



Ciencia en su PC

ISSN: 1027-2887

cpc@megacen.ciges.inf.cu

Centro de Información y Gestión Tecnológica  
de Santiago de Cuba  
Cuba

Naranjo López, José A.  
DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE ZAFRA PARA LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA A  
MEDIANO Y LARGO PLAZOS

Ciencia en su PC, núm. 4, 2008, pp. 2-9  
Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba  
Santiago de Cuba, Cuba

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181317818001>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# DETERMINACIÓN DE INDICADORES DE ZAFRA PARA LA PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA A MEDIANO Y LARGO PLAZOS

Autor:

Lic. José A. Naranjo López

Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

Centro de Estudio de Investigaciones azucareras

[lorenzok\\_tony@yahoo.com](mailto:lorenzok_tony@yahoo.com)

## RESUMEN

*La obtención de los rendimientos agrícolas en régimen de secano, depende, fundamentalmente, de la lluvia caída y de su distribución durante el año. En dependencia de esto, el año puede clasificarse en lluvioso, normal o malo. El objetivo central de este trabajo es determinar la probabilidad de ocurrencia de este tipo de año, de manera que este indicador pueda ser utilizado en la planificación de la zafra a mediano y largo plazos. El cálculo correcto de los rendimientos agrícolas es un parámetro esencial para la determinación de los estimados cañeros, así como para la producción de azúcar, y esto, a su vez, está muy relacionado con el proceso de toma de decisiones, es por ello que las técnicas estadísticas y la computación, utilizadas en este trabajo, brindan un mejor acercamiento a la realidad objetiva que se quiere divisar.*

**Palabras clave:** *Estimados cañeros, distribución normal, estimación, muestreo.*

## ABSTRACT

*The obtaining of the agricultural yields in unirrigated land depends fundamentally on the fallen rain and of its distribution during the year. In dependence of this the year it can be classified in rainy, normal or bad. Keeping in mind these positions, the central objective of this work is to determine the probability of occurrence of this year type, so that this indicator can be used in the planning of the harvest to medium and release term. The correct calculation of the agricultural yields is an essential parameter for the determination of sugar cane pronostic, as well as for the production of sugar and this one is too related with the process of taking of decisions. for that reason the statistical techniques and the calculation used in this work offer a better approach to objective reality that wants to sight.*

**Key words:** *Sugar cane pronostic, normal distribution, estimate, sampling.*

## **INTRODUCCIÓN**

En las Empresas Azucareras Cubanas, el cálculo correcto de los indicadores de producción es un aspecto decisivo en el incremento de la eficiencia de la zafra. Si algunos de estos no se ha evaluado correctamente, se puede entonces tener una idea errónea de la veracidad de los resultados obtenidos.

Existen numerosos parámetros para la toma de decisiones en la planificación y operación de la zafra, tales como: % de pol en caña, rendimiento agrícola, la norma potencial y operacional, indicadores de pureza y brix de los jugos, tiempo perdido en la molida, frescura de la caña, % de materia extraña, etc. Los mismos pueden ser usados para la planificación corriente o perspectiva. Los indicadores perspectivas son necesarios para la realización de planes a mediano y largo plazos y, por tal motivo, no deben calcularse como una media aritmética, sino en función de parámetros esperados, es decir, asociados a una probabilidad. Ahora bien, si los indicadores perspectivas pertenecen a la fase agrícola del proceso de producción de azúcar, entonces el hecho de que el año sea seco o lluvioso puede influir de forma determinante en los mismos.

El objetivo de este trabajo tiene como línea determinar la probabilidad de ocurrencia de distintos tipos de año, para el cálculo de indicadores de rendimientos esperados de la fase agrícola, en régimen de secano, de manera que los mismos puedan ser utilizados en la planificación de la zafra a mediano y largo plazos.

## **DESARROLLO**

### **Breve descripción del procedimiento a seguir**

Se parte, en primera instancia, de que la variable lluvia caída sigue una distribución normal, por tanto, se utilizan las bondades de esta distribución, para determinar la probabilidad de que el año sea lluvioso, normal o malo, en función de que los meses se clasifiquen de igual forma.

Como se sabe, una de las más importantes distribuciones de probabilidades en la estadística es la distribución normal. Está demostrado que muchas variables aleatorias, como en el caso analizado, bajo determinadas condiciones, siguen esta distribución.

Si una variable aleatoria sigue una distribución normal, entonces puede calcularse la probabilidad de su ocurrencia, mediante la integral entre dos puntos de la siguiente función:

$$\text{Área} = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} = 1$$

que representa dicha distribución.

Al depender la distribución solamente de la media ( $\mu$ ) y desviación típica ( $\sigma$ ), se puede decir que existirán infinitas curvas. Afortunadamente, todas las funciones normales pueden ser reducidas a la llamada distribución normal tipificada o estándar, mediante la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{\bar{x} - \mu}{\sigma}$$

Para la determinación de  $\mu$  y  $\sigma$  y, de esta forma, poder aplicar la distribución normal.

Se puede calcular la probabilidad de que los meses se clasifiquen en lluviosos, normales y malos, por estimados de lluvia para cada uno de ellos; a partir de aquí, se puede prever la probabilidad de que el año sea lluvioso, normal o malo, con una fundamentación técnica. Este indicador será sumamente importante en la planificación agrícola en general, y en la planificación de la zafra, el mismo tomará en cuenta solo los meses que comprenden el crecimiento y desarrollo de un cultivo dado, en este caso la caña.

Para la determinación de que el año sea lluvioso, normal o malo se consideran los siguientes elementos:

1. La lluvia caída para un número de años dados sigue una distribución normal.
2. Se toma una muestra de 15 años por meses y se calcula la media ( $\bar{x}$ ) y desviación típica ( $s$ ) por meses y su validación mediante la inferencia estadística. Esta validación infiere que estos estadísticos pueden estimar la media poblacional ( $\hat{\mu}$ ) y su respectiva desviación típica ( $\hat{\sigma}$ ), utilizando el criterio de que la verdadera

media poblacional está comprendida en el intervalo  $\bar{x} \pm 2s$ , con un 95% de nivel de confianza.

Se trata de encontrar un valor para la media, dentro de este intervalo, que implique la aceptación de la hipótesis nula en la siguiente prueba:

**Ho:** ( $\bar{x} = \mu$ )

**H1:** ( $\bar{x} \neq \mu$ )

Con esto se ahorraría la búsqueda reiterada de la media poblacional, a partir de muestras aleatorias.

3. Determinado el valor medio estimado ( $\hat{\mu}$ ), se calcula la desviación típica estimada ( $\hat{\sigma}$ ), para lo cual se usará la siguiente fórmula:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \hat{\mu})^2}{n}}$$

- donde las  $x_i$  son los promedios de lluvia caída por meses

4. Con la determinación de los valores de  $\hat{\mu}$  y  $\hat{\sigma}$ , se puede entonces calcular la probabilidad de que los meses que se consideren sean lluviosos, normales o malos, mediante los parámetros mensuales obtenidos por valoraciones de expertos en lluvia caída,

5. Para la determinación de las probabilidades correspondientes, se usará la fórmula:

$$Z = \frac{X - \hat{\mu}}{\hat{\sigma}}$$

Donde

$\hat{\mu}$  Es el promedio de lluvia estimada

$\hat{\sigma}$  Es la desviación típica estimada

X Es la cantidad de lluvia que debe caer en los diferentes períodos, para considerar el hecho de que es lluvioso, normal o malo.

6. A través del cálculo de la probabilidad para la clasificación de los meses en lluvioso, normal y malo, puede obtenerse esta misma denominación para el año, con el uso del teorema de la probabilidad total, cuya aplicación se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$P(A_i) = \sum_j P(A_i/H_j) P(H_j)$$

$P(A_i)$  - probabilidad de que se escoja i - ésimo año

$P(H_j)$  - probabilidad de que se escoja el j - ésimo mes

$P(A_i/H_j)$  - probabilidad de que el año sea del tipo i dado el mes j

Conociendo ya esta probabilidad de año lluvioso, normal y malo y también el indicador deseado, que puede tener lugar para estos años, es fácil calcular la esperanza matemática para este parámetro, mediante la siguiente formula:

$$R = \sum x_i p_i$$

$R$  - es el indicador buscado

$x_i$  - es el valor de este indicador para el tipo de año, y  $p_i$  es la probabilidad de ocurrencia del tipo de año i.

### **Experiencia práctica**

Para la implementación práctica, se escogió el agroecosistema zona alta microclima que contienen las entidades cañeras “Sabino Pupo” y “Mejorana”, pertenecientes a la Empresa Azucarera “Paquito Rosales” de la provincia de Santiago de Cuba.

Se parte del conocimiento de los valores de lluvia “X” de los meses decisivos en el crecimiento de la caña, para el cálculo del rendimiento agrícola esperado en cualquier tipo de variedad-cepa. Estos valores se determinaron mediante la opinión de expertos del MINAZ, según la clasificación de lluviosos, normales o malos.

A continuación se realizan los pasos antes mencionados, se obtuvieron los siguientes resultados:

Empresa Azucarera “Paquito Rosales”  
Probabilidad de clasificación de los meses

Agroecosistema “Zona Alta Microclima”

**Tabla 1**

<b>Clasificación</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>
<b>Normal</b>	0.43	0.48	0.54	0.24	0.18	0.10	0.08	0.04	0.18	0.04	0.46	0.00
<b>Lluvioso</b>	0.08	0.15	0.06	0.12	0.16	0.14	0.12	0.09	0.14	0.07	0.02	0.00
<b>Malo</b>	0.49	0.37	0.40	0.64	0.66	0.76	0.80	0.87	0.68	0.89	0.52	1.00

Fuente: Elaboración propia del autor

Al aplicar el teorema de la probabilidad total se obtiene la probabilidad de que el año sea lluvioso, normal o malo, como se presenta en la tabla # 2.

Empresa Azucarera “Paquito Rosales”  
 Probabilidad de clasificación de los años  
 Agroecosistema “Zona Alta Microclima”

**Tabla 2**

<b>Clasificación de los años</b>	<b>Probabilidad de Lluvia</b>	
	Asociada al rendimiento agrícola	Asociada al rendimiento industrial
Normal	0.10	0.3599
Lluvioso	0.12	0.0709
Malo	0.78	0.5692

Fuente: Elaboración propia del autor

Con estos elementos, se calculan los rendimientos agrícolas e industriales esperados para las diferentes cepas en el agroecosistema zona alta microclima de la EA “Paquito Rosales”:

Empresa Azucarera “Paquito Rosales”  
 Rendimiento Agrícola (t/ha) esperado para las diferentes cepas  
 Agroecosistema “Zona Alta Microclima”

**Tabla 3**

<b>Cepas</b>	<b>Normal</b>	<b>Malo</b>	<b>Lluvioso</b>	<b>Rendimiento agrícola esperado</b>
Primavera quedada	60.9	43.5	66.99	48.1
Retoño quedado	41.2	29.4	45.32	32.5
Frío	53.5	38.2	58.85	42.2
Soca	46	32.9	50.6	36.3
Retoño	41	29.3	45.1	32.4
Probabilidad de año	<b>0.10</b>	<b>0.78</b>	<b>0.12</b>	

Fuente: Elaboración propia del autor

Empresa Azucarera "Paquito Rosales"

Rendimiento Industrial (%) esperado para las diferentes cepas

Agroecosistema "Zona Alta Microclima"

**Tabla 4**

	<b>Normal</b>	<b>Malo</b>	<b>Lluvioso</b>	<b>Rendimiento Industrial Esperado</b>
Primavera quedada	14.6	13.3	16.79	14.0
Retoño quedado	13.8	12.5	15.87	13.2
Frío	14.8	13.5	17.02	14.2
Soca	13.2	12.0	15.18	12.7
Retoño	11.2	10.2	12.88	10.7
Probabilidad de año	0.3	0.6	0.1	

Fuente: Elaboración propia del autor

Estos indicadores permiten ser utilizados en la planificación perspectiva de la zafra, en los cálculos de la producción azucarera, con una mayor precisión; así como para otros indicadores derivados en el proceso de la toma de decisiones.

### **CONCLUSIONES**

Mediante la aplicación de los métodos estadísticos, matemáticos y la computación, se puede calcular la probabilidad de ocurrencia de que un mes cualquiera pueda ser clasificado como lluvioso, normal y malo, esto a su vez admite hacer extensiva la misma denominación para el año.

Mediante la determinación de las probabilidades de ocurrencia de que el año sea lluvioso, normal o malo, se pueden evaluar de una forma más precisa, los rendimientos agrícolas e industriales de la caña, parámetros esenciales para la



verificación de los estimados cañeros y de la producción de azúcar de las empresas que se dedican a esta actividad.

### **RECOMENDACIONES**

Utilización de esta metodología y procedimientos para el cálculo de otros indicadores agrícolas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Estadísticas Seleccionadas de Cuba 2001. Oficina Nacional de Estadística. La Habana.
2. Ferrán Aranaz, Magdalena. SPSS para Windows análisis estadístico. 2001. Editorial McGraw-Hill.
3. Guerra Bustillo, Caridad W. Estadística Matemática. 2004. Editorial Félix Varela. La Habana
4. Karmele Fernández Aguirre; Eva Ferreira García; María Jesús Bárcena Ruiz. Elementos de probabilidad y estadística descriptiva. 2003. Universidad del País Vasco.
5. Morales Luque, Antonio; Aguilar Peña, Concepción; Amor Pulido, Raúl. Estadística aplicada. 2005. Grupo Editorial Universitario (Granada).
6. Páginas WEB en Internet hasta el 2007.
7. Pértegas Díaz, S., Pita Fernández, S. La distribución normal. 2001. A Coruña. España
8. Romero, A. Luís; Graña, R. Cabrera. Modelos para el cálculo de la lluvia efectiva y su aplicación en caña de azúcar. 2003. Ciudad Habana, Cuba.