

EFICIENCIA TÉCNICA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE CRUDA EN LA PROVINCIA DE SANTA FE

ANA LAURA CHARA
Instituto de Economía Aplicada del Litoral (IECAL)-FCE/UNL
achara@fce.unl.edu.ar

Fecha recepción: Febrero 2019 - Fecha aprobación: Abril 2019

RESUMEN

El objetivo del trabajo es identificar áreas eficientes en la producción de leche cruda en la provincia de Santa Fe, mediante la utilización de una metodología no paramétrica, el análisis envolvente de datos. Dicho análisis, se realiza utilizando cinco variables insumos (total de cabezas del tambo, total de vacas ordeño, total de vacas secas, total de tambos y total de hectáreas destinadas a pastoreo) y dos variables producto (el ingreso bruto por departamento y la cantidad producida al 30 de junio). El análisis se orienta a insumos y se calcula la eficiencia global de los sistemas productivos en el año 2003. Además, se calcula la eficiencia técnica pura, para identificar aquellas unidades con ineficiencia de escala. Posteriormente, se repite el estudio con datos de 2014 y 2016 para evaluar eficiencia a través del tiempo. El departamento provincial General López, se caracteriza por ser eficiente en todos los períodos, tradicionalmente seguido por Iriondo y San Martín. En el último año evaluado, el segundo y tercer lugar lo ocupan Vera y San Javier. Todos los departamentos que resultan ineficientes presentan ineficiencias de escala por encontrarse operando con retornos crecientes o decrecientes a escala.

PALABRAS CLAVE: Análisis de la Envolvente de Datos (DEA) - Provincia de Santa Fe – Producción de leche - Eficiencia

ABSTRACT

The aim of this work is to identify efficient raw milk production areas in Santa Fe (Argentina), by using the Data Envelopment Analysis (DEA), which is a non-parametric methodology. The analysis is carried out using five inputs and two outputs. The inputs we use are: total dairy animals, total milking cows, dry cows, total dairy farms and total amount of grazing hectares. The output variables are: gross income by locality and milk quantity produce on June 30. The DEA is input-orientated and the CRS efficiency is calculated in 2003. In addition, we compute the VRS efficiency to identify scale inefficiency. Then, to evaluate efficiency over time, we replicate the DEA analysis for 2014 and 2016. The most efficient locality is General López, traditionally followed by Iriondo and

San Martín. Nowadays, Vera and San Javier are the second and the third most efficient localities in milk production. All inefficient localities in Santa Fe have problems with scale. Some of them have increasing returns to scale, while some other have decreasing returns to scale.

KEY WORDS: Data Envelopment Analysis (DEA) – Santa Fe province – Milk Production - Efficiency

1. INTRODUCCIÓN

La producción láctea en Argentina se encuentra mayormente ubicada en la Región Pampeana del país. Dicha región comprende las provincias de Santa Fe, Córdoba, Buenos Aires, Entre Ríos y La Pampa, siendo las primeras cuatro, las mayores productoras lácteas. Tanto la producción de materias primas, como el agregado de valor en la conversión a productos finales y la exportación de los mismos se encuentra casi en su totalidad en los territorios nombrados (Depetris Guiguet, Rossini, García Arancibia y Vicentin Masaro, 2011).

Tradicionalmente, la provincia de Santa Fe lideró los niveles productivos, los valores industriales y el comercio exterior de los productos lácteos hasta el año 2000, luego, la producción santafecina fue superada por la cantidad producida en la provincia de Córdoba, valor que actualmente se mantiene. Seguidamente, se encuentran las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos, en cuanto a litros de leche cruda producidos.

Actualmente, a nivel país se superan los 11 mil millones de litros de leche cruda total producidos. El 26% procede de la provincia de Santa Fe y el 29% de Córdoba (SIIA, 2018). Al comparar los niveles productivos de dichas provincias en las últimas dos décadas, es posible observar que las oscilaciones en litros producidos eran similares hasta el año 2002, luego, la provincia de Córdoba adoptó un comportamiento destacado, dejando en segundo lugar a Santa Fe. Una hipótesis explicativa a este hecho brindada por Depetris Guiguet et al. (2011) podría referir la mayor producción cordobesa a cuestiones técnicas de los sistemas productivos; de mayor escala, uso de reservas y suplementación balanceada en Córdoba, mientras que Santa Fe condiciona su producción a factores ambientales (lluvias, sequías, granizo). En relación a las demás provincias productoras, se puede observar un lento pero sostenido crecimiento en cantidad producida.

Políticamente, la provincia de Santa Fe se encuentra dividida en 19 departamentos y ambientalmente en tres zonas (Norte, Centro y Sur). Dos cuencas lecheras de suma importancia para Latinoamérica se alojan en Santa Fe, la zona central, que reúne el 90% de la producción de leche y la zona sur que alcanza el restante 10% (Depetris Guiguet, García Arancibia, Rossini, Vicentin Masaro y Coronel, 2013). Siendo la

zona sur la región que concentra los mejores suelos del país, la lechería compite no solo con la producción agrícola extensiva sino también con la ganadería intensiva por el uso del suelo.

En referencia a la eficiencia del sector primario, Depetris Guiguet et al. (2013) encuentran una gran dispersión en el tamaño y en la productividad de los sistemas lecheros santafecinos. Si bien la competitividad a nivel industria resulta de todos los integrantes de la cadena, el sector productor de leche cruda, por ser el primer eslabón de la cadena, es de considerada importancia. En este sentido, se evidencia a través de los años una reducción en la cantidad de establecimientos lecheros, sin que esto resulte en una merma en la cantidad de vacas en ordeño. Dicha situación refleja el proceso de concentración de capital productivo que ha tenido lugar a través de los años en el sector lácteo.

A nivel productor, la eficiencia radica en la mejor combinación de factores productivos que logran maximizar los beneficios. Los indicadores de eficiencia constituyen una herramienta para el análisis del predio productivo. En este sentido, medidas como la cantidad de litros por vaca en ordeño o la cantidad de vacas por hectárea productiva podrían reflejar eficiencia pero de forma parcial, sumando el inconveniente de que al mejorar un indicador se podría estar afectando otro (Stokes, Tozer y Hyde, 2007).

Otro tipo de herramienta que logra medir la eficiencia del sistema productivo como un todo, es el uso del Análisis Envolvente de Datos (DEA¹) el cual permite trabajar con varios insumos y productos. Básicamente, DEA brinda información acerca de la eficiencia obtenida por cada unidad analizada a partir de la cantidad de insumos y productos que utiliza en el proceso productivo. A su vez, las unidades son comparadas entre ellas para determinar un ranking de eficiencia.

En relación a lo expuesto anteriormente, este trabajo intenta identificar aquellas regiones santafecinas más eficientes en la producción de leche. Por medio de la utilización de datos a nivel departamental, se plantea un modelo DEA. Tales regiones pueden ser posteriormente utilizadas como referentes, tanto a nivel predial, en pos de mejorar la eficiencia del sistema productivo, como a nivel regional, para la evaluación de políticas dirigidas al sector que fomenten la competitividad santafecina y, finalmente, a nivel nacional, para el impulso de políticas de amplio espectro.

2. METODOLOGÍA

2.1 Eficiencia Utilizando el modelo DEA

¹ Data Envelopment Analysis

El estudio de eficiencia a nivel provincia, desagregado por departamentos políticos se lleva a cabo por medio de la utilización del Análisis Envolvente de Datos (DEA). Tal herramienta consiste en un método basado en la programación lineal que evalúa la eficiencia de las denominadas Unidades de Toma de Decisión (DMU²). Las ventajas de este método no paramétrico radica en la posibilidad de considerar múltiples insumos y múltiples productos sin la formulación de supuestos sobre la distribución de los datos (Lee y Ji, 2010), de forma tal que se construye un índice de eficiencia total de los factores (Coelli, Rao, O'Donnell y Battese, 2005).

Los modelos DEA pueden ser orientados a insumos o a productos. En el primer caso, la eficiencia es medida en sentido tal que se minimizan los insumos utilizados produciendo al menos los niveles dados de producto. Cuando DEA se orienta a productos, se pone especial énfasis en obtener la mayor cantidad de producto total, dado la cantidad de insumos de cada unidad.

Originalmente, la medición de la eficiencia propuesta por Charnes, Cooper y Rhodes (1978) consideraba que todas las unidades se encontraban operando a su escala óptima de eficiencia, es decir, se consideraban retornos a escala constante (CRS³). Posteriormente, surge un modelo que, utilizando DEA, logra descomponer la eficiencia en término de escala y eficiencia técnica pura. Dicho modelo, propuesto por Banker, Charnes y Cooper (1984) analiza la eficiencia en términos de retornos variables a escala (VRS⁴), es decir, identificando aquellas unidades que se encuentran operando con retornos crecientes o decrecientes a escala. Considerando el proceso de concentración de capital que se evidencia a través de los años en la región santafecina, en este trabajo se utilizan los dos tipos de medidas para poder analizar ineficiencias en torno a la escala de producción.

Inicialmente, DEA construye una hipotética frontera de producción formada por las unidades más productivas. La eficiencia se mide en términos de cambios proporcionales en insumos o productos (Lee y Ji, 2010). Gráficamente, la medida de eficiencia es la distancia relativa del valor de productividad de una unidad en particular a la frontera productiva y dicho valor de eficiencia se mide en una escala de valores entre 0 y 1.

Una DMU es considerada eficiente en términos de Pareto-Koopsmans cuando se dan simultáneamente dos condiciones: el puntaje proporcionado por DEA es igual a uno y las holguras (variables que permiten transformar todas las restricciones a igualdades) son

² Decision Making Unit

³ Constant Returns to Scale

⁴ Variable Returns to Scale

iguales a cero (Cooper, Seiford y Tone, 2006). Siendo solo la primera condición cumplimentada, la unidad se denomina eficiente débil.

Considerando n DMUs, produciendo m cantidad de productos (outputs) y utilizando s cantidad de insumos (inputs), mientras el modelo primal maximiza el nivel de eficiencia, es decir identifica los pesos u y v que maximizan z (1), el modelo dual (también llamado de la envolvente) determina el índice de eficiencia θ , que permite medir la reducción proporcional en todos los insumos necesaria para alcanzar el input objetivo que surge de calcular $X\lambda$ menos las holguras correspondientes (2).

Siguiendo a Lee y Ji (2010), es posible evaluar eficiencia relativa a la frontera orientada a insumos a partir de la siguiente ecuación

$$\max_{u,v} z = uy_j \tag{1}$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} vx_j &= 1 \\ -vX + uY &\leq 0 \\ v &\geq 0 \\ u &\geq 0 \end{aligned}$$

Siendo u_j (sin restricciones en su signo) dado un conjunto observado de $DMU_s \{DMU_j; j = 1, \dots, n\}$; x_j, y_j vectores de insumo y producto; u, v vectores fila multiplicadores de producto e insumos (ponderadores); y X, Y matrices de insumo y producto.

La forma dual del dicho modelo DEA orientado a insumos, por el cual se busca minimizar el insumo relativo a un producto, sujeto a restricciones sobre las DMU_s se expresa de la siguiente forma

$$\min_{\theta, \lambda} \theta = uy_j \tag{2}$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} \theta x_j - X\lambda &= 0 \\ Y\lambda &\geq y_j \\ \lambda &\geq 0 \end{aligned}$$

Siendo λ un vector semi positivo en \mathbb{R}^k que representa el peso de cada unidad referente y θ una variable valuada en reales que mide eficiencia.

El programa computacional utilizado calcula la ecuación (2) en dos pasos, resolviendo las siguientes ecuaciones

$$\begin{aligned} & \min_{\theta} \theta \\ & \min_{\lambda, s^+, s^-} \sum -s^+ - s^- \\ \text{Sujeto a} & \\ & \theta x_j - X\lambda - s^- = 0 \\ & Y\lambda + s^+ = y_j \\ & \lambda \geq 0 \end{aligned}$$

Donde s^+, s^- son vectores semi positivos en \mathbb{R}^k que representan las holguras (excedentes) de los insumos, λ un vector semi positivo en \mathbb{R}^k que representa los pesos de los referentes y θ una variable valuada en reales.

Por medio de la utilización del software estadístico STATA se calculan los modelos CRS y VRS con los mismos datos. De resultar diferentes las medidas de eficiencia de una DMU específica en un modelo, en comparación con el otro, se considera que dicha unidad tiene ineficiencia de escala. Siendo, la CRS del modelo, la medida de eficiencia global y la VRS del modelo, la medida de eficiencia técnica pura, la diferencia entre estos dos valores resulta en la ineficiencia debido a la escala productiva.

El software utilizado, además, brinda información sobre el tipo de ineficiencia de escala en la que trabaja la DMU. Dicho indicador permite conocer si la unidad se encuentra operando con retornos decrecientes a escala (drs⁵) o crecientes a escala (irs⁶). En el primer caso, el valor arrojado por STATA es de (-1), mientras que en el segundo caso el valor es igual a (1).

2.2 Insumos, Productos e información utilizada

Considerando que las categorías *animales* constituyen un componente fundamental del capital invertido en los sistemas lecheros, que los procesos de concentración a través del tiempo se evidenciaron en esta actividad económica, y que se tiene a disposición los resultados de la Encuesta Ganadera del Gobierno de la Provincia de Santa Fe desde el 2001 hasta el año 2016, es factible evaluar la eficiencia a través del Análisis Envolvente de Datos.

Las variables utilizadas como insumos por departamento provincial son: la cantidad de cabezas totales de categoría tambo (establecimiento productivo lechero), la cantidad de vacas de la categoría Ordeño, la cantidad de vacas en categoría Seca, la cantidad

⁵ Decreasing Returns to Scale

⁶ Increasing Returns to Scale

de tambos y la superficie destinada al pastoreo para animales de tambo.

Especial referencia merece la categoría de vaca seca, ya que se requieren algunos conocimientos técnicos para entender por qué se la incluye como insumo. Ésta categoría hace referencia a aquellas vacas que, estando preñadas, se las deja de ordeñar aproximadamente 60 días antes de la fecha estimada de parto. La actividad de secado responde al tiempo que necesita la glándula mamaria para regenerar los tejidos de secreción de leche, ante la demanda de la nueva lactancia. Dicha categoría y los tiempos en los que se incluye a los animales en ella, responden al manejo eficiente del rodeo total, ya que la vaca seca será la productora de leche en los próximos dos meses, si es que el manejo es adecuado. Tener muchas vacas en esta categoría, podría estar indicando que las vacas no logran tener un período de lactancia eficiente por diferentes razones (alimentación, salud animal, etc) y se podrían estar secando vacas antes de los 60 días al parto. Tener pocas vacas en esta categoría también podría ser negativo en un futuro, ya que de no respetar el tiempo de secado, la vaca comienza tener lactancias de menor cantidad de leche total (De Luca, 2006; Drackley & Dann, 2008)

En cuanto a las variables referidas a los productos se utilizan: la cantidad de leche producida al día 30 de junio de cada año y el ingreso bruto por ventas, dicho valor es calculado como la cantidad total de leche cruda vendida por departamento (dato brindado por la Encuesta Ganadera) multiplicado por el precio recibido por el productor promedio anual, extraído de SIIA (2018).

Las variables utilizadas fueron escogidas en base a la literatura existente sobre eficiencia en el sector lácteo internacional. En este sentido, investigaciones como las de Stokes et. al. (2007), Heshmati y Kumbhakar (1994), Johansson (2005) utilizan datos como: trabajo utilizado (medido por el equivalente a tiempo completo⁷), cantidad de vacas en producción (suma de la cantidad total de vacas por categorías; vaca *ordeño*, vaca *seca*, vaca *preparto*), cantidad de hectáreas destinadas a la actividad lechera, litros producidos y costos a nivel de firma productiva. Este trabajo intenta ser un avance en el sentido de utilizar datos agrupados por departamentos provinciales en Santa Fe.

Finalmente, con el fin de analizar eficiencia de los departamentos provinciales a través del tiempo, es que se corren los

⁷ Medida utilizada en economía americana donde el trabajo a tiempo completo es obtenido dividiendo las horas de trabajo de varios trabajadores a tiempo parcial por la cantidad de horas de un período laboral completo (día, semana, mes, año). En Argentina se podrían utilizar datos de la unidad de trabajo –año (UTA).

modelos CRS y VRS con datos de la encuesta ganadera del año 2003, 2014 y 2016. En cuanto a las divisiones políticas de la provincia, se omite la inclusión del departamento Garay por falta de registro en la encuesta antedicha. En referencia a la elección de los años, distintos criterios se consideran. Si bien sería interesante utilizar años consecutivos para evaluar eficiencia en el tiempo, no todos los datos están completos en la encuesta utilizada, por lo que se eligen años referentes por diferentes motivos. El año 2003 es elegido por ser un año de reacomodamiento luego de la salida de la convertibilidad en el 2001. El año 2014 se tiene en cuenta por haber sido un año muy favorable en cuanto a cuestiones climáticas para todos los sistemas productivos aunque más favorable aún para la agricultura de seco⁸. Es decir, se intenta estudiar la competitividad de las distintas zonas lecheras para hacer frente a las demás producciones agropecuarias en ese año. Finalmente, el año 2016 se elige ya que, además de ser el último año con datos disponibles para observar eficiencia actual, corresponde al año en donde se liberaron algunas cuestiones comerciales en relación al sector productivo (quita de restricción de compra de moneda extranjera y baja de retenciones a los principales cultivos agrícolas). Para información detallada sobre los datos utilizados ver TABLA A11, A12, A13 en ANEXO 1.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las TABLAS 1, 2 y 3 presentan los resultados arrojados por el software una vez corridos los modelos CRS y VRS para el año 2003, 2014 y 2016 respectivamente, enumerados (ranking) según valor de eficiencia obtenido.

Es posible observar que el departamento General López es eficiente en todos los períodos evaluados en sentido de Pareto-Koopmans. Dicho departamento tiene la particularidad de ubicarse geográficamente en el límite sur de la provincia lindando con la provincia de Buenos Aires, corazón de la región pampeana argentina y caracterizado por la producción agrícola. La eficiencia de la región en la producción láctea, podría explicarse por el esfuerzo de los tambos ubicados en la provincia para poder competir por el uso del suelo con las demás producciones.

Es destacable el comportamiento de los departamentos Vera y San Javier, lo cual se debe a la mejora en eficiencia global a través de las dos décadas de estudio. Es decir, no solo mejoran su eficiencia técnica pura sino que además, logran trabajar en su valor óptimo de escala. Contrariamente al departamento General López, Vera y San

⁸ El término hace referencia a la producción agrícola que se realiza sin irrigación artificial complementaria de los cultivos implantados, es decir, los cultivos solo tienen aporte hídrico a partir de las precipitaciones.

Javier se encuentran al norte de la provincia, zona que contiene suelos de mejor aptitud agrícola y climas menos benignos. Es razonable que solo permanezcan en el departamento aquellos establecimientos que operen de forma eficiente. En efecto, a lo largo de los años considerados, Vera disminuye la cantidad de tambos de 16 a 13 y aumenta las vacas en ordeño de 703 a 1112. Por su parte San Javier disminuye la cantidad de tambos drásticamente de 20 a solo 2 actualmente, mientras que las vacas en ordeño también disminuyen de 718 a 95, esto significa que la cantidad de vacas por tambo aumenta de 36 VO/tambo a 48 VO/tambo (para mayor información consultar las TABLAS A11 y A13 en ANEXO).

Otro departamento que se destaca por su pérdida de eficiencia es Iriondo, aunque dicha pérdida se evidencia solo en el último año considerado, hasta el año 2014 el departamento era considerado eficiente.

Los departamentos hasta aquí nombrados, siendo los que conforman la frontera de eficiencia, son los que se constituyen como referentes para los demás. Para información detallada por departamento ver ANEXO (TABLAS A21, A23 y A25).

| AÑO 2003 - VRS Frontier (-1:drs, 0:crs, 1:irs) | | | | | |
|--|------------------|--------|--------|--------|-----|
| RANK | DMU | CRS | VRS | SCALE | RTS |
| 1 | GENERAL LÓPEZ | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | IRIONDO | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | SAN MARTÍN | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4 | SAN LORENZO | 0.8521 | 0.9634 | 0.8845 | -1 |
| 5 | CASTELLANOS | 0.8370 | 1 | 0.8370 | 1 |
| 6 | NUEVE DE JULIO | 0.8347 | 0.8906 | 0.9372 | 0 |
| 7 | GENERAL OBLIGADO | 0.5452 | 0.6929 | 0.7869 | 1 |
| 8 | BELGRANO | 0.9445 | 1 | 0.9445 | 0 |
| 9 | LA CAPITAL | 0.7788 | 0.7841 | 0.9932 | 1 |
| 10 | CASEROS | 0.7449 | 0.9905 | 0.7519 | 1 |
| 11 | LAS COLONIAS | 0.7473 | 0.9575 | 0.7805 | 1 |
| 12 | SAN JERÓNIMO | 0.7414 | 0.7456 | 0.9944 | 1 |
| 13 | SAN CRISTOBAL | 0.7093 | 0.8809 | 0.8052 | -1 |
| 14 | SAN JAVIER | 0.5971 | 1 | 0.5971 | 1 |
| 15 | SAN JUSTO | 0.5940 | 0.6020 | 0.9868 | 1 |
| 16 | CONSTITUCION | 0.5646 | 1 | 0.5646 | 1 |
| 17 | VERA | 0.5305 | 0.9475 | 0.5599 | 1 |
| 18 | ROSARIO | 0.5074 | 0.8086 | 0.6275 | 0 |

TABLA 1: Eficiencias global (CRS), técnica (VRS) y de escala (SCALE) para los departamentos que componen la provincia de Santa Fe orientado a insumos (año 2003)⁹

⁹ La columna RTS valora la DMU con el valor cero si opera a rendimientos constantes a escala, 1 si opera con rendimientos crecientes y -1 si los rendimientos a escala son decrecientes.

| AÑO 2014 - VRS Frontier (-1:drs, 0:crs, 1:irs) | | | | | |
|---|----------------------|--------|--------|--------|-----|
| RANK | DMU | CRS | VRS | SCALE | RTS |
| 1 | GENERAL LÓPEZ (5) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | IRIONDO (7) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | LA CAPITAL (8) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | SAN JAVIER (13) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 5 | SAN LORENZO (16) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 6 | SAN MARTÍN (17) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | SAN JERÓNIMO (14) | 0.9936 | 1 | 0.9936 | -1 |
| 8 | CASTELLANOS (3) | 0.9528 | 1 | 0.9528 | -1 |
| 9 | BELGRANO (1) | 0.9426 | 0.9544 | 0.9876 | 1 |
| 10 | LAS COLONIAS (9) | 0.9406 | 1 | 0.9406 | -1 |
| 11 | ROSARIO (11) | 0.9307 | 0.9801 | 0.9495 | 1 |
| 12 | VERA (18) | 0.8833 | 0.9156 | 0.9649 | -1 |
| 13 | CASEROS (2) | 0.8824 | 0.8843 | 0.9999 | -1 |
| 14 | SAN CRISTOBAL (12) | 0.8437 | 0.9893 | 0.8529 | -1 |
| 15 | SAN JUSTO (15) | 0.8261 | 0.8497 | 0.9722 | -1 |
| 16 | CONSTITUCION (4) | 0.8010 | 1 | 0.8010 | 1 |
| 17 | NUEVE DE JULIO (10) | 0.7614 | 0.7658 | 0.9943 | -1 |
| 18 | GENERAL OBLIGADO (6) | 0.5540 | 0.5948 | 0.9314 | -1 |

TABLA 2: Eficiencias global (CRS), técnica (VRS) y de escala (SCALE) para los departamentos de Santa Fe orientado a insumos para el año 2014.¹⁰

En cuanto al comportamiento de la cuenca lechera central, conformada por los departamentos Castellanos, Las Colonias, San Martín, San Jerónimo y parte de La Capital, se observa un comportamiento medio, a mitad de tabla en el ranking de eficiencia y manteniendo su posición a través del tiempo. La concentración de establecimientos tamberos en esta zona con mayor y menor eficiencia refleja el valor promedio que obtienen sus departamentos políticos.

¹⁰ RTS =0 si la DMU opera a rendimientos constantes a escala, RTS =1 si lo hace con rendimientos crecientes y RTS =-1 si los rendimientos a escala son decrecientes.

| AÑO 2016 - VRS Frontier (-1:drs, 0:crs, 1:irs) | | | | | |
|--|----------------------|--------|--------|--------|-----|
| RANK | DMU | CRS | VRS | SCALE | RTS |
| 1 | GENERAL LOPEZ (5) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | SAN JAVIER (13) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 3 | VERA (18) | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 4 | SAN JUSTO (15) | 1 | 0.7924 | 1.2620 | 1 |
| 5 | IRIONDO (7) | 0.8206 | 0.8221 | 0.9982 | 1 |
| 6 | SAN MARTIN (17) | 0.8044 | 0.8046 | 0.9997 | 1 |
| 7 | SAN JERONIMO (14) | 0.7888 | 0.7937 | 0.9938 | 1 |
| 8 | LA CAPITAL (8) | 0.7447 | 0.7499 | 0.9930 | 1 |
| 9 | LAS COLONIAS (9) | 0.7421 | 1 | 0.7414 | -1 |
| 10 | CASTELLANOS (3) | 0.7294 | 1 | 0.7294 | -1 |
| 11 | SAN LORENZO (16) | 0.7093 | 0.7543 | 0.9404 | 1 |
| 12 | BELGRANO (1) | 0.6976 | 0.7602 | 0.9176 | 1 |
| 13 | SAN CRISTOBAL (12) | 0.6753 | 0.9969 | 0.6774 | 1 |
| 14 | CASEROS (2) | 0.5788 | 0.6368 | 0.9088 | 1 |
| 15 | GENERAL OBLIGADO (6) | 0.5616 | 0.6286 | 0.8934 | 1 |
| 16 | NUEVE DE JULIO (10) | 0.5280 | 0.5738 | 0.9201 | 1 |
| 17 | CONSTITUCION (4) | 0.5100 | 1 | 0.5100 | 1 |
| 18 | ROSARIO (11) | 0.4957 | 0.603 | 0.8220 | 1 |

TABLA 3: Eficiencias global (CRS), técnica (VRS) y de escala (SCALE) para los departamentos que componen la provincia de Santa Fe orientado a insumos para el año 2016.¹¹

Los departamentos menos eficientes en general son Rosario y Constitución, zonas que más allá de competir con sistemas productivos, compiten con la urbanización y el desplazamiento de la frontera edilicia de las ciudades. Rosario comprende la región con mayor cantidad de habitantes de toda la provincia y su ineficiencia se debe tanto a cuestiones técnicas puras como a problemas de escala. En cuanto a Constitución, su ineficiencia radica en torno a la escala, logrando valores óptimos de eficiencia técnica pura.

En relación a las holguras (ANEXO: TABLAS A22, A24 y A26) en general para los tres años considerados, las mayores reducciones se ubican en torno a la cantidad total de animales que tiene el establecimiento (dicha variable considera las vacas ordeñe, vacas secas, terneros y terneras, vaquillonas sin servicios y con servicio, toros y toritos) y a la cantidad de vacas secas en particular. Esta característica podría estar indicando la falta de un correcto manejo animal además de problemas sanitarios y/o reproductivos en los establecimientos, con el consecuente aumento de animales ociosos.

Promediando los insumos y productos de los departamentos considerados eficientes y calculando a partir de dichos datos las eficiencias parciales es posible obtener la FIGURA 1.

¹¹ La columna RTS valora la DMU con el valor cero si opera con rendimientos constantes a escala, 1 si son rendimientos crecientes y -1 si los rendimientos a escala son decrecientes.

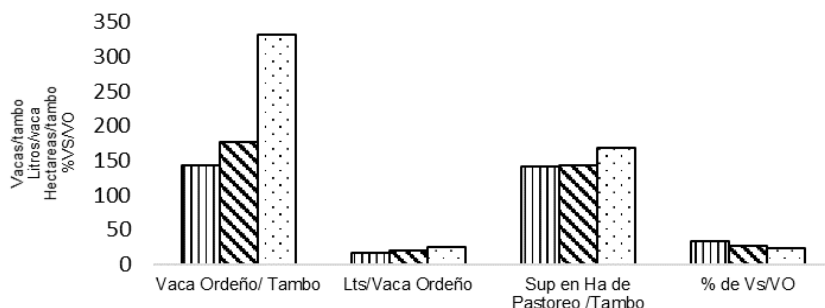


FIGURA 1: Eficiencias parciales obtenidas del promedio de insumos y productos de las DMUs que resultaron eficientes (CRS) para cada año. Los rectángulos con rayas verticales refieren al año 2003, los que tienen rayas diagonales al año 2014 y los que contienen solo puntos en su interior al año 2016.

En la FIGURA 1, es posible observar cómo los departamentos que logran ser eficientes, aumentan su cantidad de vacas en ordeño y la cantidad de litros por vaca, reduciendo el porcentaje de vacas secas del rodeo y aumentando la cantidad de hectáreas en pastoreo por establecimiento. Es decir, que los departamentos eficientes logran la máxima eficiencia, y por lo tanto estos resultados nos podrían estar indicando el nivel de competitividad de la zona (lo cual se debería analizarse a través del agregado de costos productivos), al aumentar la productividad individual de todos los factores utilizados a la vez.

4. CONCLUSIONES

El trabajo evalúa la eficiencia en la producción láctea en la provincia de Santa Fe utilizando el método no paramétrico DEA, con información detallada por división política de la provincia.

El departamento que mantiene el nivel de eficiencia en Santa Fe a través de los años considerados (2003-2016) resultó ser el departamento General López, ubicado en el extremo sur de la provincia limitando con Buenos Aires. Dicha zona es reconocida por sus altos rindes agrícolas y por la ganadería de carne intensiva.

Si bien al comienzo de la serie los departamentos Iriondo y San Martín lideraron el ranking de eficiencia junto con General López, 13 años más tarde, departamentos ubicados en zonas menos favorables ambientalmente ganaron eficiencia a nivel global (Vera y San Javier) aunque, es de destacar, que dichos departamentos no se constituyen como referentes de otras unidades.

El comportamiento de los departamentos ubicados en la cuenca lechera central es medio y el departamento con menor eficiencia global es Rosario, el cual se destaca por ser urbano e industrial.

Además, el estudio de las variables que resultan de los departamentos eficientes refleja los valores productivos parciales necesarios para alcanzar la eficiencia global. A través de los años es posible observar la disminución del porcentaje de animales en categorías ociosas, el aumento de aquellas categorías de animales productivas, no solo en cantidad sino también en productividad por animal.

Finalmente, es posible concluir que, considerando que las distintas producciones agropecuarias compiten entre ellas por el uso del suelo en Argentina, el mapa de eficiencia que traza el método no paramétrico DEA, podría estar indicando que, alcanzando la eficiencia global del sistema se podría ganar competitividad en el sector lácteo ante las producciones de carne y granos. De todas formas, ya que la competitividad incluye la eficiencia en costos, sería interesante continuar el análisis con una evaluación de segunda etapa que incluyera los costos productivos, siempre y cuando sea posible recabar los datos correspondientes.

5. ANEXO

5.1 Insumos y Variables utilizados

| dmu | Localidad | Total TAMBO Cabezas | Vacas de Ordeño | Vacas Secas | Cantidad de Tambos | Sup. en Has. de Pastoreo de Animales | Litros Obtenidos el 30/06/2003 | Ingreso Bruto |
|-----|------------------|---------------------|-----------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| 1 | BELGRANO | 4684 | 2403 | 601 | 25 | 2264 | 33909 | 5141282.64 |
| 2 | CASEROS | 3157 | 1516 | 511 | 20 | 1915 | 18548 | 2976465.53 |
| 3 | CASTELLANOS | 209367 | 81312 | 30735 | 784 | 86660 | 1065334 | 184052889 |
| 4 | CONSTITUCION | 1189 | 183 | 159 | 2 | 198 | 1715 | 279397.2 |
| 5 | GENERAL LÓPEZ | 33627 | 14703 | 4539 | 77 | 17322 | 283059 | 39214516.8 |
| 6 | GENERAL OBLIGADO | 3183 | 1132 | 700 | 33 | 1847 | 10855 | 1665936.5 |
| 7 | IRIONDO | 31176 | 14591 | 4293 | 105 | 15505 | 252843 | 39458555.6 |
| 8 | LA CAPITAL | 20233 | 7798 | 2558 | 96 | 12627 | 116924 | 15736859.1 |
| 9 | LAS COLONIAS | 146794 | 58060 | 19570 | 749 | 73256 | 707091 | 117340094 |
| 10 | NUEVE DE JULIO | 4364 | 1496 | 834 | 15 | 1600 | 22616 | 2979353.38 |
| 11 | ROSARIO | 2054 | 633 | 528 | 13 | 929 | 6061 | 858967.985 |
| 12 | SAN CRISTOBAL | 115178 | 44155 | 17829 | 358 | 49188 | 546780 | 84613726 |
| 13 | SAN JAVIER | 2148 | 718 | 213 | 20 | 959 | 7445 | 1159049.03 |
| 14 | SAN JERÓNIMO | 19682 | 8011 | 3343 | 95 | 10703 | 111972 | 15887816.3 |
| 15 | SAN JUSTO | 15927 | 5512 | 2681 | 91 | 7504 | 58874 | 8813259.9 |
| 16 | SAN LORENZO | 4122 | 1674 | 533 | 26 | 1461 | 21252 | 3442947.63 |
| 17 | SAN MARTÍN | 67669 | 27221 | 9603 | 214 | 23178 | 430753 | 66980232.4 |
| 18 | VERA | 1808 | 703 | 319 | 16 | 1420 | 6095 | 1008543.81 |

TABLA A11: insumos y productos utilizados en DEA, CRS y VRS para el año 2003¹²

¹² Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Ganadera del Gobierno de la Provincia de Santa Fe (2003)

| dmu | Localidad | Total TAMBO Cabezas | Vacas de Ordeño | Vacas Secas | Cantidad de Tambos | Sup. en Has. de Pastoreo de Animales | Litros Obtenidos el 30/06/2014 | Ingreso Bruto |
|-----|------------------|---------------------|-----------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| 1 | BELGRANO | 3781 | 1855 | 529 | 13 | 1547.6 | 32953 | 31753695 |
| 2 | CASEROS | 2965 | 1202 | 421 | 15 | 1131 | 21907 | 16058421 |
| 3 | CASTELLANOS | 273800 | 116868 | 32503 | 832 | 101791.9 | 2081553.92 | 2157676959 |
| 4 | CONSTITUCION | 518 | 154 | 119 | 2 | 182 | 2380 | 2589900 |
| 5 | GENERAL LOPEZ | 37901 | 15980 | 4028 | 64 | 11625.5 | 323069.06 | 310522899 |
| 6 | GENERAL OBLIGADO | 3527 | 1030 | 435 | 26 | 1914 | 12863 | 11908770 |
| 7 | IRIONDO | 35246 | 16179 | 3916 | 96 | 13704.1 | 316578 | 282150513 |
| 8 | LA CAPITAL | 6335 | 2912 | 889 | 31 | 4002.1 | 56905 | 61241190 |
| 9 | LAS COLONIAS | 163352 | 71918 | 17307 | 593 | 69823.4 | 1288144.58 | 1292712072 |
| 10 | NUEVE DE JULIO | 3228 | 1324 | 470 | 10 | 1871 | 20250 | 20761740 |
| 11 | ROSARIO | 1215 | 624 | 223 | 9 | 601.6 | 9960 | 10612941 |
| 12 | SAN CRISTOBAL | 152435 | 65715 | 18150 | 399 | 68654.8 | 1082411 | 1105010406 |
| 13 | SAN JAVIER | 287 | 122 | 35 | 3 | 328 | 2958 | 3194640 |
| 14 | SAN JERONIMO | 24587 | 10822 | 2674 | 83 | 9342 | 192688 | 207267273 |
| 15 | SAN JUSTO | 12076 | 4582 | 1808 | 43 | 5585 | 75912.11 | 79957110 |
| 16 | SAN LORENZO | 6310 | 1781 | 452 | 15 | 1164.5 | 30367 | 31802010 |
| 17 | SAN MARTIN | 58408 | 27595 | 7479 | 155 | 21159.7 | 536104 | 527288652 |
| 18 | VERA | 2067 | 945 | 220 | 12 | 1194 | 14946 | 16063050 |

TABLA A12: insumos y productos utilizados en DEA CRS y VRS para el año 2014¹³

| dmu | Localidad | Total TAMBO Cabezas | Vacas de Ordeño | Vacas Secas | Cantidad de Tambos | Sup. en Has. de Pastoreo de Animales | Litros Obtenidos el 30/06/2016 | Ingreso Bruto |
|-----|------------------|---------------------|-----------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| 1 | BELGRANO | 2182 | 1000 | 348 | 7 | 865 | 17507 | 19798720.9 |
| 2 | CASEROS | 1811 | 918 | 225 | 9 | 674 | 12057 | 13286912.1 |
| 3 | CASTELLANOS | 191983 | 72974 | 23882 | 536 | 62482 | 1183083 | 1537161300 |
| 4 | CONSTITUCION | 451 | 150 | 96 | 2 | 202 | 1720 | 2209491 |
| 5 | GENERAL LOPEZ | 40823 | 18704 | 4374 | 45 | 8481 | 469538 | 540173875 |
| 6 | GENERAL OBLIGADO | 2051 | 894 | 248 | 23 | 1776 | 10956 | 14499663 |
| 7 | IRIONDO | 33209 | 14617 | 4203 | 84 | 11956 | 278727 | 346395096 |
| 8 | LA CAPITAL | 19204 | 7955 | 2309 | 66 | 7573 | 145014 | 171078837 |
| 9 | LAS COLONIAS | 177908 | 74529 | 21468 | 634 | 72441 | 1239576 | 1596116942 |
| 10 | NUEVE DE JULIO | 2983 | 1294 | 479 | 7 | 1870 | 16754 | 19730051.9 |
| 11 | ROSARIO | 1692 | 598 | 175 | 9 | 563 | 7441 | 7026393.78 |
| 12 | SAN CRISTOBAL | 140532 | 57461 | 17489 | 356 | 57949 | 919876 | 1120568157 |
| 13 | SAN JAVIER | 173 | 95 | 0 | 2 | 65 | 750 | 969075 |
| 14 | SAN JERONIMO | 19613 | 8230 | 2358 | 61 | 7047 | 148158 | 187493512 |
| 15 | SAN JUSTO | 15872 | 3506 | 1462 | 33 | 3459 | 61857 | 78714183.3 |
| 16 | SAN LORENZO | 3029 | 1302 | 320 | 13 | 960 | 22414 | 26672091.1 |
| 17 | SAN MARTIN | 45197 | 20712 | 6899 | 116 | 12105 | 397228 | 481073376 |
| 18 | VERA | 5765 | 1112 | 141 | 13 | 1572 | 23553 | 13188609.8 |

TABLA A13: insumos y productos utilizados en DEA CRS y VRS para el año 2016¹⁴

¹³ Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Ganadera del Gobierno de la Provincia de Santa Fe (2014)

¹⁴ Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta Ganadera del Gobierno de la Provincia de Santa Fe (2016)

5.2 Resultados obtenidos del programa DEA orientado a insumos y considerando retornos variables a escala

| DMU | Theta | Referente 1 | Referente 2 |
|------------------|--------|-------------|-------------|
| GENERAL LÓPEZ | 1 | - | - |
| IRIONDO | 1 | - | - |
| SAN MARTÍN | 1 | - | - |
| BELGRANO | 0.9445 | Iriondo | Gral Lopez |
| SAN LORENZO | 0.8521 | San Martín | Iriondo |
| CASTELLANOS | 0.8370 | Iriondo | - |
| NUEVE DE JULIO | 0.8347 | Iriondo | San Martín |
| LA CAPITAL | 0.7788 | Gral Lopez | - |
| LAS COLONIAS | 0.7477 | - | - |
| CASEROS | 0.7449 | Iriondo | - |
| SAN JERÓNIMO | 0.7414 | Iriondo | Gral Lopez |
| SAN CRISTOBAL | 0.7093 | Iriondo | Gral Lopez |
| CONSTITUCION | 0.6498 | Iriondo | |
| SAN JAVIER | 0.5971 | Gral Lopez | |
| SAN JUSTO | 0.5940 | Iriondo | Gral Lopez |
| GENERAL OBLIGADO | 0.5452 | Iriondo | Gral Lopez |
| VERA | 0.5305 | Iriondo | |
| ROSARIO | 0.5074 | Gral Lopez | Iriondo |

TABLA A21: Departamentos enumerados por eficiencia global y departamento referentes para aquellos ineficientes según DEA orientado a insumos y considerando retornos variables a escala en la provincia de Santa Fe (2003).

| CRS | Rank | Holguras | | | | | | |
|------------------|------|---------------|--------------|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| | | Total Cabezas | Vacas Ordeñe | Vacas Secas | Cantidad de Tambos | Héctareas en Pastoreo | Litros Obtenidos el 30-06 | Ingreso Bruto |
| GENERAL LÓPEZ | 1 | 0 | 0 | . | . | 0 | . | . |
| IRIONDO | 1 | . | 0 | 0 | 0 | . | . | . |
| SAN MARTÍN | 1 | . | 0 | 0 | 0 | . | . | . |
| BELGRANO | 4 | 319.505 | 360.328 | . | 10.3005 | 93.3722 | 1487.84 | 382731 |
| SAN LORENZO | 5 | 326.915 | 79.0557 | . | 13.4823 | . | 4094.03 | 502975 |
| CASTELLANOS | 6 | 0 | . | . | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NUEVE DE JULIO | 7 | 368.196 | . | 265.436 | 3.40501 | . | 2246.35 | 910666 |
| LA CAPITAL | 8 | 1393.23 | . | 39.0609 | 42.565 | 2691.1 | . | 486280 |
| LAS COLONIAS | 9 | 11670.4 | 4784.83 | . | 256.948 | 15236.9 | . | 384030 |
| CASEROS | 10 | . | 38.46 | 76.2745 | 9.3673 | 344.905 | 7055.84 | 1019257 |
| SAN JERÓNIMO | 11 | 692.885 | . | 585.064 | 36.5931 | 1070.11 | . | . |
| SAN CRISTOBAL | 12 | 11702.4 | 2977.98 | 163278 | . | 4307.33 | 47197.4 | 1.22E+07 |
| SAN JAVIER | 13 | 602.979 | . | . | 14.8221 | 195.651 | 4983.65 | 780711 |
| CONSTITUCION | 14 | . | . | . | . | 0 | . | 0 |
| SAN JUSTO | 15 | 1663.06 | . | 514.683 | 32.4627 | 837.21 | . | 0.338133 |
| GENERAL OBLIGADO | 16 | . | . | 168.499 | 16.6076 | 426.129 | 2026.26 | 351602 |
| VERA | 17 | . | . | 59.7825 | 10.075 | 627.747 | 5092.93 | 741451 |
| ROSARIO | 18 | . | . | 185.358 | 6.25665 | 187.88 | 2113.5 | 424591 |

TABLA A22: DEA para el año 2003 para los departamentos que componen la provincia de Santa Fe, considerando retornos constantes a escala (CRS), y variables de holguras arrojados por el software.

| DMU | Theta | Referente 1 | Referente 2 |
|------------------|----------|-------------|-------------|
| GENERAL LOPEZ | 1 | - | - |
| IRIONDO | 1 | - | - |
| LA CAPITAL | 1 | - | - |
| SAN JAVIER | 1 | - | - |
| SAN LORENZO | 1 | - | - |
| SAN MARTIN | 1 | - | - |
| SAN JERONIMO | 0.993575 | San Javier | Gral Lopez |
| CASTELLANOS | 0.952754 | San Javier | Gral Lopez |
| BELGRANO | 0.942556 | San Javier | San Martín |
| LAS COLONIAS | 0.940637 | San Javier | Gral Lopez |
| ROSARIO | 0.930661 | San Javier | San Martín |
| VERA | 0.883422 | San Javier | Gral Lopez |
| CASEROS | 0.882351 | San Javier | Gral Lopez |
| SAN CRISTOBAL | 0.843734 | San Javier | La Capital |
| SAN JUSTO | 0.826075 | San Javier | Gral Lopez |
| CONSTITUCION | 0.800965 | San Javier | Gral Lopez |
| NUEVE DE JULIO | 0.761366 | San Javier | Gral Lopez |
| GENERAL OBLIGADO | 0.554049 | San Javier | Gral Lopez |

TABLA A23: Departamentos referentes según DEA para el año 2014 en la provincia de Santa Fe, considerando retornos constantes a escala (CRS).

| CRS | Rank | Holguras | | | | | | Litros Obtenidos el 30-06 | Ingreso Bruto |
|------------------|------|---------------|--------------|-------------|--------------------|-----------------------|----------|---------------------------|---------------|
| | | Total Cabezas | Vacas Ordeño | Vacas Secas | Cantidad de Tambos | Héctáreas en Pastoreo | | | |
| GENERAL LOPEZ | 1 | 0 | . | . | . | 0 | . | . | |
| IRIONDO | 1 | . | 0 | . | 0 | . | . | 0 | |
| LA CAPITAL | 1 | . | . | . | . | 0 | 0 | . | |
| SAN JAVIER | 1 | . | . | 0 | 0 | 0 | . | . | |
| SAN LORENZO | 1 | 0 | 0 | . | 0 | . | 0 | . | |
| SAN MARTIN | 1 | . | . | 0 | . | 0 | . | . | |
| SAN JERONIMO | 7 | . | 379.2 | . | 22.0 | . | 20058.9 | . | |
| CASTELLANOS | 8 | . | . | 2397.2 | 164.6 | . | 191894.0 | 5550000.0 | |
| BELGRANO | 9 | . | 74.9 | 43.6 | 1.1 | . | 0.0 | 870905.0 | |
| LAS COLONIAS | 10 | 3959.7 | 4451.7 | . | 97.9 | . | 29992.6 | 3184148.0 | |
| ROSARIO | 11 | . | 55.6 | 63.9 | 3.9 | . | 635.9 | . | |
| VERA | 12 | 89.4 | 100.5 | . | 2.2 | . | 970.3 | . | |
| CASEROS | 13 | 102.9 | . | 100.1 | 6.6 | . | . | 5330416.0 | |
| SAN CRISTOBAL | 14 | . | . | 529.0 | . | 6464.7 | 32046.0 | 1514553.0 | |
| SAN JUSTO | 15 | 1016.7 | . | 506.4 | 0.8 | . | 4432.3 | 0.5 | |
| CONSTITUCION | 16 | 122.9 | . | 63.2 | 0.5 | . | 228.9 | 0.3 | |
| NUEVE DE JULIO | 17 | 70.2 | . | 97.7 | . | 350.5 | 829.8 | 0.0 | |
| GENERAL OBLIGADO | 18 | 607.0 | . | 85.7 | 5.3 | . | . | 1402794.0 | |

TABLA A24: DEA para el año 2014 para los departamentos que componen la provincia de Santa Fe, considerando retornos constantes a escala (CRS), y variables de holguras arrojados por el software.

| DMU | Theta | Referente |
|------------------|-----------|------------|
| GENERAL LOPEZ | 1 | - |
| SAN JAVIER | 1 | - |
| VERA | 1 | - |
| SAN JUSTO | 1 | Gral Lopez |
| IRIONDO | 0.820568 | Gral Lopez |
| SAN MARTIN | 0.804402 | Gral Lopez |
| SAN JERONIMO | 0.788837 | Gral Lopez |
| LA CAPITAL | 0.744658 | Gral Lopez |
| LAS COLONIAS | 0.742117 | Gral Lopez |
| CASTELLANOS | 0.729377 | Gral Lopez |
| SAN LORENZO | 0.709328 | Gral Lopez |
| BELGRANO | 0.697575 | Gral Lopez |
| SAN CRISTOBAL | 0.675252 | Gral Lopez |
| CASEROS | 0.578835 | Gral Lopez |
| GENERAL OBLIGADO | 0.561593 | Gral Lopez |
| NUEVE DE JULIO | 0.527953 | Gral Lopez |
| CONSTITUCION | 0.510037 | Gral Lopez |
| ROSARIO | 0.4945671 | Gral Lopez |

TABLA A25: Departamentos referentes según DEA para el año 2016 en la provincia de Santa Fe, considerando retornos constantes a escala (CRS).

| CRS | Rank | Holguras | | | | | | |
|------------------|------|---------------|--------------|-------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| | | Total Cabezas | Vacas Ordeño | Vacas Secas | Cantidad de Tambos | Héctareas en Pastoreo | Litros Obtenidos el 30-06 | Ingreso Bruto |
| GENERAL LOPEZ | 1 | 0 | . | 0 | 0 | 0 | . | . |
| SAN JAVIER | 1 | . | 0 | . | 0 | 0 | . | . |
| VERA | 1 | 0 | . | . | 0 | 0 | . | 0 |
| SAN JUSTO | 4 | 8219.9 | . | 642.1 | 24.6 | 1869.3 | 26156.3 | 22500000 |
| IRIONDO | 5 | 1071.8 | . | 643.9 | 40.1 | 4372.1 | 22371.7 | . |
| SAN MARTIN | 6 | . | 3.2 | 1654.1 | 53.2 | 2184.2 | 20937.8 | . |
| SAN JERONIMO | 7 | 1301.9 | . | 341.9 | 32.5 | 2615.2 | 14817.9 | . |
| LA CAPITAL | 8 | 1371.3 | . | 334.1 | 34.9 | 2953.3 | 3693.7 | 3 |
| LAS COLONIAS | 9 | 11311.6 | . | 2997.5 | 337.4 | 28680.7 | 148886.0 | 122528 |
| CASTELLANOS | 10 | 23858.9 | . | 4972.0 | 262.9 | 21438.7 | 153071.0 | 61 |
| SAN LORENZO | 11 | 132.8 | . | 11.0 | 7.0 | 262.2 | 770.3 | . |
| BELGRANO | 12 | . | 0.2 | 79.7 | 3.2 | 287.2 | . | 341979 |
| SAN CRISTOBAL | 13 | 10208.9 | . | 2735.8 | 147.0 | 21536.7 | 54161.0 | . |
| CASEROS | 14 | . | 51.1 | 17.9 | 4.1 | 172.4 | . | 583906 |
| GENERAL OBLIGADO | 15 | 56.0 | . | 21.9 | 11.7 | 769.7 | 1647.6 | 0 |
| NUEVE DE JULIO | 16 | 83.8 | . | 93.1 | 2.1 | 677.5 | 396.1 | 1 |
| CONSTITUCION | 17 | 63.0 | . | 31.1 | 0.8 | 68.3 | 200.6 | . |
| ROSARIO | 18 | 191.7 | . | 17.4 | 3.7 | 144.7 | 0.0 | 1534008 |

TABLA A26: DEA para el año 2016 para los departamentos que componen la provincia de Santa Fe, considerando retornos constantes a escala (CRS), y variables de holguras arrojados por el software

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. (1984): "SOME MODELS FOR ESTIMATING TECHNICAL AND SCALE INEFFICIENCIES IN DATA ENVELOPMENT ANALYSIS". *Management Science* – Vol. 30 – pgs.1078-1092.

CHARNES, A.; COOPER, W. W; RHODES, E. (1978): "MEASURING THE EFFICENCY OF DECISION MAKING UNITS". *European Journal of Operational Research* Vol. 2 - pgs. 429–444.

COELLI, T. J., RAO, D. S. P.; O'DONNELL, C. J.; BATTESE, G. E. (2005): "AN INTRODUCTION TO EFFICIENCY AND PRODUCTIVITY ANALYSIS SECOND EDITION". New York: Springer

COOPER, W. W., SEIFORD, L. M.; TONE, K. (2006): "INTRODUCTION TO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS AND ITS USES". New York: Springer.

DE LUCA, L. J. (2006): "LA VACA SECA, IMPORTANCIA DEL PERÍODO DE TRANSICIÓN EN LA SALUD POST-PARTO DE LAS VACAS DE ALTA PRODUCCIÓN". Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>

DEPETRIS GUILGUET, E., ROSSINI, G., GARCÍA ARANCIBIA, R.; VICENTIN MASARO, J. (2011): "COMPETITIVIDAD DEL COMPLEJO LÁCTEO SANTAFECINO". Santa Fe: Ediciones UNL.

DEPETRIS GUILGUET, E., GARCÍA ARANCIBIA, R., ROSSINI, G., VICENTIN MASARO, J.; CORONEL, M. (2013): "CAMBIOS EN LA COMPETITIVIDAD DEL COMPLEJO LÁCTEO SANTAFECINO". Santa Fe, Argentina.

DRACKLEY, J. K., & DANN, H. M. (2008): *A SCIENTIFIC APPROACH TO FEEDING DRY COWS*. Recent Advances in Animal Nutrition. Nottingham University Press.

ENCUESTA GANADERA DEL GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SANTA FE. Disponible en: [https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/114258/\(subtema\)/93664](https://www.santafe.gov.ar/index.php/web/content/view/full/114258/(subtema)/93664)

LEE, C & JI, Y. B. (2010): "DATA ENVELOPMENT ANALYSIS". *The Stata Journal* – Vol. 10(2) – pgs. 267-280.

HESHMATI, A., & KUMBHAKAR, S. C. (1994): “FARM HETEROGENEITY AND TECHNICAL EFFICIENCY: SOME RESULTS FROM SWEDISH DAIRY FARMS”. Journal of Productivity Analysis - Vol. 5(1) - pgs. 45-61.

JOHANSSON, H. (2005): TECHNICAL, ALLOCATIVE, AND ECONOMIC EFFICIENCY IN SWEDISH DAIRY FARMS: THE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS VERSUS THE STOCHASTIC FRONTIER APPROACH. In International Congress, August 23-27, 2005, Copenhagen, Denmark (No.24478). European Association of Agricultural Economists.

SIIA (SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN AGROPECUARIA) (2018): ESTADÍSTICAS AGROPECUARIAS NACIONALES. <https://datos.agroindustria.gob.ar/dataset?organization=subseagricultura&groups=produccion-agroindustrial>

STOKES, J. R., TOZER, P. R.; HYDE, J. (2007): “IDENTIFYING EFFICIENT DAIRY PRODUCERS USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS”. Journal of Dairy Science – Vol. 90(5) – pgs. 2555-2562