

# **TIPOLOGÍA DE INGENIOS AZUCAREROS Y ZONAS DE ABASTO EN MÉXICO**

**Comité Nacional para el Desarrollo Sustentable  
de la Caña de Azúcar (CONADESUCA)**

**Dirección de Eficiencia Productiva  
Abril de 2014**

## Objetivo general

Contar con una tipología de los ingenios y zonas de abasto con base en sus niveles de eficiencia que sirva para enfocar acciones o medidas de política sectorial.

## Objetivo específico

Clasificar a los ingenios y sus zonas de abasto de acuerdo a los parámetros más importantes de eficiencia de campo y fábrica disponibles en las bases de datos del CONADESUCA (2007-2013).

- Sistematizar la información referente a los principales parámetros de campo y fábrica.
- Llevar a cabo un análisis estadístico para obtener grupos formados con características homogéneas en cada uno de ellos. La técnica a utilizar será el análisis de clústeres/conglomerados en dos etapas.
- Realizar la descripción de los resultados.
- Utilización de los resultados en el enfoque de acciones o políticas en los ingenios y zonas de abasto.

- KARBE/t caña neta (kg)
- Consumo de petróleo en molienda (L)
- Rendimiento en campo (t/ha)
- Costo de producción (\$/t)
- Índice de sustentabilidad en fábrica
- Índice de sustentabilidad en campo

# MODELO CLÚSTER DE FÁBRICA



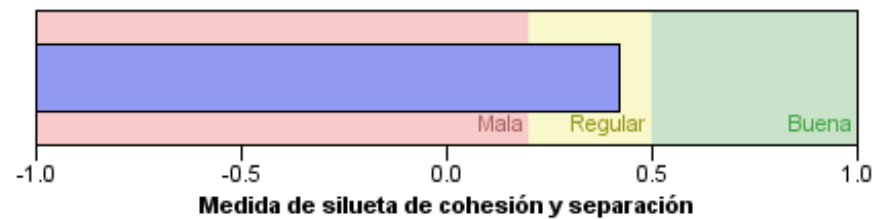
## TWOSTEP CLUSTER

```
/CONTINUOUS VARIABLES=KRTNCANE INSUFAB_1 CONPETMO_1  
/DISTANCE LIKELIHOOD  
/NUMCLUSTERS FIXED=3  
/HANDLENOISE 0  
/MEMALLOCATE 64  
/CRITERIA INITHRESHOLD(0) MXBRANCH(8) MXLEVEL(3)  
/VIEWMODEL DISPLAY=YES  
/SAVE VARIABLE=TSC_8591.
```

## Resumen de modelo

|               |           |
|---------------|-----------|
| Algoritmo     | Bietápico |
| Entradas      | 3         |
| Conglomerados | 3         |

## Calidad de conglomerado



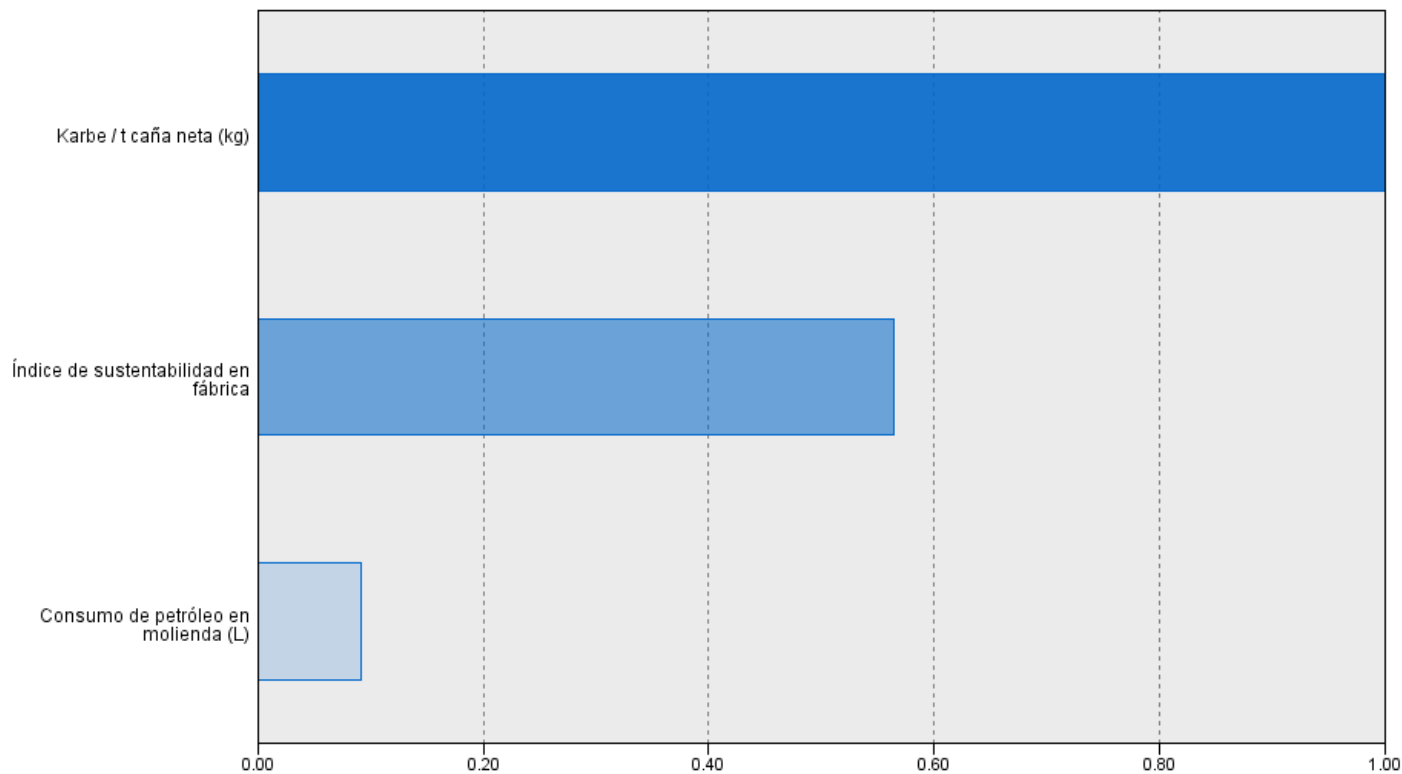
# PREDICTOR CLÚSTER DE FÁBRICA



**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



Importancia del predictor



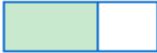
Menor importancia

Mayor importancia

## Conglomerados

Importancia de entrada (predictor)



| Conglomerado | 1                                                                                               | 2                                                                                                | 3                                                                                                |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Etiqueta     |                                                                                                 |                                                                                                  |                                                                                                  |
| Descripción  |                                                                                                 |                                                                                                  |                                                                                                  |
| Tamaño       |  61.1%<br>(33) |  24.1%<br>(13) |  14.8%<br>(8) |
| Entradas     | KARBE /TON CAÑA<br>NETA (KG)<br>118.37                                                          | KARBE /TON CAÑA<br>NETA (KG)<br>124.62                                                           | KARBE /TON CAÑA<br>NETA (KG)<br>100.48                                                           |
|              | ÍNDICE DE<br>SUSTENTABILIDAD<br>EN FABRICA<br>1.02                                              | ÍNDICE DE<br>SUSTENTABILIDAD<br>EN FABRICA<br>1.45                                               | ÍNDICE DE<br>SUSTENTABILIDAD<br>EN FABRICA<br>1.11                                               |
|              | CONSUMO DE<br>PETRÓLEO EN<br>MOLIENDA (LT)<br>3488561.24                                        | CONSUMO DE<br>PETRÓLEO EN<br>MOLIENDA (LT)<br>2729616.69                                         | CONSUMO DE<br>PETRÓLEO EN<br>MOLIENDA (LT)<br>6325473.36                                         |

# RECLASIFICACIÓN CLÚSTER DE FÁBRICA



## CLÚSTER 1

| Nivel alto                                       | Nivel medio                          | Nivel bajo               |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| Consumo de petróleo en la molienda (lt)          | Índice de sustentabilidad en fábrica | Karbe/ton caña neta (kg) |
| <b>Clasificación: Eficiencia Baja en Fábrica</b> |                                      |                          |

## CLÚSTER 2

| Nivel alto                                        | Nivel medio                                                         | Nivel bajo                           |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|                                                   | Karbe/ton caña neta (kg)<br>Consumo de petróleo en la molienda (lt) | Índice de sustentabilidad en fábrica |
| <b>Clasificación: Eficiencia Media en Fábrica</b> |                                                                     |                                      |

## CLÚSTER 3

| Nivel alto                                                       | Nivel medio | Nivel bajo                              |
|------------------------------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|
| Karbe/ton caña neta (kg)<br>Índice de sustentabilidad en fábrica |             | Consumo de petróleo en la molienda (lt) |
| <b>Clasificación: Eficiencia Alta en Fábrica</b>                 |             |                                         |

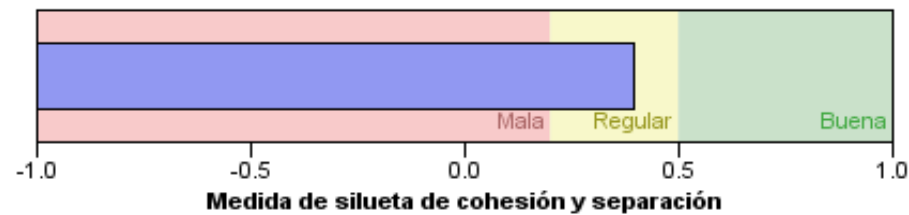
## TWOSTEP CLUSTER

```
/CONTINUOUS VARIABLES=RENDCAMP INSUSCAM_1 COSPRTON  
/DISTANCE LIKELIHOOD  
/NUMCLUSTERS FIXED=3  
/HANDLENOISE 0  
/MEMALLOCATE 64  
/CRITERIA INITHRESHOLD(0) MXBRANCH(8) MXLEVEL(3)  
/VIEWMODEL DISPLAY=YES  
/SAVE VARIABLE=TSC_9524.
```

## Resumen de modelo

|               |           |
|---------------|-----------|
| Algoritmo     | Bietápico |
| Entradas      | 3         |
| Conglomerados | 3         |

## Calidad de conglomerado



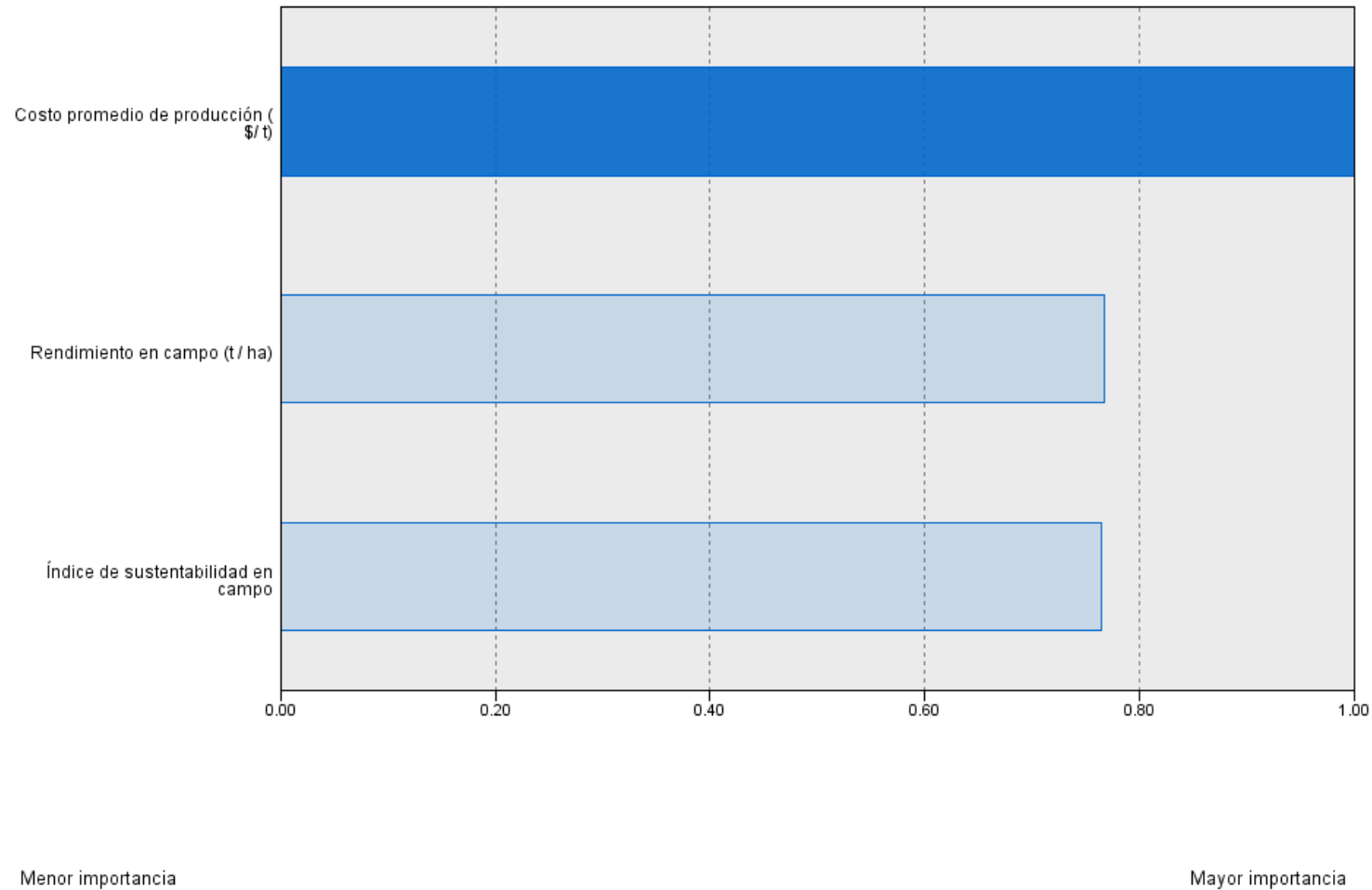
# PREDICTOR CLÚSTER DE CAMPO



**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



Importancia del predictor



# CONGLOMERADOS CLÚSTER DE CAMPO



**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



## Conglomerados

Importancia de entrada (predictor)

1.0 0.8 0.6 0.4 0.2 0.0

| Conglomerado | 1                                               | 3                                               | 2                                               |
|--------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Etiqueta     |                                                 |                                                 |                                                 |
| Descripción  |                                                 |                                                 |                                                 |
| Tamaño       | 38.9%<br>(21)                                   | 31.5%<br>(17)                                   | 29.6%<br>(16)                                   |
| Entradas     | COSTO PROMEDIO DE PRODUCCION (\$/TON)<br>475.52 | COSTO PROMEDIO DE PRODUCCION (\$/TON)<br>343.06 | COSTO PROMEDIO DE PRODUCCION (\$/TON)<br>359.00 |
|              | RENDIMIENTO EN CAMPO (TON/HA)<br>58.36          | RENDIMIENTO EN CAMPO (TON/HA)<br>84.90          | RENDIMIENTO EN CAMPO (TON/HA)<br>78.72          |
|              | ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD EN CAMPO<br>1.04      | ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD EN CAMPO<br>1.52      | ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD EN CAMPO<br>0.93      |

# RECLASIFICACIÓN CLÚSTER DE CAMPO



## CLÚSTER 1

| Nivel alto                      | Nivel medio                        | Nivel bajo                    |
|---------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| Costo de producción (\$/ton)    | Índice de sustentabilidad en campo | Rendimiento en campo (ton/ha) |
| <b>Eficiencia Baja en Campo</b> |                                    |                               |

## CLÚSTER 2

| Nivel alto                                      | Nivel medio                                                   | Nivel bajo                         |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------|
|                                                 | Costo de producción (\$/ton)<br>Rendimiento en campo (ton/ha) | Índice de sustentabilidad en campo |
| <b>Clasificación: Eficiencia Media en Campo</b> |                                                               |                                    |

## CLÚSTER 3

| Nivel alto                                                          | Nivel medio | Nivel bajo                   |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------|
| Rendimiento en campo (ton/ha)<br>Índice de sustentabilidad en campo |             | Costo de producción (\$/ton) |
| <b>Clasificación: Eficiencia Alta en Campo</b>                      |             |                              |

# MODELO CLÚSTER DE FÁBRICA Y CAMPO



TWOSTEP CLUSTER

/CONTINUOUS VARIABLES=RENDCAMP INSUGRAL\_1 KRTNCANE

CONPETMO\_1 COSPRTON

/DISTANCE LIKELIHOOD

/NUMCLUSTERS FIXED=3

/HANDLENOISE 0

/MEMALLOCATE 64

/CRITERIA INITHRESHOLD(0) MXBRANCH(8) MXLEVEL(3)

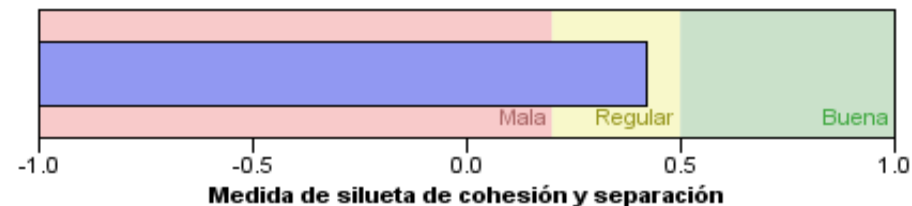
/VIEWMODEL DISPLAY=YES

/SAVE VARIABLE=TSC\_9142.

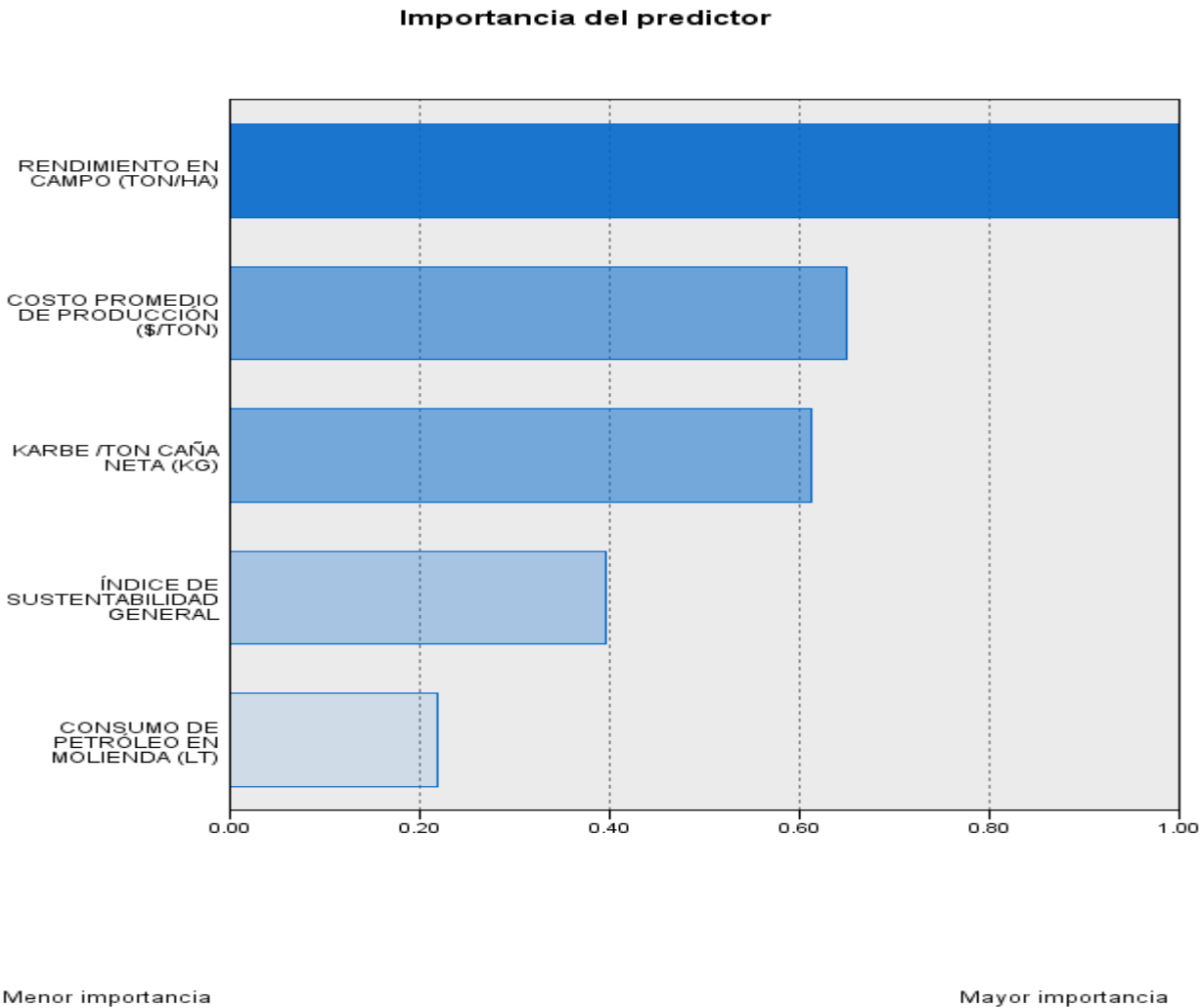
## Resumen de modelo

|               |           |
|---------------|-----------|
| Algoritmo     | Bietápico |
| Entradas      | 5         |
| Conglomerados | 3         |

## Calidad de conglomerado



# PREDICTOR CLÚSTER DE FÁBRICA Y CAMPO



# CONGLOMERADOS CLÚSTER DE FÁBRICA Y CAMPO



## Conglomerados

Importancia de entrada (predictor)



| Conglomerado | 2                                                              | 3                                                              | 1                                                              |
|--------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Etiqueta     |                                                                |                                                                |                                                                |
| Descripción  |                                                                |                                                                |                                                                |
| Tamaño       | <div><div></div></div> <div>48.1%<br/>(26)</div>               | <div><div></div></div> <div>38.9%<br/>(21)</div>               | <div><div></div></div> <div>13.0%<br/>(7)</div>                |
| Entradas     | <div>RENDIMIENTO EN CAMPO (TON/HA)<br/>86.49</div>             | <div>RENDIMIENTO EN CAMPO (TON/HA)<br/>58.57</div>             | <div>RENDIMIENTO EN CAMPO (TON/HA)<br/>64.25</div>             |
|              | <div>COSTO PROMEDIO DE PRODUCCIÓN (\$/TON)<br/>343.88</div>    | <div>COSTO PROMEDIO DE PRODUCCIÓN (\$/TON)<br/>460.62</div>    | <div>COSTO PROMEDIO DE PRODUCCIÓN (\$/TON)<br/>421.14</div>    |
|              | <div>KARBE /TON CAÑA NETA (KG)<br/>120.42</div>                | <div>KARBE /TON CAÑA NETA (KG)<br/>118.53</div>                | <div>KARBE /TON CAÑA NETA (KG)<br/>101.45</div>                |
|              | <div>ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD GENERAL<br/>2.53</div>          | <div>ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD GENERAL<br/>2.21</div>          | <div>ÍNDICE DE SUSTENTABILIDAD GENERAL<br/>1.67</div>          |
|              | <div>CONSUMO DE PETRÓLEO EN MOLIENDA (LT)<br/>2343349.07</div> | <div>CONSUMO DE PETRÓLEO EN MOLIENDA (LT)<br/>4241716.60</div> | <div>CONSUMO DE PETRÓLEO EN MOLIENDA (LT)<br/>7315457.18</div> |

# RECLASIFICACIÓN CLÚSTER DE FÁBRICA Y CAMPO



## CLÚSTER 1

| Nivel alto                                               | Nivel medio                                                                                                         | Nivel bajo                    |
|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Costo de producción (\$/ton)                             | Karbe/ton caña neta (kg)<br>Índice de sustentabilidad en fábrica y campo<br>Consumo de petróleo en la molienda (lt) | Rendimiento en campo (ton/ha) |
| <b>Clasificación: Eficiencia Baja en Fábrica y Campo</b> |                                                                                                                     |                               |

## CLÚSTER 2

| Nivel alto                                                | Nivel medio                                                   | Nivel bajo                                                                  |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Consumo de petróleo en la molienda (lt)                   | Rendimiento en campo (ton/ha)<br>Costo de producción (\$/ton) | Karbe/ton caña neta (kg)<br>Índice de sustentabilidad en<br>fábrica y campo |
| <b>Clasificación: Eficiencia Media en Fábrica y Campo</b> |                                                               |                                                                             |

## CLÚSTER 3

| Nivel alto                                                                                                | Nivel medio | Nivel bajo                                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Rendimiento en campo (ton/ha)<br>Karbe/ton caña neta (kg)<br>Índice de sustentabilidad en fábrica y campo |             | Costo de producción (\$/ton)<br>Consumo de petróleo en la molienda (lt) |
| <b>Clasificación: Eficiencia Alta en Fábrica y Campo</b>                                                  |             |                                                                         |

# CLASIFICACIÓN DE INGENIOS POR CLÚSTER



**SAGARPA**  
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,  
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,  
PESCA Y ALIMENTACIÓN



\*Base promedio 2007-2013\_definitiva.sav [Conjunto\_de\_datos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Edición Ver Datos Transformar Analizar Marketing directo Gráficos Utilidades Ventana Ayuda

8 : TSC\_9142 3 Visible: 44 de 44 variables

|    | INSUFAB | INSUGRAL | COSPRTON | INSUSCAM_1 | INSUFAB_1 | INSUGRAL_1 | CONPETMO_1  | RENDCAMP | RDAZUHA | TSC_8591 | TSC_9524 | TSC_9142 |
|----|---------|----------|----------|------------|-----------|------------|-------------|----------|---------|----------|----------|----------|
| 1  | .84     | 1.06     | 553.00   | .22        | .84       | 1.06       | 709922.71   | 48.25    | 4.22    | 1        | 1        | 2        |
| 2  | .       | .        | 471.00   | 1.16       | 1.13      | 2.29       | 10529618.43 | 67.92    | 6.70    | 1        | 1        | 2        |
| 3  | .56     | 1.34     | 394.00   | .78        | .56       | 1.34       | 2264898.29  | 55.88    | 4.76    | 1        | 1        | 2        |
| 4  | .95     | 2.13     | 382.00   | 1.18       | .95       | 2.13       | 26524660.71 | 55.78    | 5.66    | 1        | 1        | 2        |
| 5  | .86     | 1.12     | 445.00   | .26        | .86       | 1.12       | 1694242.57  | 86.45    | 8.05    | 1        | 2        | 2        |
| 6  | 1.00    | 1.64     | 365.00   | .64        | 1.00      | 1.64       | 5496344.14  | 70.65    | 6.34    | 1        | 2        | 2        |
| 7  | 1.92    | 3.12     | 365.00   | 1.20       | 1.92      | 3.12       | 1563797.50  | 91.61    | 8.34    | 1        | 2        | 3        |
| 8  | 1.62    | 2.98     | 321.00   | 1.36       | 1.62      | 2.98       | 1820302.50  | 96.55    | 9.20    | 1        | 3        | 3        |
| 9  | .       | .        | 450.00   | 1.16       | 1.13      | 2.29       | 6164793.71  | 60.29    | 6.85    | 2        | 1        | 1        |
| 10 | 1.02    | 2.26     | 412.00   | 1.24       | 1.02      | 2.26       | 1185624.60  | 49.71    | 5.87    | 2        | 1        | 1        |
| 11 | .       | .        | 405.00   | 1.16       | 1.13      | 2.29       | 4781439.29  | 65.47    | 7.31    | 2        | 1        | 1        |
| 12 | 1.10    | 2.44     | 502.00   | 1.34       | 1.10      | 2.44       | 3726135.64  | 59.87    | 6.37    | 2        | 1        | 1        |
| 13 | 1.04    | 2.34     | 470.00   | 1.30       | 1.04      | 2.34       | 3970585.43  | 65.54    | 6.85    | 2        | 1        | 1        |
| 14 | .82     | 2.46     | 462.00   | 1.64       | .82       | 2.46       | 3726135.64  | 57.15    | 6.35    | 2        | 1        | 1        |
| 15 | .65     | 1.33     | 669.00   | .68        | .65       | 1.33       | 4106576.29  | 46.73    | 5.09    | 2        | 1        | 1        |
| 16 | 1.24    | 1.84     | 436.00   | .60        | 1.24      | 1.84       | 3944017.14  | 63.83    | 7.16    | 2        | 1        | 1        |
| 17 | .68     | 1.72     | 539.00   | 1.04       | .68       | 1.72       | 2904145.83  | 51.31    | 5.36    | 2        | 1        | 1        |
| 18 | .86     | 1.78     | 417.00   | .92        | .86       | 1.78       | 5787182.86  | 63.30    | 6.85    | 2        | 1        | 1        |
| 19 | .       | .        | 495.00   | 1.16       | 1.13      | 2.29       | 5070772.00  | 65.45    | 6.96    | 2        | 1        | 1        |
| 20 | 1.10    | 2.74     | 522.00   | 1.64       | 1.10      | 2.74       | 3726135.64  | 56.94    | 5.58    | 2        | 1        | 1        |
| 21 | .70     | 1.48     | 517.00   | .78        | .70       | 1.48       | 3986001.20  | 55.93    | 5.94    | 2        | 1        | 1        |
| 22 | .       | .        | 574.00   | 1.16       | 1.13      | 2.29       | 9127218.33  | 57.34    | 6.58    | 2        | 1        | 1        |
| 23 | 1.02    | 2.08     | 338.00   | 1.06       | 1.02      | 2.08       | 3988513.43  | 64.85    | 6.46    | 2        | 2        | 2        |
| 24 | .       | .        | 330.00   | 1.16       | 1.13      | 2.29       | 2258009.83  | 77.62    | 9.03    | 2        | 2        | 3        |
| 25 | 1.02    | 1.86     | 368.00   | .84        | 1.02      | 1.86       | 1774863.29  | 89.83    | 10.29   | 2        | 2        | 3        |
| 26 | .       | .        | 411.00   | 1.16       | 1.13      | 2.29       | 485329.25   | 81.73    | 8.23    | 2        | 2        | 3        |
| 27 | 1.28    | 2.26     | 361.00   | .98        | 1.28      | 2.26       | 83716.00    | 74.61    | 8.44    | 2        | 2        | 3        |
| 28 | .72     | 1.70     | 370.00   | .98        | .72       | 1.70       | 3919671.43  | 77.04    | 8.94    | 2        | 2        | 3        |
| 29 | .99     | 1.83     | 383.00   | .84        | .99       | 1.83       | 76124.67    | 94.64    | 10.91   | 2        | 2        | 3        |
| 30 | .       | .        | 279.00   | 1.16       | 1.13      | 2.29       | 1542046.71  | 69.17    | 8.12    | 2        | 2        | 3        |
| 31 | 1.08    | 1.74     | 381.00   | .66        | 1.08      | 1.74       | 1510771.71  | 77.84    | 8.46    | 2        | 2        | 3        |
| 32 | .92     | 2.56     | 365.00   | 1.64       | .92       | 2.56       | 4638280.57  | 54.25    | 5.52    | 2        | 3        | 1        |
| 33 | .86     | 2.24     | 335.00   | 1.38       | .86       | 2.24       | 5165967.29  | 53.47    | 6.04    | 2        | 3        | 1        |
| 34 | 1.02    | 2.62     | 388.00   | 1.60       | 1.02      | 2.62       | 4971240.43  | 57.01    | 6.90    | 2        | 3        | 1        |
| 35 | 1.12    | 2.90     | 389.00   | 1.78       | 1.12      | 2.90       | 3819151.86  | 70.26    | 7.74    | 2        | 3        | 3        |

Vista de datos Vista de variables

IBM SPSS Statistics Processor está listo

ES

05:51 p.m.  
08/04/2014

# TIPOLOGÍA DE INGENIOS Y ZONAS DE ABASTO



|                       |                     | Baja                                                                                                                                                                                                                                          | Media                                                                                                          | Alta                                                                                                                                                               |
|-----------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EFICIENCIA EN FÁBRICA | Alta                | CENTRAL PROGRESO<br>JOSÉ MA. MORELOS<br>LA MARGARITA                                                                                                                                                                                          | EL MOLINO<br>EL POTRERO<br>LÁZARO CÁRDENAS<br>SANTA CLARA                                                      | ATENCINGO<br>CASASANO<br>LA FE<br>QUESERÍA<br>SAN MIGUEL DEL NARANJO<br>TAMAZULA                                                                                   |
|                       | Media               | ADOLFO LÓPEZ MATEOS<br>ALIANZA POPULAR<br>CENTRAL MOTZORONGO<br>CONSTANCIA<br>EL MANTE<br>EL REFUGIO<br>LA JOYA<br>LA PROVIDENCIA<br>BENITO JUÁREZ<br>SAN JOSÉ DE ABAJO<br>SAN NICOLÁS<br>SAN RAFAEL DE PUCTÉ<br>SANTA ROSALÍA<br>TRES VALLES | BELLAVISTA<br>EL MODELO<br>HUIXTLA<br>MAHUIXTLÁN<br>PÁNUCO<br>PEDERNALES<br>PUGA<br>SAN MIGUELITO<br>SAN PEDRO | AARÓN SÁENZ GARZA<br>CUATOTOLAPAM<br>EL HIGO<br>EMILIANO ZAPATA<br>TALA<br>LA GLORIA<br>MELCHOR OCAMPO<br>PLAN DE AYALA<br>PLAN DE SAN LUIS<br>SAN FRANCISCO AMECA |
|                       | Baja                | AZSUREMEX<br>EL CARMEN<br>NUEVO SAN FRANCISCO<br>SAN CRISTÓBAL                                                                                                                                                                                | CALIPAM<br>LA PRIMAVERA<br>LOS MOCHIS                                                                          | ELDORADO                                                                                                                                                           |
|                       |                     | Baja                                                                                                                                                                                                                                          | Media                                                                                                          | Alta                                                                                                                                                               |
|                       | EFICIENCIA EN CAMPO |                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                |                                                                                                                                                                    |

## FÁBRICA

- 13 ingenios (24%) con alta eficiencia
- 33 ingenios (61%) con eficiencia media
- 8 ingenios (15%) con baja eficiencia

## CAMPO

- 17 ingenios (31%) con alta eficiencia
- 16 ingenios (30%) con eficiencia media
- 21 ingenios (39%) con baja eficiencia

## MÁS Y MENOS EFICIENTES

- 6 ingenios (11%) con alta eficiencia tanto en fábrica como en campo
- 4 ingenios (7%) con baja eficiencia tanto en fábrica como en campo