

EFICIENCIA RELATIVA EN VIVEROS FORESTALES DE LA SEMARNAP

Torres Rojo Juan Manuel^{*}
Velázquez Sánchez José Ricardo^{**}

RESUMEN

Se presenta un análisis estático de la eficiencia de los viveros forestales localizados en clima templado, administrados por la entonces Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), hoy Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SAGAR) y que fueron transferidos a la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). El análisis se realizó a partir de datos derivados de una encuesta que considera el cálculo de la eficiencia económica y técnica de acuerdo al método de Farrel, modificado en un problema de programación lineal (Velázquez, 1995)¹. Se llevó a cabo un análisis de post-optimidad de la eficiencia, donde se mostró que el uso de insumos misceláneos, mano de obra e infraestructura están estrechamente relacionados con la ineficiencia de los viveros.

Palabras clave: evaluación de viveros, evaluación económica, eficiencia, programación lineal.

ABSTRACT

A static analysis on the efficiency of forest nurseries located in temperate zones and managed by the Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, and recently transferred to the Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), is presented. The analysis is carried out from data derived from a pool.

^{*} Profesor Asociado del Depto. de Economía, UDLA.

^{**} Jefe del Depto. de Viveros Forestales, PRONARE, SAGAR.

¹ Velázquez S., J.R. 1995. Evaluación de la eficiencia y situación actual de operación de los viveros forestales de la SEMARNAP.

It considers estimates on economic and technical efficiency according to the Farrell's method modified into a Linear Programming problem. A postoptimality analysis is carried out on the estimation of efficiency. It shows that the use of miscellaneous inputs, labor and infrastructure is closely related to nursery's inefficiency.

Key words: nursery evaluation, economic valuation, efficiency, linear programming.

INTRODUCCIÓN

El problema para definir la eficiencia relativa de un grupo de empresas, es una tarea fundamental de los profesionales de la administración. La importancia de esta actividad radica en que permite identificar cuales son las empresas que requieren mayor o menor apoyo, cuales son las que pueden soportar inestabilidad económica, las que tienen mayor capacidad competitiva y sobre todo, cómo tomar decisiones técnicas y económicas con respecto al grupo de empresas analizadas.

Este problema es similar al de administrar un conjunto de viveros. En este caso el problema radica en definir una clasificación (*ranking*), de viveros que identifique aquellos con problemas técnicos o administrativos. Esta clasificación permitiría mejorar la distribución de los recursos y mejorar así la eficiencia de todo el conjunto de viveros.

Resulta muy complicado definir la eficiencia absoluta de viveros, ya que para ello se tendría que conocer con precisión el máximo nivel de resultados técnicos y económicos alcanzable en cualquier condición de tiempo y lugar. Por ello, una alternativa factible para evaluar la eficiencia es a través de la medición de la eficiencia relativa, es decir, la eficiencia de un vivero en relación a la de otro o aquellos viveros con mayor grado de eficiencia.

Al realizar una clasificación de eficiencia relativa, un vivero puede ser muy productivo en cuanto al volumen de planta producido, sin embargo, ese volumen pudo haber requerido una inversión muy elevada de insumos. Esto indica que aunque pudo haber sido muy eficiente técnicamente, no lo fue económicamente, por lo que su eficiencia total podría ser baja.

La eficiencia técnica se define como la habilidad de producir tanto como sea posible de un producto (planta), con una cantidad específica de insumos. La eficiencia económica,

es la habilidad de seleccionar aquellas cantidades de insumos que maximizan el rendimiento neto, dadas las condiciones de oferta de factores y demanda de producto (planta) en el mercado (Paris, 1991)². En una comparación de este tipo se podría calificar como más eficiente a un vivero con mejores condiciones (climáticas, edáficas, o de disponibilidad de insumos), aunque su administrador no fuese tan eficiente. Una comparación apropiada entre un vivero bueno y uno malo, debe considerar lo que haría el administrador del vivero bueno en las condiciones del vivero malo y *vice versa*, es decir, lo que se denomina como eficiencia revelada (Färe *et al.*, 1985)³.

Para desarrollar el concepto eficiencias reveladas es conveniente definir dos grupos de factores responsables por las diferencias en el funcionamiento de los viveros; éstos deben estar relacionados tanto con la habilidad de seleccionar cantidades de insumos para maximizar el rendimiento neto (utilidad neta), como con factores relacionados con el conocimiento técnico, la presencia de insumos especiales (maquinaria y equipo) y las condiciones ambientales del proceso de producción.

El presente artículo analiza la información de una encuesta sobre viveros forestales de la anteriormente SARH, selecciona los elementos técnicos y económicos útiles para identificar la eficiencia revelada de cada vivero y calcula las eficiencias en dos modalidades: económica y técnica.

Eficiencia Técnica y Económica

La evaluación de la eficiencia de una actividad, parte de la suposición básica de que el productor (individuo o empresa) desea maximizar su producción. Al no tomar en cuenta este supuesto, es lógico que cualquier criterio de comparación entre productores resulta irrelevante, dado que las diferencias en producción son originadas por diferentes objetivos, más no por la diferencia en el uso de insumos de producción (Dogramaci y Färe, 1988)⁴. Para realizar comparaciones entre viveros, sería ideal contrastar la habilidad del administrador de un vivero, cuando trabaja en el ambiente del vivero comparado y *vice versa*. Esta forma de comparación es la base para definir una regla de decisión para identificar cual vivero es más eficiente. Por ejemplo considere n viveros; de éstos, se dice que el vivero v_1 es más eficiente que el vivero v_2 sí y solo sí:

² Paris, Q. 1991. An economic interpretation of Linear Programming.

³ Färe, R, S. Grosskopf and C.A. Knox-Lovell. 1985. The measurement of efficiency of production.

⁴ Dogramaci, A. and R. Färe. 1988. Applications of modern production theory: Efficiency and Productivity.

- El rendimiento actual del vivero v_1 es mayor que el obtenible en ese mismo vivero al adoptar las decisiones económicas y técnicas (compra y uso de insumos) del vivero v_2 .
- El rendimiento actual en el vivero v_1 es mayor que aquel que se pudiese obtener si se trabajara en un ambiente (sitio y sistema de producción) igual al del vivero v_2 y tomando las decisiones económicas y técnicas del vivero v_1 .

La comparación entre los n diferentes viveros deberá involucrar una comparación entre éstos: es decir, sólo es posible establecer la comparación entre al menos dos viveros. Es condición de este sistema que la comparación sea transitiva y no simétrica, esto implica que si el vivero v_1 es más eficiente que el vivero v_j y que si este último es más eficiente que el v_k , entonces este último no puede ser más eficiente que el v_1 . En este sentido se establece que una comparación entre viveros sólo es posible en la medida en que los involucrados tengan información técnica y económica que no viole el principio de transitividad antes señalado.

Existen varios procedimientos para la medición de la eficiencia técnica, los cuales varían de acuerdo a la suposición de la relación que guardan los insumos dentro del proceso de producción (directa ó indirecta). Estrictamente, la eficiencia técnica debe medirse no sólo en relación a los insumos usados, sino en la calidad de producto obtenido (Färe *et al.*, *op. cit.*). Sin embargo, las comparaciones que involucran uso de insumos y calidad de producto frecuentemente son más complicadas ya que es necesario definir los estándares de calidad del producto.

El modelo de eficiencia que se emplea con mayor frecuencia es el modelo de Farrell (1957)⁵. Farrell especifica tres tipos de eficiencia: técnica, económica y total. Estas eficiencias pueden estimarse a través de un modelo simple que incluso puede ser extrapolado a un modelo de Programación Lineal (PL).

El modelo aplicado al análisis de viveros es simple. Considere que la producción de planta en el j -ésimo ($j = 1, 2, \dots, n$) vivero se puede estimar por cuatro insumos: capacidad instalada (C_j), infraestructura (I_j), capital (K_j) y mano de obra (M_j); donde la infraestructura solo se refiere a maquinaria y equipo, mientras que la capacidad instalada se refiere a la extensión del vivero. Asumiendo que los n viveros tienen el mismo sistema de producción, con producción (Y_j), es posible definir una isocuanta de la siguiente forma⁶:

$$Y_j = (C_j, I_j, K_j, M_j) \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

⁵ Farrell, M.J. 1957. The measurement of Productive efficiency. pp. 253-281.

⁶ La producción Y se asume linealmente, homogénea con respecto a todos los insumos.

Para el *j*-ésimo vivero esta isocuanta se puede normalizar a un valor unitario de producción, adoptando la siguiente forma:

$$1 = \left(\frac{C_j}{Y_j}, \frac{I_j}{Y_j}, \frac{K_j}{Y_j}, \frac{M_j}{Y_j} \right) \dots\dots\dots (1)$$

La isocuanta (1) representa el conjunto de combinaciones de insumo-producto caracterizadas por el nivel más alto de eficiencia técnica en las condiciones del *j*-ésimo vivero. De esta forma, cualquier vivero con razones C_j/Y_j , I_j/Y_j , K_j/Y_j y M_j/Y_j superiores al dado por (1) sería ineficiente con respecto al *j*-ésimo vivero, dado que requerirían mayor cantidad de insumos para producir una unidad de producción. Lo contrario sucedería en viveros con razones C_j/Y_j , I_j/Y_j , K_j/Y_j y M_j/Y_j inferiores al vivero *j*.

Al considerar lo anterior, el índice de eficiencia técnica (*Et*) estaría dado por la razón entre el consumo de insumos sobre la isocuanta del nivel tecnológico (consumo más eficiente del nivel tecnológico) y el consumo real de insumos en el vivero, considerando un mismo nivel de producción.

$$Et = \frac{\text{Consumo de Insumos sobre la isocuanta del nivel tecnológico}}{\text{Consumo de Insumos del vivero comparado}}$$

Se observa que el máximo valor alcanzable en la razón de *Et* es 1 (100 %), dado que el consumo sobre la isocuanta es el nivel de consumo más bajo para un nivel tecnológico dado.

El modelo de Farrell define la Eficiencia Económica (*EE*) con referencia a una curva de isocosto con un nivel de producción unitario. Si el vivero produce sobre tal curva de isocosto es eficiente económicamente; sin embargo, si produce con costos superiores será ineficiente. Por tanto una expresión de la Eficiencia Económica es:

$$EE = \frac{\text{Costo de productode producción sobre la línea de isocost}}{\text{Costo real del vivero}}$$

Se aprecia nuevamente que el costo de producción sobre la línea de isocosto es el costo más bajo a un nivel tecnológico particular, por lo que la *EE* es siempre menor que 1.

Finalmente, al considerar que la *EE* y la *Ei* están definidas en forma estandarizada, Farrell (*op. cit.*) definió la eficiencia total (*ET*) como el producto entre la eficiencia técnica y la eficiencia económica:

$$ET = EE \times Ei$$

Estimación de la Eficiencia con Programación Lineal

La extensión práctica del cálculo de la eficiencia técnica es muy simple en un modelo de programación lineal. Primeramente se calculan los insumos normalizados (e.g. C_j/Y_j , I_j/Y_j , K_j/Y_j y M_j/Y_j) para cada uno de los n viveros. Estas razones forman los coeficientes técnicos del problema de programación lineal. Por ejemplo, si b_{ij} se define como la cantidad del insumo i usado por el vivero j , entonces el i -ésimo insumo normalizado del vivero j (a_{ij}) es

$$a_{ij} = \frac{b_{ij}}{Y_j} \quad \begin{matrix} \forall i = 1, 2, 3, 4 \\ \forall j = 1, 2, \dots, n \end{matrix}$$

Si la producción normalizada (Y_j/Y_j) del vivero j se define como x_j , entonces la comparación del j -ésimo vivero con los demás involucra resolver el problema de PL dado por:

$$\max z_j = x_1 + x_2 + \dots + x_j + \dots + x_n \quad \dots\dots\dots (2)$$

s.a

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 + \dots + a_{1j} x_j + \dots + a_{1n} x_n \leq a_{1j}$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 + \dots + a_{2j} x_j + \dots + a_{2n} x_n \leq a_{2j}$$

$$a_{31} x_1 + a_{32} x_2 + \dots + a_{3j} x_j + \dots + a_{3n} x_n \leq a_{3j}$$

$$a_{41} x_1 + a_{42} x_2 + \dots + a_{4j} x_j + \dots + a_{4n} x_n \leq a_{4j}$$

$$x_j \geq 0 \quad \forall j = 1, 2, \dots, n$$

Se aprecia que en el problema se maximiza la producción unitaria (normalizada) dada a disponibilidad de insumos del *j*-ésimo vivero (en el ejemplo es el vivero *j*). Al maximizar producciones unitarias se produce por construcción del modelo de PL una isocuanta de producción unitaria. Al suponer que la solución al problema indica que: $z_j = 1, x_j = 1, x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$; por lo tanto, la única forma de maximizar la producción con la disponibilidad de insumos del vivero *j* es siguiendo el esquema de producción de este vivero. Por el contrario, si la solución indica que $x_j = 0$, ello significaría que $z_j > 1$, y que existe una combinación de sistemas de producción de otros viveros (que aparezcan en la solución) que brindan una mayor producción ($z_j > 1$), por lo que el vivero es ineficiente en el uso de sus insumos. Por tanto, la solución al problema anterior brinda una estimación de la eficiencia técnica (Et_j) del *j*-ésimo vivero al solucionar el problema de PL asociado. Esta estimación es:

$$Et = \frac{1}{z_j} \dots\dots\dots(3)$$

Se observa que de acuerdo a la estructura de la formulación no pueden resultar valores de z_j inferiores a la unidad, ya que ello implicaría que los insumos normalizados (producto marginal de cada insumo) de todos los viveros bajo análisis, son superiores a la disponibilidad del insumo por unidad de producción, lo cual no es posible, por la estructura del problema.

La medición de la Et no involucra precios de ninguna especie. Por el contrario, la evaluación de la EE sí incluye información adicional del mercado. Para esta estimación se considera un mercado competitivo donde los viveros fijan los precios de sus productos, donde el mercado de los insumos se encuentra en perfecta competencia, esto es, son los mismos precios y costos por unidad de producto e insumo respectivamente.

Si se considera que la eficiencia total del *j*-ésimo vivero (ET_j) es la combinación técnicamente eficiente de recuros que minimiza el costo de producción en valor, entonces la ET_j esta dada por:

$$ET_j = \frac{\min_k C_k}{C_j} \dots\dots\dots(4)$$

Donde:

$$C_j = \frac{\text{Costo Total de Insumos (Variable + Fijos) del } j\text{-ésimo vivero}}{\text{Valor de la Producción Total del } j\text{-ésimo vivero}}$$

y $\min_k C_k$ representa la mínima C_j para todos los viveros. De esta forma, la eficiencia económica para el j -ésimo vivero (EE_j) se puede estimar por:

$$EE_j = \frac{\min_k C_k}{Et_j C_j} \dots\dots\dots(5)$$

Dadas estas definiciones, la eficiencia total (ET_j) equivale al producto de la eficiencia técnica por la eficiencia económica, tal y como lo define el modelo de Farrel (*op. cit.*).

Cálculo de Eficiencia en los Viveros de la SEMARNAP

Una vez capturada la información de 122 viveros encuestados, se dividieron por zona ecológica. Se consideraron 3 zonas ecológicas: templada, tropical y semiárida. En este trabajo se incluye sólo a los viveros de la zona templada que suman un total de 33.

Una vez realizada la clasificación, los insumos de producción se dividieron en misceláneos, mano de obra, superficie del vivero e Infraestructura. Esta subdivisión de insumos se realizó considerando los insumos básicos en la producción de planta; entre estos se pueden señalar los insumos directos de producción, tales como el envase, sustrato, fertilizantes, plaguicidas, agua y mano de obra. Todos ellos, a excepción de la mano de obra (L) se han agrupado como insumos misceláneos (K), dado que corresponden a los insumos variables. Otros insumos se consideran indirectos, entre los que se pueden señalar la infraestructura (Y) y la superficie (C). Los primeros están estrechamente relacionados con el sistema de producción y dada la suposición del mismo sistema de producción (producción en bolsa) deberían tener muy poca variación si la tecnología es eficiente en todos los viveros. Por su parte, el segundo grupo de insumos sí presentan gran variabilidad para los viveros de la SEMARNAP.

Con el fin de cuantificar la mano de obra en la producción se consideró todo el personal que labora en el vivero (número de personas) asumiendo un costo de mano de obra de \$4,000.00/año/trabajador. La infraestructura se subdividió en toda aquella infraestructura de operación como oficinas, maquinaria y equipo (infraestructura), contabilizando sólo aquel equipo en operación. Adicionalmente, con objeto de

estandarizar los valores de infraestructura fue necesario crear un valor ponderado de infraestructura, que identificara la cuantía de la maquinaria, equipo o construcción, en relación a su importancia en la producción y a su valor como equipo. El cálculo se hizo de la siguiente forma:

- Se ordenó por prioridad cada uno de los 6 elementos considerados como infraestructura (sistema de riego, cisterna, vehículos, almacén, oficina e invernaderos)
- Se contabilizó el número de elementos en operación en cada vivero.
- Se asignó un peso (valor dado por prioridad e importancia) a cada elemento. La agrupación de elementos por prioridad es: sistema de riego, cisterna, vehículos, almacén, oficina e invernaderos. Al sistema de riego le correspondió un peso de 6 mientras que al invernadero le correspondió de 1.
- Se calculó el valor ponderado para cada elemento, multiplicando el número de elementos presentes en el vivero por el peso asignado.
- La suma de los productos antes señalados representó el valor ponderado de infraestructura en cada vivero.

Para el cálculo del costo de la infraestructura se consideró una depreciación de \$100.00 por cada unidad de infraestructura en el vivero.

La disponibilidad de terreno (superficie del vivero) se consideró como otro insumo más: ésta se contabilizó en hectáreas y se asumió un costo de \$350.00 /Ha/año de renta de terreno.

Para la definición de los insumos misceláneos se sumaron los diferentes conceptos de producción, como lo son el costo de la semilla, fertilizantes, insecticidas, envases, energía eléctrica y agua, entre otros. Se asumió que los insumos directos son linealmente homogéneos a la producción, por lo que no es necesario identificar diferencias en su uso. Para su costo se estimó el costo de estos insumos de manera directa.

Una vez definidos los insumos y su valor se procedió al cálculo de la eficiencia siguiendo el modelo (2) descrito en el apartado anterior y las relaciones (3) a (5). Para la estimación del valor total de la producción se asumió un precio de mercado de \$0.50/planta.

RESULTADOS

Los resultados proporcionaron una clasificación de los viveros forestales por su eficiencia. Se identificaron varios viveros (9) con eficiencia técnica del 100 %. De hecho, la eficiencia técnica promedio es del orden del 72 %. Los viveros de baja eficiencia técnica están asociados a un uso ineficiente de todos los insumos sin destacar alguno en particular. La eficiencia económica promedio es baja y del orden de 67 %, lo que hace que la eficiencia total sea aún más baja, de cerca del 48 %. Alrededor del 54% de los viveros tienen una eficiencia total igual o menor al 50 %.

Las Figuras N° 1 y 2 muestran la relación entre la eficiencia técnica, económica y total. En el análisis de ambas figuras, resulta interesante notar que algunos viveros son más capaces desde el punto de vista técnico, mientras que otros muestran mayor habilidad para ser eficientes económicamente. La Figura N° 1 muestra que los viveros de la SEMARNAP en general tienen un grave problema de administración, ya que la eficiencia técnica está en casi todos los casos notablemente arriba de la curva de eficiencia total. Se observa que incluso viveros con costos altos son técnicamente eficientes, esto es, hacen un uso apropiado de alguna combinación de insumos. En estos casos los altos costos se deben a mayores costos misceláneos o exceso de infraestructura o superficie. Ello hace suponer que para estos viveros es necesario un sistema de abasto de insumos misceláneos que mejore el rendimiento total del vivero, o bien un incremento de su producción para que haga un uso eficiente de los insumos no variables y se reduzcan los costos fijos.

La Figura N° 2 muestra claramente que la eficiencia económica es la responsable de la baja eficiencia total de todos los viveros, ya que es la que mayormente contribuye a la reducción de la eficiencia total. La baja eficiencia económica significa que la combinación de los insumos usada es muy cara en relación a la producción que se está obteniendo.

Con objeto de distinguir cuáles insumos tienen mayor impacto en los viveros, se corrieron modelos de regresión lineal entre el costo de oportunidad de cada insumo (obtenidos del modelo 2) y el insumo para los 33 viveros analizados. El modelo usado en el análisis fue de la forma:

$$\ln(\text{insumo}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{costo de oportunidad del insumo})$$

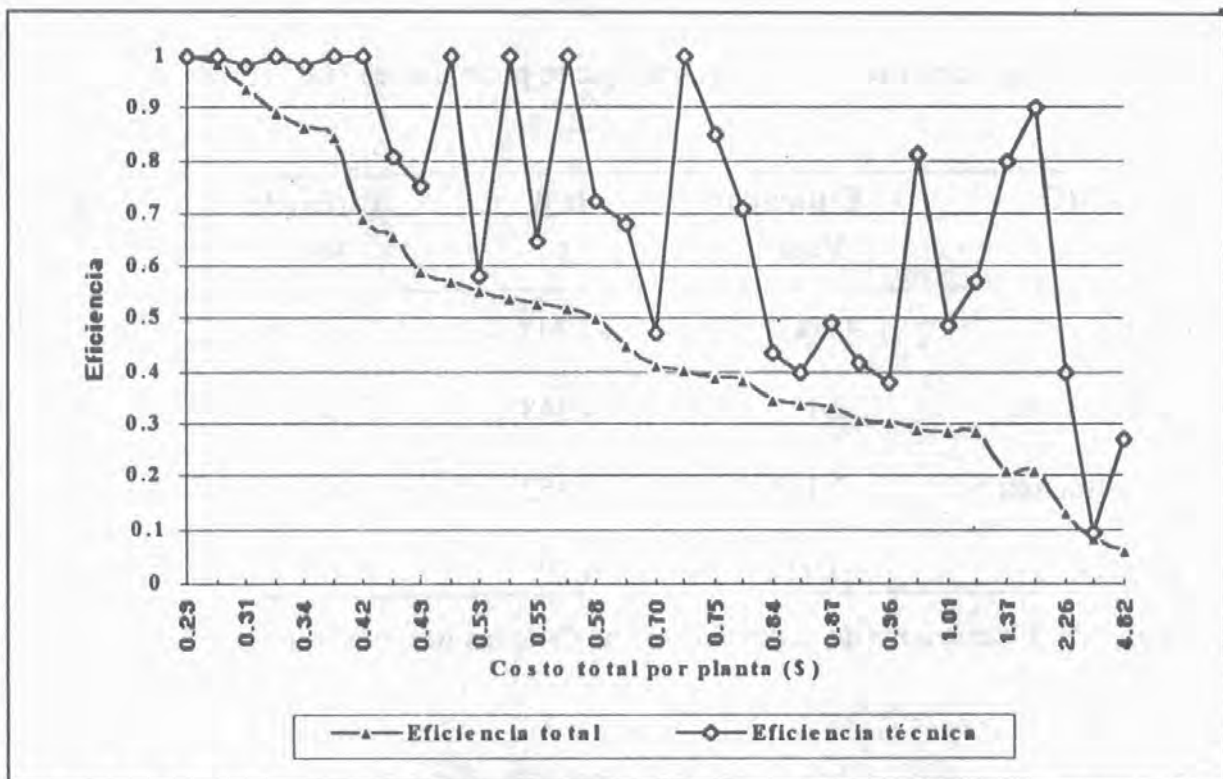


Figura N°1. Relación entre eficiencia técnica y eficiencia total de 33 viveros forestales.

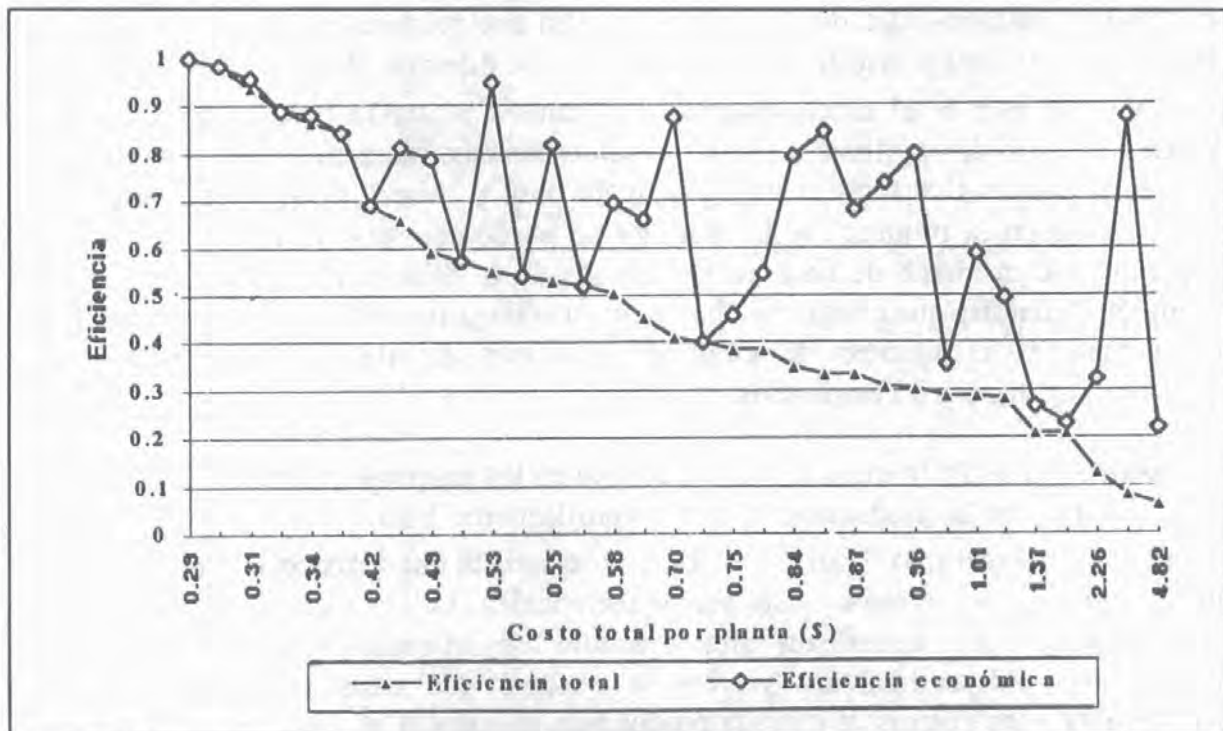


Figura N°2. Relación entre eficiencia económica y eficiencia total de 33 viveros forestales.

Los ajustes proporcionaron los estimadores que se presentan en el Cuadro N° 1.

INSUMO	Estimador Valor	de β_0 t	Estimador Valor	de β_1 t
superficie	-0.7815	-3.348	-0.666	-5.850
mano de obra	2.12	4.348	0.116	0.651
infraestructura	1.1189	1.952	-0.050	-0.201
misceláneos	-0.924	-4.506	-0.228	-1.513

Cuadro N°1. Estimadores de la demanda (lineal) de los insumos usados en los viveros.

Estos modelos son en realidad curvas de demanda de cada uno de los insumos, ya que ajustan la cantidad de planta producida y el precio que cada vivero esta dispuesto a pagar por el insumo indicado. El cuadro muestra que sólomente el insumo superficie tiene una elasticidad precio (β_1) significativamente diferente de cero. Ello indica que en promedio, este es el único insumo cuyo cambio afecta la producción de planta (cambia el costo de oportunidad) y por lo tanto cambios (aumento o disminución) en los demás insumos (infraestructura, mano de obra y misceláneos) en promedio no tienen efecto en la producción. Lo anterior se puede constatar al revisar la enorme disponibilidad de mano de obra en los viveros de la SEMARNAP. Por ejemplo, la Figura N° 3 muestra que existe una clara tendencia negativa de la eficiencia económica al incrementar el número de empleados después de algún nivel estable de aproximadamente 5 a 15 empleados.

El Cuadro N° 1 también muestra que un cambio en los insumos misceláneos no origina algún cambio en la producción (β_1 no significativo). Esto se puede analizar más claramente al observar la Figura N° 4. En ella se aprecia una tendencia de que a mayor uso de insumos misceláneos existe mayor ineficiencia. Lo anterior indica que existen varios viveros que tienen un alto consumo de insumos variables con bajos rendimientos. Al analizar los viveros se observó que estos casos corresponden mayormente a los viveros de elevada producción, quienes al no lograr rendimientos a escala tienden rápidamente a tener rendimientos marginales decrecientes en el uso de sus insumos.

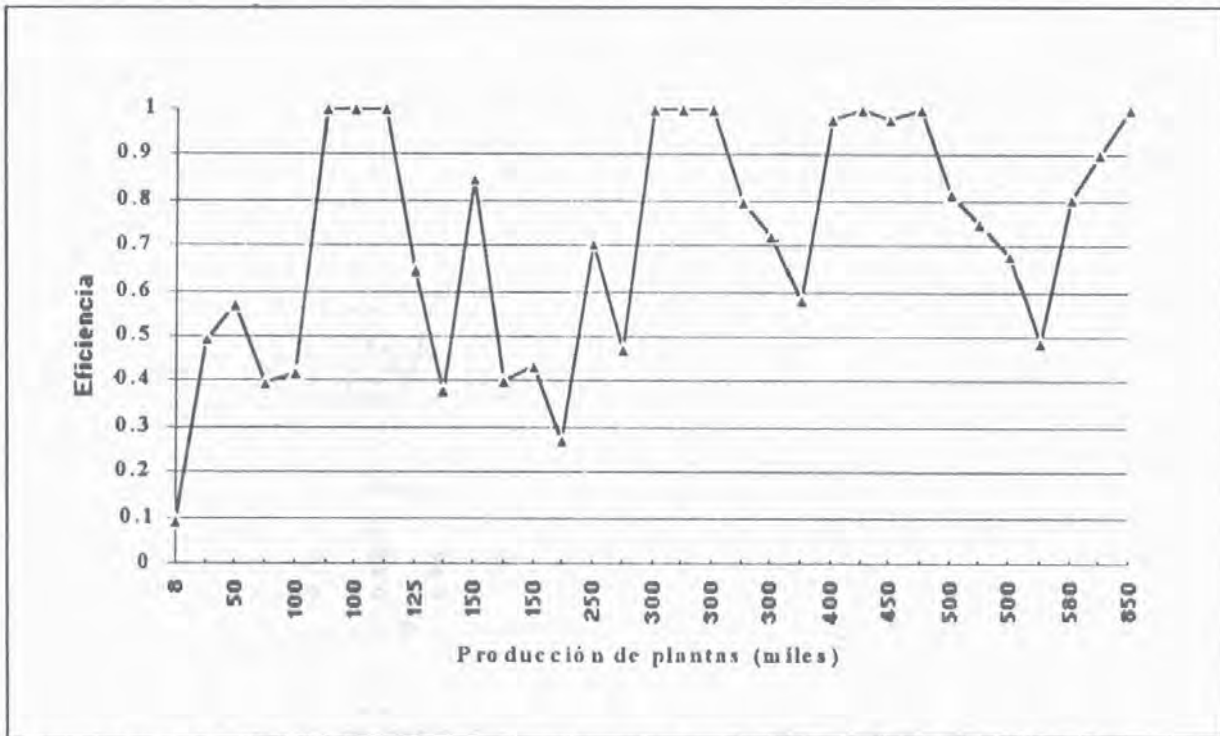


Figura N°3. Relación entre eficiencia económica y mano de obra en 33 viveros forestales.

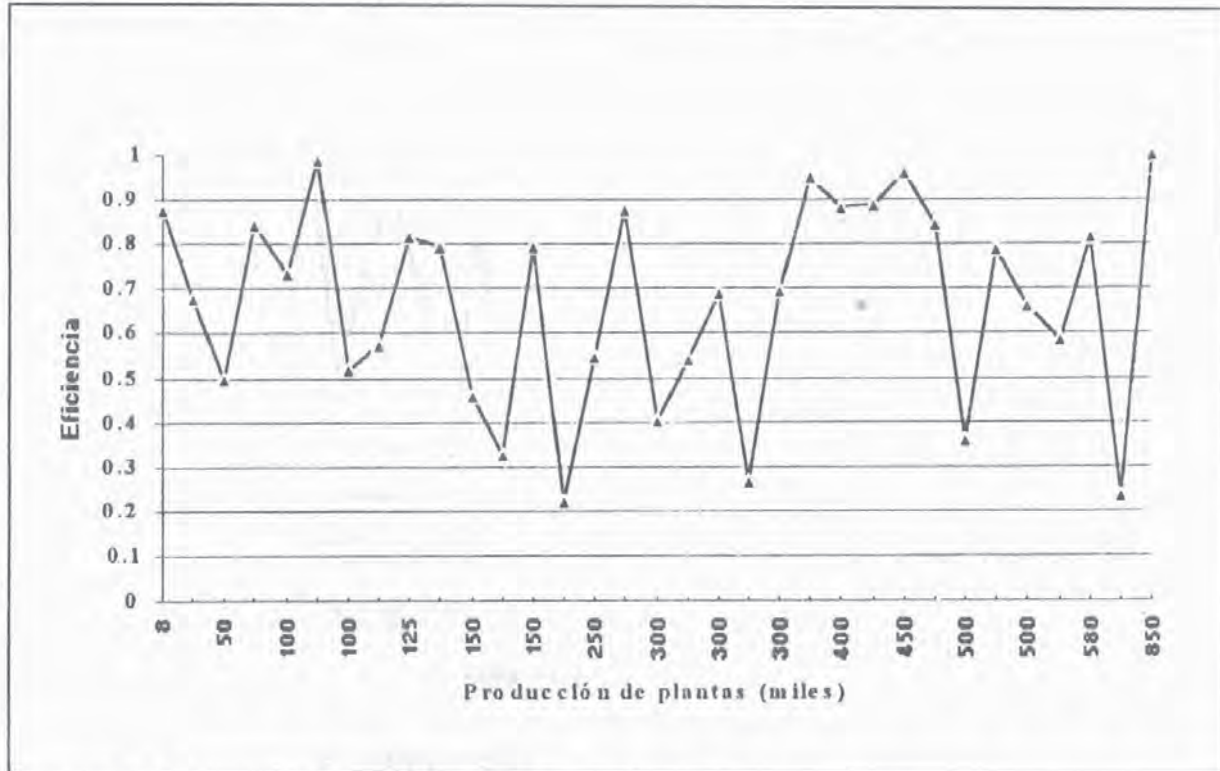


Figura N° 4. Relación entre insumos misceláneos y eficiencia.

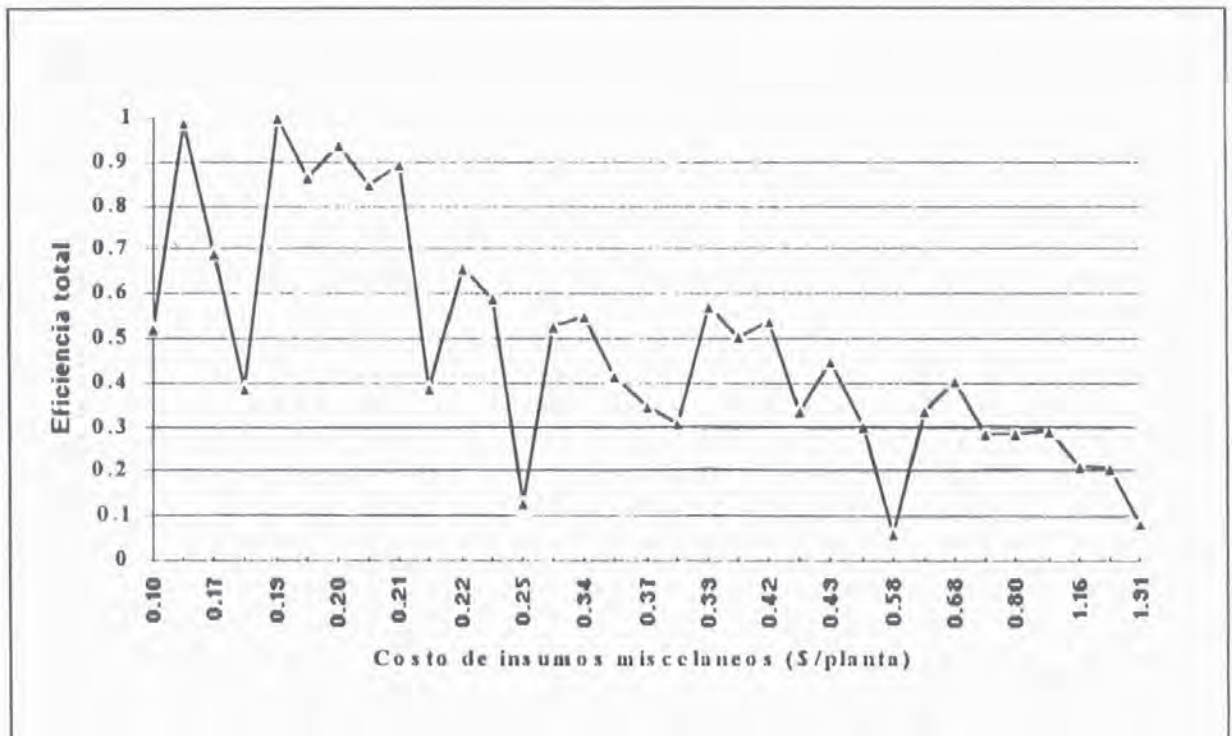


Figura N°5. Relación entre eficiencia técnica y producción en 33 viveros forestales.

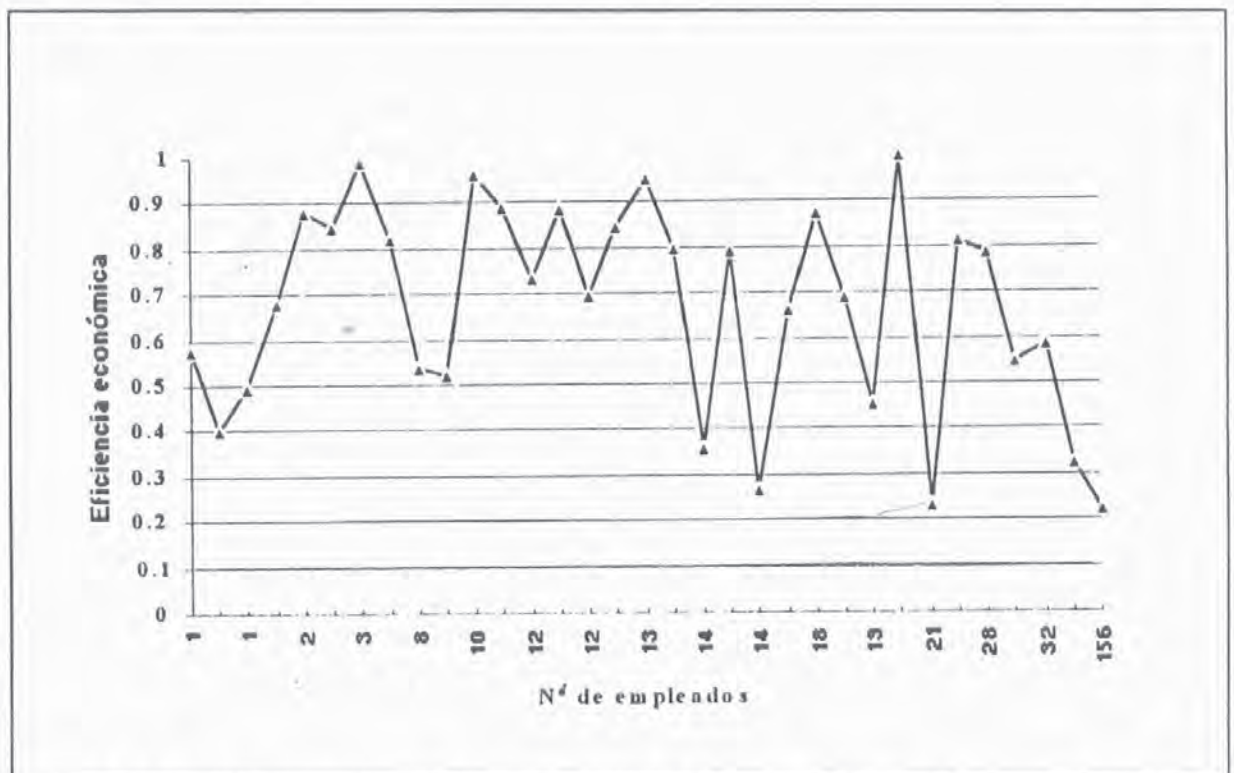


Figura N°6. Relación entre eficiencia económica y producción en 33 viveros forestales.

La infraestructura no mostró alguna relación con la eficiencia y como lo muestra el Cuadro N°1, es el insumo que menos relación tiene con el cambio en el nivel de producción. Ello se debe a que la mayor parte de los viveros se encuentran en dos condiciones extremas. Una en la que tienen un mínimo de infraestructura y requieren de mayor cantidad de ésta para usar plenamente la que disponen y la otra, que comprende a los viveros con mucha infraestructura, que no corresponde a los niveles de producción obtenidos.

Lo anterior indica que para eficientar más rápidamente los viveros debe seguirse el siguiente orden de actividades: mejorar el uso de insumos misceláneos, reducir la mano de obra en aquellos con exceso de ésta y finalmente mejorar la distribución y calidad de la infraestructura.

Existe una clara tendencia entre eficiencia y producción. Las Figuras N° 5 y 6 muestran la relación entre eficiencia técnica, económica y producción. Como puede apreciarse es notable que a mayor producción existe mayor eficiencia técnica; ello es debido principalmente a que a mayor producción se tiende a dar un mejor uso a todos los insumos disponibles. Sin embargo, la Figura N° 6 muestra que no existe una clara relación entre eficiencia económica y producción, lo cual, indica que a pesar del mejor uso de los insumos con el aumento de producción no se tiende a desarrollar economías de escala en la producción. Lo anterior puede deberse a problemas técnicos inherentes al sistema de producción, falta de insumos básicos (que puedan representar altos costos fijos), o bien problemas de administración ocasionados al manejar altos volúmenes de producción.

CONCLUSIONES

El modelo de programación lineal usado para medir la eficiencia relativa de los viveros forestales de la SEMARNAP ubicados en clima templado discriminó claramente viveros eficientes de los ineficientes. El análisis muestra que existen problemas técnicos en el uso de insumos, que al resolverse podrían incrementar la eficiencia en más del 25 %. Sin embargo, es más grave el problema económico, ya que se comprobó que la eficiencia económica promedio es inferior al 70 %. Es recomendable mejorar el uso de los insumos misceláneos, mano de obra e infraestructura. El análisis muestra que cambios en la infraestructura no tendrán mejoras sustanciales en la producción, lo cual sugiere dirigir las baterías en mejorar el uso de insumos misceláneos y mano de obra (reducción notable de ésta).

El presente es un análisis estático. Es probable que la clasificación de viveros por su eficiencia sea diferente en la actualidad, lo cual se daría solo si han existido cambios en la tecnología utilizada. A juzgar por el comportamiento de los insumos analizados, los problemas serán los mismos y se estima que no se registren cambios debidos a variaciones en precios de los factores de producción. A fin de conocer la variación en la clasificación de los viveros por su eficiencia y la estimación de ésta, se sensibilizaron los precios de los insumos. Esta sensibilización no mostró cambios para valores entre -250% + 350% de cambios en los precios. Lo anterior muestra un amplio rango de seguridad en las conclusiones logradas.

A pesar de que varios viveros mostraron una eficiencia técnica de 100 %, ello no indica que están optimizando el uso de sus insumos, sino que existe gran diversidad en combinaciones de insumos que proporcionan una producción eficiente para el sistema de producción en bolsa. Lo anterior es una prueba de que existe mucho por hacer para mejorar la eficiencia técnica de los viveros de la SEMARNAP. Un seguimiento a este análisis permitiría estimar funciones de producción de planta y una mejor contabilidad en los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- Dogramaci, A. and R. Färe. 1988. Applications of modern production theory: Efficiency and Productivity. Studies in production analysis. Kluwer Academic Pub. Boston MA, E.U. A. 275 p.
- Färe, R., S. Grosskopf and C.A. Knox-Lovell. 1985. The measurement of efficiency of production. Studies in production analysis. Kluwer Academic Pub. Boston MA, E.U. A. 216 p.
- Farrel, M.J. 1957. The measurement of Productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society, Series A, General*, 120 Part 3 pp 253-281.
- Paris, Q. 1991. An economic interpretation of Linear Programming. Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa, E.U.A. 337 p.
- Velázquez S., J.R. 1995. Evaluación de la eficiencia y situación actual de operación de los viveros forestales de la SEMARNAP. Tesis de Licenciatura, DICIFO, UACH, Chapingo, México. 77 p.