

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Jéssica Carvajal Morales ¹, John Ramírez Figueroa ²

¹ Ingeniera en Estadística Informática 2003

² Director de Tesis de Grado. Matemático, Escuela Politécnica Nacional,

RESUMEN

La presente tesis es el análisis estadístico de la producción y cultivo de caña de azúcar. Nuestro país es conocido como productor de azúcar, por cual intervienen variables agrícolas en la producción y cultivo de la caña. En el primer capítulo se expone como introducción un resumen de la fase agrícola y Producción de la caña de azúcar.

En el segundo Capitulo se revisa el marco teórico que será utilizado, comprende el análisis univariado y el análisis por componentes principales. En el tercer capítulo se detallan las variables que serán estudiadas, y se muestra su estadística descriptiva. Por medio del análisis multivariado se observan las diferentes relaciones entre las variables y agrupaciones que intervienen en la producción y cultivo de la caña de azúcar. En el cuarto y ultimo capítulo presentaremos las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido.

INTRODUCCIÓN

EL Cultivo y producción de la caña de azúcar, constituyen un sector relevante de la Economía de nuestro país, principalmente en la economía de algunas ciudades donde su principal ingreso es la producción de caña de azúcar, como es la ciudad de Milagro donde gran cantidad de personas trabajan en el Ingenio Valdez aportando con su mano de obra.

El objetivo de este estudio es determinar, e identificar las relaciones entre las diferentes variables que aparecen en el proceso de cultivo y producción de la caña de azúcar, además establecer grupos o asociaciones de estas variables para obtener nuevas variables ficticias o latentes que ayuden a entender como se esta desarrollando el proceso mencionado

1. CULTIVO Y PRODUCCIÓN DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN EL ECUADOR.

La producción de caña en el Ecuador es realizada por 6 ingenios azucareros: La Troncal, San Carlos, Valdés, Isabel María, IANCEM y Monterrey, siendo los tres primeros quienes producen el 90 % de la producción nacional, cuya zafra se inicia en el mes de julio y termina en diciembre. La producción de azúcar se da en todo el año, trabajando seis días a la semana, el período interzafra lo realizan entre enero-febrero.

La caña dulce es una planta tropical. Requiere un clima húmedo y cálido favorecido con suficiente cantidad de lluvia. Los cultivadores prefieren tiempo seco en la época de la cosecha, pues así la caña da un sumo mas concentrado. En cultivos de regadío, se puede dar a la caña la cantidad exactamente necesaria de agua para obtener un adecuado rendimiento.

Además es recomendable, preparar el suelo dos meses antes de la siembra en época seca. Durante la labor de preparación del suelo se recomienda aplicar 20 a 30 sacos de 110 libras cada uno de carbonato de calcio por hectárea.

El material usado como semilla debe ser puro en cuanto a la variedad, vigoroso en su germinación y libre de plagas y enfermedades.

Las etapas de la caña de azúcar durante su crecimiento son:

Primera Etapa.

En la primera etapa se la denomina “caña planta” que alcanza una altura de 30 centímetros aproximadamente se la denomina así hasta que le realicen su primer corte, tiene un ciclo de vida de 14 – 18 meses, donde siempre se realiza la primera cosecha.

Segunda Etapa.

En la segunda etapa se la denomina “caña soca” después de haberle echo su primer corte, en su primera cosecha.

La cosecha se realiza en caña planta a los 21 meses, caña soca entre los 15 y 18 meses.

ENTRE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES, PLAGAS Y MALEZAS DE LA CAÑA DE AZUCAR TENEMOS:

LOCALIZACION	NOMBRE COMUN	TIPO	SINTOMA
Hoja	Roya	Hongo	Pústulas color errumbre
Hoja y Brote	Polvillo	Bacteria	Rayas rojas y muerte brote guía
Hoja y tallo	Escaldadura	Bacteria	Estrías blancas y muerte de tallo
Hoja	Mosaico	Virus	Clorosis de hoja
Brote	Carbón	Hongo	Látigo y polvillo de carbón
Brote y tallo	Raquitismo	Virus	Enanismo de cepas de más de 1 año

El cultivo de la caña de azúcar en el Ecuador se ha ido incrementando la superficie sembrada al transcurrir el tiempo, tiene un crecimiento sostenido en 1990 se sembraron 48.201 Has. , de las cuales se cosecharon 45.642 Has. Quienes producen 3.391,525 TM. , pasando a 1998, donde nos representa un incremento del 40%, y de igual manera en el área cosechada, cuya excepción es la de 1997, que fue afectada por la presencia del Fenómeno del Niño, en la cual fueron cosechadas 24.463 Has de caña de azúcar.

Las técnicas Estadísticas utilizadas en nuestro estudio son:

En el Análisis univariado, Encontramos la media aritmética de la muestra, la varianza muestral, histograma de frecuencia, ojiva, diagrama de cajas.

El análisis multivariado, uno de los métodos mas utilizado es el método de análisis de componentes principales, el cual permite la estructuración de un conjunto de datos multivariados obtenidos de una población.

Los objetivos son:

- Reducir los datos del problema que se esta estudiando.
- Crear nuevas variables que expresen la misma información contenida en el conjunto original.
- Descubrir relaciones entre variables que muchas veces no son consideradas para el análisis.

Mostraremos a continuación las variables a utilizar en el análisis estadístico

VARIABLES	REPRESENTACIÓN	UNIDADES
Superficie sembrada	X_1	Has
Superficie cosechada	X_2	Has
Producción	X_3	Tons
Roza de canteros	X_4	Has
Herbicidas	X_5	Has
Rastrillo	X_6	Has
Escarificado	X_7	Has
Riego	X_8	Has
Sacada de paja cauca	X_9	Has
Aporque	X_{10}	Has
Fertilizante	X_{11}	Has

Superficie Sembrada

La mayor superficie sembrada se encuentra en el intervalo de 10080-10550 hectáreas, teniendo una frecuencia mayor para este intervalo durante los años 1989-2002, analizada mediante su histograma de frecuencia

Superficie Cosechada

La mayor superficie cosechada con mayor frecuencia dentro de los años de estudio en este caso 1989-2002 esta en los intervalos 9560-10570 hectáreas, siendo de igual manera la menor superficie cosechada en el intervalo 3500-4510 hectáreas, debido que justamente en este año fue afectada por el fenómeno del niño.

Producción

La mayor producción esta dada dentro del intervalo (685400-755500) toneladas, con una media de 709030.

Con el objetivo de medir las variables que influyen en la producción de caña de azúcar tomando como referencia el año 1989 hasta el año 2002 uno de los

métodos más adecuados es el análisis estadístico multivariado. Dentro de este tenemos el análisis de componentes principales donde las componentes se seleccionan dependiendo de tres criterios; que el valor característico sea mayor que la unidad, que el porcentaje de explicación acumulado determine que existe suficiente información para determinar la componente y el criterio del Codo el cual en la grafica de los valores Característicos presenta un punto de inflexión que demuestra que alrededor de este existe un porcentaje de explicación suficiente para la componente.

Cada valor propio tiene una componente asociada en total tenemos 11 componente principales, en este análisis la primera componente explica un 99.90% de la variabilidad total y la segunda resume el 0.06% es decir que la combinación lineal de las variables originales con los dos primeros componentes sintetizan el 99.96% de la variación total del conjunto de datos.

A partir de la matriz de correlación R se generarán los valores propios correspondientes y su proporción de varianza total explicada.

Primer Componente

El primer componente es una combinación lineal de las variables con ponderación relativa mayor para las variables superficie cosechada, producción, escarificado, rastrillo, fertilización, roza de cantero, riego. Este componente se lo puede llamar "Eje de producción cosechada".

Segundo Componente

El segundo componente tiene un valor alto con coeficiente positivo 0.96 para superficie sembrada, y tiene coeficiente negativo -0.12 para roza de cantero, -0.09 riego, -0.07 sacada de paja cauca, -0.06 fertilización, y con una contribución mínima de -0.0006 de superficie cosechada. Esto contribuye un contraste entre las variables de tal manera que los valores mas elevados del segundo componente principal serán aquellos que tengan una mayor cantidad de superficie sembrada y menor roza de cantero, menor herbicida, menor fertilización, tendremos una menor superficie cosechada y menor producción. En el cultivo de caña de azúcar nos encontramos con la situación que a menores insumos como es fertilización y otros tendremos una menor producción de caña. Se lo puede interpretar como "Eje de labores de insumos".

Mientras mayor sea la correlación mayor carga tendrán en los componentes.

Aplicando VARIMAX rotando los factores obtenemos:

DATOS ESTANDARIZADOS: PROPORCIÓN DE LA VARIANZA TOTAL EXPLICADA DE LOS FACTORES ROTADOS

componente	valor propio	porcentaje de explicación	porcentaje acumulado
1	9,3388	84,899	84,899
2	1,0232	9,302	94,201

Primer Factor

El primer factor tiene mayor correlación con las variables producción, superficie cosechada, escarificado, roza de cantero. Podemos llamar a este factor "Superficie agrícola de cosecha".

Segundo Factor

Este factor tiene mayor correlación con la variable superficie sembrada con un coeficiente de 0.99 y con un contraste con roza de cantero con un coeficiente de -0.010 por lo cual a este factor lo llamaremos "Superficie agrícola de siembra".

Conclusiones

Al finalizar el estudio en el periodo de referencia de los años 1989 hasta el 2002 se llegaron a las siguientes conclusiones.

1. Las variables superficie sembrada, superficie cosechada difieren muy poco en hectáreas. Desde el año 1989 hasta el 2002, la menor superficie sembrada tuvo lugar en el año 1994 y la mayor en el año 1997. La superficie cosechada fue mayor en el año 1999 y fue menor en el año 1997. Ambas mantienen un comportamiento inestable, esto es ni creciente ni decreciente, pero se vieron afectadas en el 94 y 97 por los cambios climáticos, provocados por el fenómeno del niño.
2. La mayor superficie sembrada se dio en el año 1997 la cual coincide con el año que fue afectado por el fenómeno del niño, y la menor superficie cosechada fue en este mismo año al igual que su menor producción, de igual manera se tuvo un mayor roza de cantero por su abundante monte en los sombríos.
3. La menor producción de caña de azúcar tuvo lugar en el año 1997 y la mayor tuvo lugar en el año 1998. La producción tan baja en el año 1997 se debió a los efectos devastadores causados por el fenómeno del niño, ya que el clima produjo la propagación de monte o paja. Sin embargo los cañicultores lograron recuperarse en el año 1998. La cosecha tiene un promedio de 709029.85 Tm por año, pero la mas baja en el periodo de referencia también fue en el año 1997.
4. El menor riego tuvo en el año 1997 debido a que no se tuvo la necesidad de regar las hectáreas sembradas por que en ese año fue donde los sombríos estuvieron inundados por efectos del fenómeno de la corriente del niño.
5. El mayor aporque se dio en el año 2001, y el menor herbicida se también en este mismo año lo que podemos deducir que a mayor aporque cuya labor es acumular tierra alrededor de la planta tendríamos un menor fertilizado con herbicida debido a que la planta esta mas resistente a cualquier plaga.

6. El menor escarificado se dio en el año 1997 donde de igual manera en el mismo año se dio el menor riego, sacada de paja cauca, fertilización, rastrillo y herbicida y en el mismo año se dio la mayor roza de cantero.
7. Por medio del análisis por componentes principales, permitió que de las 11 variables originales nos quedamos con 2 variables ficticias denominadas factores, los cuales explican un 99.96% de la variación total del conjunto de datos, el primer componente muestra mayor ponderación en las variables producción y riego mientras que el segundo tiene un mayor peso en las variables riego y roza.
8. El mismo estudio con datos estandarizados permitió reducir de 12 variables originales a dos factores, estos explicaban el 94.2% de la variabilidad total de los datos. El primer componente representa el eje de producción cosechada, el segundo componente el eje de labores de insumo.

Se aplicó el método de VARIMAX, que consiste en minimizar el número de variables que tienen alta carga en un factor con lo cual simplificaríamos la información de la siguiente manera.

El primer factor corresponde a la superficie agrícola de cosecha, ya que tiene una mayor correlación con la variable producción, superficie cosechada, escarificado, roza de cantero.

El segundo factor tiene mayor correlación con la variable superficie sembrada con un coeficiente de 0.99 y un contraste con roza de cantero con un coeficiente de -0.010 por lo cual este factor lo llamaremos superficie agrícola de siembra.

9. La variable X1 que representa a siembra no está correlacionada con el resto de variables, encontrándose dispersa de las demás variables.

Recomendaciones

1. Los ingenios deberían realizar encuestas por muestreo en el sector con el objeto de hacer estudios más periódicos de la producción y cultivo de caña de azúcar, y tener información estadística oportuna y confiable.
2. Capacitar mejor a los Ingenieros de campo en el empleo de técnicas estadísticas, estas pueden ser analizadas mediante muestras para así lograr obtener una mejor cosecha y producción.
3. Obtener datos históricos en cuanto a costos de labores de campo para poder realizar un análisis en cuanto a pérdida o ganancia y a su vez reducir la aplicación de fertilizantes y otras labores como rastrillo, herbicidas, roza, escarificado, y utilizarlo mediante una técnica propuesta por medio de este análisis.

BIBLIOGRAFIA

1. SICA.GOV.EC. Página web del Ministerio de Agricultura del Ecuador.
2. Jonson A Richard & Wichern W Dean. Applied Multivariate Statistical Analysis. J Prentice Hall, Cuarta Edición 1998.
3. Hair- Anderson- Taham Black. Multivariate Data Analysis. Prentice Hall, 1998.
4. Spigel Murray E. Estadística de Shaum. Mc Graw Hill. Interamericana de México. Segunda Edición 1991.
5. Pla. Laura. Análisis Multivariado. Método de componentes principales, 1986.
6. Mendenhall William, Wackerly Dennis D, Scheaffer Richard Estadística Matemática con Aplicaciones Grupo Editorial Iberoamericana S.A, Segunda Edición 1984.