los costos de cosecha, semilla, transporte y el nivel educativo del productor, siendo este último, un factor definitivo para lograr un mejor ingreso.

A diferencia de otros cultivos, la agroindustria azucarera siempre ha tenido la presencia de organismos o asociaciones que aglutinan a los ingenios o a los productores del país Singelmann (2003), bajo su auspicio los socios se han beneficiado de créditos y regular el mercado del azúcar a través del manejo de inventarios, introducir mejores variedades y financiar sistemas de riego. En el mismo sentido, es un cultivo donde los productores y los ingenios han contado con el apoyo del gobierno a través de la banca de desarrollo para obtener créditos, fertilizantes y mecanizar la producción (Banko, 2005).

A pesar de los apoyos y a su organización, este sector afronta retos de baja competitividad de la industria producto de una infraestructura cara y deficiente, donde dos de las variables fundamentales son el costo de la materia prima, es decir la caña, y los atributos de calidad que encarecen el precio final del azúcar (Aguilar, Galindo, Fortanelli y Contreras, 2010). A su vez, el alto costo de la materia prima está relacionado a problemas de plantaciones vulnerables, suelos no óptimos para la producción, climas no aptos, el costo de los insumos, el costo del transporte, así como el tamaño de las unidades de producción que limitan la inversión y mejoras al cultivo (Aguilar et al., 2012).

Estudios previos han establecido como variables determinantes del rendimiento en caña de azúcar el clima (Greenland, 2005; Valade, Vuichard, Viovy, Huth, Marín y Martiné, 2014), la fertilización (Lofton, Tubana, Kanke, Teboh, Viator y Dalen, 2012), la variedad y densidad de siembra (Tyagi, Sharma y Bhardwak, 2012), la disponibilidad de riego e inversión en el cultivo (Santillán, Santoyo, García y Covarrubias, 2014), el tipo de suelo y las plagas relacionadas con las condiciones climáticas. Mientras que quemas accidentales, mala logística, robo de caña, costos de transporte, mala infraestructura y economías de escala no favorables, superficie promedio por cañero, distancia del predio al ingenio; se han considerado como factores que afectan la rentabilidad del cultivo (Domínguez, 2005; van den Berg y Singels, 2013).

La competitividad adicionalmente tiene que ver con la capacidad de competir, por lo que puede medirse a nivel unidad de producción o empresa, sectorial o geográfica (nivel local, municipal, regional o de país). El concepto de competitividad territorial ha tomado diversos matices dependiendo del autor sin existir a la fecha una concepción única (Banerjee, 2005), relacionándola con la productividad, lo atractivo del territorio para la inversión, la creación de riqueza (Atkociuniene y Petrušienė, 2014) o el uso de factores para edificar una posición competitiva y mantenerla en relación con otras regiones (Snieska y Bruneckienė, 2009).

En relación con la importancia de la caña de azúcar En México, en términos de superficie sembrada, generación de empleos y la cantidad de productores que participan en el cultivo, se consideró importante analizar los factores que dan a explicar el rendimiento en toneladas por hectárea, a nivel estatal, que tienen las unidades de producción caleras.

Por lo tanto este artículo de revisión tienen como objetivo analizar el rendimiento por hectárea a nivel estatal de caña de azúcar, enfocándonos en el estado de Nayarit, para comprobar la hipótesis basada en que los factores agroeconómicos del cultivo y ambientales no son los únicos factores que explican el rendimiento de las toneladas por hectárea, sino que también está influenciado a la calidad de vida del productor y a la competitividad territorial.

Métodos

Para obtener la información necesaria y realizar la base de datos, se utilizó la información de la base de datos del Comité Nacional del Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (CONADESCUA), y de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), de la zafra 2015. Para determinar los factores de competitividad territorial se tomó como unidad de medición el territorio. La concentración de la producción de este cultivo era en 15 de los 31 estados del país. También se tuvieron en cuenta los días de duración de la zafra.

El programa utilizado para la obtención de resultados del modelo econométrico fue EViews 6.

Este fue un modelo de corte transversal, ya que los datos de corte transversal consisten en las observaciones de las variables para diferentes sujetos (o unidades de referencia) en un momento dado.

De acuerdo con Barbancho (1976) podemos definir “las variables son los factores o entes elementales que actúan en un fenómeno desde el punto de vista cuantitativo”. En las matemáticas, las variables se dividen en: - variables dependientes - variables independientes.

Las variables que se consideran para este modelo del total de azúcar producida, son las hectáreas cosechadas de caña de azúcar, y el número de días de zafra. Recabados de la Base de datos de CONADESUCA y SAGARPA mencionados anteriormente.

Señalando como variable dependiente el total de azúcar producida, e independientes las hectáreas cosechadas y el número de días de zafra, como se presenta en la Tabla 1.

Base de datos utilizada:

Tabla 1. Características de los estados productores de caña de azúcar 2015-2016, México.

Estados	Azu_pro	Hec_cos	días_zafra
Campeche	86,682	14,655	158
Colima	161,227	18,768	225
Chiapas	319,759	30,989	177
Jalisco	876,088	75,494	196
Michoacán	162,034	15,155	166
Morelos	238,197	16,674	180
Nayarit	312,850	27,113	220
Oaxaca	308,706	53,025	183
puebla	223,569	15,987	161
quintana roo	146,224	29,358	202
San Luis potosí	560,375	88,063	222
Sinaloa	28,320	3,472	82

Tabasco	168,387	38,603	145
Tamaulipas	172,115	30,437	215
Veracruz	2,220,429	325,724	179

Fuente: elaboración propia en base a datos de CONADESUCA.

Es importante señalar que los modelos económicos son aquellas representaciones simplificadas de aspectos económicos de la realidad social, estos utilizan supuestos, y son los modelos económicos quienes pueden predecir con mayor exactitud el comportamiento de las variables económicas. Por lo tanto, al escoger un modelo, hay que tener en cuenta desde el punto de vista cualitativo, si los supuestos son acordes con el aspecto de la economía que se quiere analizar y con el contexto histórico e institucional. También hay que tener en cuenta, desde el punto de vista cuantitativo, si el modelo tiene errores persistentes en un sentido y la volatilidad de los errores, cuando estos son cuantificables (Ecolink, 2013).

Para corroborar la hipótesis del poder explicativo de las variables sobre el rendimiento a nivel estatal, se utilizó la técnica estadística de análisis de regresión lineal múltiple que permite establecer las relaciones entre un variable criterio y varias independientes (predictores). Con esta técnica cada variable predictor es ponderada, de forma que las ponderaciones indican su contribución relativa a la predicción conjunta, siguiendo el modelo:

$$\hat{Y}_i = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_i + \hat{\beta}_2 X_i + \mu I$$

Total de Azúcar producida (ton) = $\beta_0 + \beta_1$ Hectareas cosechadas + β_2 número de días de zafra.

Total de Azúcar producida (Ton) = -27158.95 + 6.71 Hectareas cosechadas + 417.5840 días de zafra.

Donde:

Total de Azúcar producida (ton) = representa el valor total obtenido de azúcar (Variable dependiente)

β_0 = Constante

β_1 Hectareas cosechadas= Representa el número de Héctareas de caña de azúcar cosechadas(Variable independiente)

β_2 Números de días de zafra= Representa el número de días que duro la zafra de cosecha de caña de azúcar. (Variable independiente)

Resultados

Para la comparación, el modelo se realizó considerando las siguientes funciones:

Para la siguiente ecuación $\beta_0 = -27158.95$

$\beta_1 = 6.71$

$\beta_2 = 417.5840$

Esto significa que por cada hectárea que aumente, aumentará 6.71 toneladas de azúcar, y por cada día de zafra que aumente, aumentará 417.58 toneladas de azúcar (véase Figura 1).

Dependent Variable: AZU_PRO02				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/17 Time: 01:09				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-27158.95	161916.6	-0.167734	0.8696
HEC_COS	6.713672	0.414739	16.18771	0.0000
DIAS_ZAFRA01	417.5840	885.8444	0.471396	0.6458
R-squared	0.957213	Mean dependent var	398997.5	
Adjusted R-squared	0.950082	S.D. dependent var	545496.9	
S.E. of regression	121876.3	Akaike info criterion	26.43626	
Sum squared resid	1.78E+11	Schwarz criterion	26.57787	
Log likelihood	-195.2719	Hannan-Quinn criter.	26.43475	
F-statistic	134.2311	Durbin-Watson stat	1.599945	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Figura 1. Total de azúcar producida por hectáreas y días de zafra, México.

Fuente:elaboración propia utilizando Eviews 6.

Para la siguiente ecuación el total de azúcar producida es igual a $\beta_0 + \beta_1$ Hectareas cosechadas y el total de azúcar producida fue de $47024.09 + 6.738336$ hectareas cosechadas. Esto significa que por cada 47,024 toneladas de azúcar, si aumenta la hectarea cosechada, la producción total de azúcar aumenta 6.73 toneladas (Vease Figura 2.)

Dependent Variable: SER01				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/17 Time: 00:45				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	47024.09	36948.90	1.272679	0.2254
SER02	6.738336	0.398928	16.89112	0.0000
R-squared	0.956421	Mean dependent var	398997.5	
Adjusted R-squared	0.953069	S.D. dependent var	545496.9	
S.E. of regression	118174.1	Akaike info criterion	26.32127	
Sum squared resid	1.82E+11	Schwarz criterion	26.41568	
Log likelihood	-195.4095	Hannan-Quinn criter.	26.32027	
F-statistic	285.3099	Durbin-Watson stat	1.529627	
Prob(F-statistic)	0.000000			

Figura 2. Total de azúcar producidas por número de hectáreas, México.
 Fuente: elaboración propia utilizando Eviews 6.

Y para la última ecuación que es el total de azúcar producida= $\beta_0 + \beta_2$ días de zafra, el total de azúcar producida= $-3424.006 + 2226.603$ días de zafra, esto quiere decir que por cada día de zafra, la producción total de azúcar aumentará 2,226.60 toneladas (véase figura 3).

Dependent Variable: AZU_PRO01				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/17 Time: 00:56				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-3424.006	743379.6	-0.004606	0.9964
DIAS_ZAFRA	2226.603	4034.696	0.551864	0.5904
R-squared	0.022891	Mean dependent var	398997.5	
Adjusted R-squared	-0.052271	S.D. dependent var	545496.9	
S.E. of regression	559572.2	Akaike info criterion	29.43130	
Sum squared resid	4.07E+12	Schwarz criterion	29.52571	
Log likelihood	-218.7347	Hannan-Quinn criter.	29.43029	
F-statistic	0.304554	Durbin-Watson stat	1.359998	
Prob(F-statistic)	0.590403			

Figura 3. Total de azúcar producida por día de zafra.
 Fuente: elaboración propia utilizando Eviews 6.

En el primer modelo la R^2 es .95, lo que nos quiere decir que el 95% de la producción total de azúcar, tiene relación con el aumento de las hectáreas producidas y el número de días de zafra.

En el segundo modelo la R^2 muestra .95, el 95% de la producción total es en función al aumento de las hectáreas producidas.

Y en el tercer modelo la R^2 muestra .02, esto dice que el 2% de la producción total de azúcar, tiene relación con los días de zafra cosechados.

Prueba de Hipótesis:

Para la ecuación 1:

$$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1 = \beta_1 = \beta_2 > 0$$

$t_{(\alpha/2)} = \pm 2.131$ $t_{(\alpha/2)} = -.1677$, que es un valor que se encuentra dentro del intervalo de aceptación, se acepta la hipótesis nula, y es un valor no significativo.

$t_{(\alpha/2)} = \pm 2.131$ $t_{(\alpha/2)} = 16.18$, que es un valor que se encuentra fuera del intervalo de aceptación, se rechaza la hipótesis nula, y es un valor significativo.

$t_{(\alpha/2)} = \pm 2.131$ $t_{(\alpha/2)} = .47$, que es un valor que se encuentra dentro del intervalo de aceptación, se acepta la hipótesis nula, y es un valor no significativo.

Para la ecuación 2:

$$H_0 = \beta_1 = 0$$

$$H_1 = \beta_1 > 0$$

$t_{(\alpha/2)} = \pm 2.131$ $t_{(\alpha/2)} = 1.27$, se encuentra en la zona de aceptación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula, y es significativo.

$t_{(\alpha/2)} = \pm 2.131$ $t_{(\alpha/2)} = 16.89$, se encuentra en la zona de rechazo, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, y es significativo.

Para la ecuación 3.

$$H_0 = \beta_2 = 0$$

$$H_1 = \beta_2 > 0$$

$t_{(\alpha/2)} = \pm 2.131$ $t_{(\alpha/2)} = -.004$, se encuentra en la zona de rechazo, y se rechaza la hipótesis nula, por lo que no es significativo.

$t_{(\alpha/2)} = \pm 2.131$ $t_{(\alpha/2)} = .55$, se encuentra en la zona de aceptación, y se acepta la hipótesis nula, por lo que es no significativo.

Prueba de hipótesis conjunta:

La regla de decisión es si F calculada excede el F crítico en el nivel de significancia α , rechazamos la hipótesis nula, de lo contrario la aceptamos.

F Crítica en el nivel de significancia: 2.44

Estadístico $F = 134.23$

Probabilidad de estadístico $F = 0.00$

$H_0 = \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$

$H_1 = \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 \neq 0$

Es estadísticamente significativo por lo tanto se rechaza la hipótesis nula

Para la prueba de normalidad de los errores de Jarque Bera el modelo arroja:

H_0 = los residuales son normales

H_1 = Los residuales no son normales.

En el resultado de jarque bera nos arroja 7.12, lo cual excede el límite que es 6, rechazando la hipótesis nula, y llegando a la conclusión de que los residuales no son normales.

Con una probabilidad de .02, lo cual es menor que .05, volviéndose a rechazar la hipótesis nula y es estadísticamente significativo. Con una simetría de 1.37, que es mayor que cero, indicando que no se tiene una simetría.

Y por último en el coeficiente de Kurtosis arroja un valor de 4.97, que es mayor a 3, que es el máximo para determinar si hay una normalidad en el modelo, por tanto no tiene normalidad (véase figura 4).

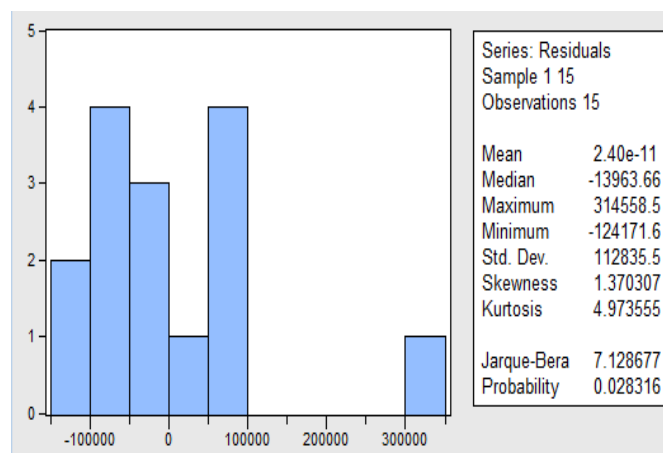


Figura 4. Histograma de la producción de caña de azúcar zafra, 2015-2016, México.
 Fuente: elaboración propia utilizando Eviews 6.

En la ecuación 1 se realizó la prueba de Heterocedasticidad con el método White, podemos observar que la R² tiene un resultado de 6.34 , y una Chi cuadrada que debe ser 5.99 por el 95% de confianza, al ser mayor nuestro resultado , rechazamos la hipótesis nula que es que el modelo tiene homocedasticidad, y aceptamos la hipótesis alternativa, que es que tenemos heterocedasticidad, el F estadístico nos dice que tenemos 1.23, con una probabilidad de .33, en el cual nos confirma que es menor a 5% volviendo a rechazar la hipótesis nula (véase figura 5).

Heteroskedasticity Test: White

F-statistic	1.320644	Prob. F(5,9)	0.3371
Obs*R-squared	6.347940	Prob. Chi-Square(5)	0.2738
Scaled explained SS	8.071644	Prob. Chi-Square(5)	0.1523

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 06/16/17 Time: 03:11
 Sample: 1 15
 Included observations: 15

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.35E+10	9.71E+10	0.138638	0.8928
HEC_COS	2732084.	2631206.	1.038339	0.3262
HEC_COS^2	-3.585841	1.614377	-2.221191	0.0535
HEC_COS*DIAS_ZAFRA01	-8393.050	12371.44	-0.678422	0.5146
DIAS_ZAFRA01	-4.08E+08	1.43E+09	-0.286375	0.7811
DIAS_ZAFRA01^2	1247926.	4748175.	0.262822	0.7986
R-squared	0.423196	Mean dependent var	1.19E+10	
Adjusted R-squared	0.102749	S.D. dependent var	2.45E+10	
S.E. of regression	2.32E+10	Akaike info criterion	50.86405	
Sum squared resid	4.85E+21	Schwarz criterion	51.14727	
Log likelihood	-375.4803	Hannan-Quinn criter.	50.86103	
F-statistic	1.320644	Durbin-Watson stat	2.385930	
Prob(F-statistic)	0.337145			

Figura 5. Heterocedasticidad de la producción de caña de azúcar, zafra 2015-2016, México.

Fuente:elaboración propia utilizando Eviews 6.

La autocorrelación es la relación que se da entre las variables perturbadoras, contraviniendo uno de los supuestos para estimar el modelo a partir de la independencia que debería existir entre estas variables. En este caso, en cada periodo, las variables independientes deberían ser las únicas que expliquen el modelo, y no lo que haya sucedido periodos anteriores. Es decir, ni los fenómenos ocurridos anteriormente, o la tendencia o ciclo de la variable debería afectar, en dicho periodo el comportamiento de la variable dependiente.

Para saber si se tiene o no autocorrelación, se utiliza el método Durbin Watson, con 15 observaciones (n), mostrando 1.59, que no existe Autocorrelación (véase figura 6).

Dependent Variable: AZU_PRO02				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/17 Time: 01:09				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-27158.95	161916.6	-0.167734	0.8696
HEC_COS	6.713672	0.414739	16.18771	0.0000
DIAS_ZAFRA01	417.5840	885.8444	0.471396	0.6458
R-squared	0.957213	Mean dependent var		398997.5
Adjusted R-squared	0.950082	S.D. dependent var		545496.9
S.E. of regression	121876.3	Akaike info criterion		26.43626
Sum squared resid	1.78E+11	Schwarz criterion		26.57787
Log likelihood	-195.2719	Hannan-Quinn criter.		26.43475
F-statistic	134.2311	Durbin-Watson stat		1.599945
Prob(F-statistic)	0.000000			

Figura 6. Autocorrelación del modelo econométrico sobre la producción de caña de azúcar, zafra 2015-2016, México.

Fuente:elaboración propia utilizando Eviews6.

Otra forma de determinar si se tiene autocorrelación es con la prueba Breusch-Godfrey en el cual arroja un coeficiente de determinación de .98, y una probabilidad menor al 5%, nos arroja que nuestro modelo tiene ausencia de auto correlación (véase figura 7).

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:				
F-statistic	0.350945	Prob. F(2,10)	0.7124	
Obs*R-squared	0.983785	Prob. Chi-Square(2)	0.6115	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID				
Method: Least Squares				
Date: 06/16/17 Time: 04:04				
Sample: 1 15				
Included observations: 15				
Presample missing value lagged residuals set to zero.				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	24734.95	176231.8	0.140355	0.8912
HEC_COS	0.158276	0.480681	0.329274	0.7487
DIAS_ZAFRA01	-190.9528	981.8843	-0.194476	0.8497
RESID(-1)	0.188305	0.318240	0.591708	0.5672
RESID(-2)	0.183869	0.348915	0.526972	0.6097
R-squared	0.065586	Mean dependent var	2.40E-11	
Adjusted R-squared	-0.308180	S.D. dependent var	112835.5	
S.E. of regression	129056.4	Akaike info criterion	26.63509	
Sum squared resid	1.67E+11	Schwarz criterion	26.87110	
Log likelihood	-194.7632	Hannan-Quinn criter.	26.63257	
F-statistic	0.175473	Durbin-Watson stat	2.037500	
Prob(F-statistic)	0.945959			

Figura 7. Autocorrelación con la prueba Breusch-Godfrey del modelo econométrico de la producción de caña de azúcar, zafra 2015-2016, México. Fuente:elaboración propia utilizando Eviews 6.

Conclusiones

Para incrementar la productividad de caña de azúcar en el país, los ingenios azucareros deberían enfocar todo su esfuerzo e inversiones a dotar de riego constante al cultivo, determinar ciclo óptimo de cultivo, desarrollar variedades resistente a plagas y enfermedades para disminuir los controles fitosanitarios, y considerar las regiones geográficas que cumplan con los requerimientos climáticos de la caña de azúcar para llegar a la eficiencia productiva anhelada.

La productividad debe constar de una eficiencia y eficacia para un buen manejo en el funciona el sistema de operaciones. Por ello, el sentido, la razón de ser y la importancia del concepto de productividad en la empresa, están en función de la continuidad y sobrevivencia en un ambiente de crisis y de competitividad.

Las consideraciones anteriores, a la oferta de productos y servicios que satisfaga (calidad), constituyen valores inherentes o rectores que guían y orientan la esencia misma de la empresa, en el entendimiento de que tales valores son comprendidos y compartidos por cada uno de los actores dentro de la organización.

La productividad y la calidad se deben buscar, de una manera razonable y racional, incrementos en la productividad siempre y cuando estos se consideren como parte de una estrategia global de garantía de calidad. A veces, la búsqueda de la productividad, a pesar de que puede disminuir los costos, deteriora la calidad.

En cuanto a la calidad, productividad y costos se deben manejar dentro de las organizaciones, de una manera integral (holística), que haga posible que el todo sea superior a la suma de las partes (sinergia). Se debe considerar una permanente constancia de mejoramiento continuo, en el sentido de que cada meta que se logra, es un punto de partida para metas mejores.

A partir de la ecuación, se concluye que las hectáreas producidas si se encuentran en función con la producción de azúcar total, pero la variable de los días de zafra no tienen significancia en el modelo.

El coeficiente de determinación, de acuerdo a las variables utilizadas fue de 95.72%, lo que deja claro que tiene un buen comportamiento, pero al hacerlas individualmente, la variable de los días de zafra no explica su totalidad.

La principal limitación del estudio es que es de tipo transversal, debido a la ausencia de datos disponibles para realizar uno de tipo longitudinal, pero es de suma importancia porque ofrece resultados ilustrativos del fenómeno estudiado.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, N. (2014). Índice de diversificación de la agroindustria azucarera en México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 11(4), p.445.
<http://dx.doi.org/10.22231/asyd.v11i4.5>
- Aguilar, N., Galindo, G., Fortanelli, J. y Contreras, C. (2010). Competitividad internacional de la industria azucarera de México. *Theoria*. 19(1) Pp.7-29.
- Atkociuniene, V. y Petrulienė, D. (2014). Impact of multifunctional agriculture on territorial competitiveness: Theoretical approach. *Econ. Rural Develop.* 10(2) Pp.7-15.
- Banerjee, S. (2005). International competitiveness and sugar strategy options in Australia, Brazil and the European Union. *Int. J. Bus. St.* 13(1) Pp.39-66.
- Banko, C. (2005). La industria azucarera en México y Venezuela. Un estudio comparativo. *Carta Económica Regional*. 17(92) Pp.41-54.
- Barbancho, F. (1976). Fundamentos y posibilidades de la Econometría. Ediciones Ariel. Barcelona Zetein Estudios y Ensayos.
- Bravo, R. y Cortés, R. (2009). Producción de biocombustibles en México: la caña de azúcar. *Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana*. XXII (1). Recuperado en:
<https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol22num1/articulos/produccion/index.html>
- Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, (CONADESUCA, s/f). Recuperado en: <http://www.conadesuca.gob.mx/>
- Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2016). Atlas de la Agroindustria de la Caña de Azúcar 2015. México. Recuperado en:
http://www.conadesuca.gob.mx/atlas/Atlas_HD.pdf.
- Secretaría de Gobernación. (2014). Diario Oficial de la Federación. Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar 2014-2018. México, Recuperado en:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343244&fecha=02/05/2014
- Domínguez, L. (2005). Desarrollo regional y competitividad: la agroindustria azucarera en México. *Nóesis. Rev. Cienc. Soc. Hum.* 15(027) Pp.227-250.
- Greenland, D. (2005). Climate variability and sugarcane yield in Louisiana. *J. Appl. Meteorol.* 44(11) Pp.1655-1666.
- Lofton, J., Tubana, B. S., Kanke, Y., Teboh, J., Viator, H. y Dalen, M. (2012). Estimating sugarcane yield potential using an in-season determination of normalized difference vegetative index. *Sensors*. 12(6) Pp.7529-7547.

- OECD/Food and Agriculture Organization of the United Nations (2015). OECD-FAO Agricultural Outlook 2015, OECD, Paris. Recuperado en: <http://www.fao.org/3/a-i4738e.pdf>
- Rodríguez, Y. (2015). Diagnóstico de cadenas productivas locales en las condiciones del sector agro-industrial cubano. III Conferencia Científica Internacional de la UNISS (Pp. 2-3). Universidad de Sancti Spíritus “José Martí” Recuperado en: http://biblioteca.uniss.edu.cu/sites/default/files/CD/Yayabociencia%202015/documentos/1-Des_energ/19Yadira%20Rodriguez%20Fernandez.pdf
- SAGARPA. (2015). Programa Institucional de Desarrollo del Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar 2015-2018. Recuperado en: http://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiP_baK48zJAhVI_WMKHVVzDo8QFggaMAA&url=http%3A%2F%2Fdo.f.gob.mx%2Fnota_to_doc.php%3Fcodnota%3D5393379&usg=AFQjCNEpO3QUhkm1Z6eOF5QCYO4_xNvdog&sig2=-
- Sánchez, N. (2011). La caña de azúcar en el municipio del Mante, Tamaulipas. Estrategias para el desarrollo regional (Maestría). Universidad Autónoma de Tamaulipas.
- Santillán, A., Santoyo, V. H., García, L. R. y Covarrubias, I. (2014). Dinámica de la producción cañera en México: Período 2000 a 2011. Agroproductividad. 7(6) Pp.23-29.
- Singelmann, P. (2003). La transformación política de México y los gremios cañeros del PRI. Rev. Mex. Sociol. 65(1) Pp.117-152.
- Snieska, V. y Bruneckienė, J. (2009). Measurement of Lithuanian regions by regional competitiveness index. Eng. Econ. 61(1) Pp.45-57.
- Tyagi, V. K., Sharma, S. y Bhardwaj, S. B. (2012). Pattern of association among cane yield, sugar yield and their components in sugarcane (*Saccharum officinarum* L.). J. Agric. Res. 50(1) Pp.29-38.
- Valade, A., Ciais, P., Vuichard, N., Viovy, N., Huth, N., Marin, F. y Martiné, J. F. (2014). Modeling sugar cane yield with a process-based model from site to continental scale: uncertainties arising from model structure and parameter values. Geoscientific Model Development Discussions. 7(1) Pp.1197-1244.
- Van den Berg, M. y Singels, A. (2013). Modelling and monitoring for strategic yield gap diagnosis in the South African sugar belt. Field Crops Research. 143 Pp.143-150.
- Waswa, F., Netondo, G., Maina, L., Naisiko, T. y Wangmanti, J. (2009). Potential of Corporate Social Responsibility for Poverty alleviation among contract sugarcane farmers in the Nzola Sugarbelt. J Agric Environ Ethics, 22, Pp.463-475.