

EFFECTO POTENCIAL DE LA TECNOLOGIA MEJORADA SOBRE EL INGRESO AGRICOLA REGIONAL; EL CASO DEL DISTRITO DE DESARROLLO RURAL 151 DE TABASCO*.

Rafael RODRIGUEZ HERNANDEZ¹

RESUMEN

Ante la baja productividad de los cultivos en las áreas en que se usa tecnología tradicional, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP), se ha esforzado por generar tecnologías que permitan incrementar los índices de productividad y lograr mayores ingresos y producción.

El objetivo central de esta investigación fue hacer una evaluación económica de la tecnología generada y determinar su impacto en el ingreso agrícola a nivel del Distrito de Desarrollo Rural 151 de Cárdenas, Tabasco. La metodología empleada fue la programación lineal y se probaron cinco modelos: uno de ellos no involucró innovaciones tecnológicas, mientras que el resto incluyó la tecnología generada por el INIFAP en cuatro escenarios: condiciones normales, sequía, presencia de plagas y enfermedades, y temporal excelente.

Los resultados indicaron que la tecnología mejorada - principalmente variedades - es adecuada aún en condiciones adversas, ya que su uso en condiciones normales incrementa el ingreso agrícola un 81% en comparación a su no empleo.

*Artículo enviado al Comité Editorial del INIFAP Area Agrícola el 18 de noviembre de 1992.

¹: Investigador del Programa de Socioeconomía del INIFAP-Tabasco.

INTRODUCCION

A partir de 1988 la economía mexicana tomó nuevo rumbo en el marco de las transformaciones socioeconómicas internacionales. Ese año se planteó la modernización profunda de sus estructuras económicas, donde los conceptos de eficiencia y competitividad cobraron mucha importancia. Respecto al sector agrícola, en el Plan Nacional de Desarrollo (SPP(6), 1988) se señaló como prioridad nacional la modernización del campo para atender las necesidades de los campesinos y apoyar el desarrollo integral de todos los sectores de la sociedad.

La producción agropecuaria del estado de Tabasco, y concretamente del Distrito de Desarrollo Rural 151, se caracteriza por sus bajos rendimientos; por ejemplo, en el cultivo del maíz el máximo rendimiento de las variedades criollas es de 2.5 ton/ha; en frijol, de 0.7 ton/ha; y en yuca de 10 ton/ha.

Ante esta problemática, el INIFAP a través de sus investigaciones ha logrado generar nuevas tecnologías, principalmente variedades mejoradas, que presentan mejores índices de productividad respecto a las criollas; por ejemplo, se han evaluado maíces mejorados como el TH TTC-82 que alcanza un rendimiento de 3.5 ton/ha; el frijol Negro Huasteco que rinde 1.5 ton/ha y la yuca intercalada con frijol "pelón", con 14 y 0.8 ton/ha, respectivamente.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Determinar si existen diferencias, en términos de ingreso agrícola, entre el patrón histórico de actividades 90/91 y el patrón óptimo generado a través de un modelo de planeación agropecuaria para el Distrito de Desarrollo Rural 151 de Tabasco.
- Determinar el impacto de las nuevas tecnologías generadas por el INIFAP, principalmente variedades mejoradas, en la magnitud de las diferencias entre los patrones histórico y óptimo que incluyen dichas tecnologías.
- Analizar la sensibilidad de las tecnologías en condiciones adversas de sequía no extrema, presencia de plagas y enfermedades, y condiciones de temporal excelente.
- Formular sugerencias que permitan orientar las políticas de producción e investigación agrícola en el área de estudio.

REVISIÓN DE LITERATURA

Chiang (2) en 1983 y González (4) en 1980 señalaron que la programación lineal es una parte de la optimización matemática que tiene por objeto encontrar los puntos máximos o mínimos de una función lineal sujeta a un sistema de desigualdades lineales. Es un instrumento de planeación agropecuaria muy valioso en la asignación de recursos.

King (5) en 1988 indicó que un modelo de programación lineal consta de tres partes fundamentales: la función objetivo, un conjunto de restricciones y las condiciones de no negatividad. Puede escribirse como sigue:

$$\text{Máx } Z = \sum_{i=1}^n C_i X_i$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} X_j \leq b_i \quad i = 1, \dots, m$$

$$X_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n$$

Donde:

X_j = Nivel de la j-ésima actividad.

C_j = Ingreso por unidad o precio neto (ingreso total - costo variable).

a_{ij} = Cantidad del i-ésimo recurso necesario para producir una unidad de actividad j.

b_i = Cantidad disponible del i-ésimo recurso.

El problema consiste en encontrar el programa productivo que proporcione el mayor ingreso posible, sin que se violen los niveles disponibles de recursos y las condiciones de no negatividad.

En cuanto a trabajos empíricos destacan los siguientes: Aceves (1) en 1989, después de realizar un estudio en el Distrito de Desarrollo Rural 136 de Culiacán, Sin., con objeto de determinar el nivel óptimo de ingreso de los

productores de arroz, soya, frijol, hortalizas y frutales, señaló que la producción frutícola era muy importante, debido a que elevaba el ingreso significativamente con respecto al modelo que no incluía frutales.

Viana (7) 1990, evaluó la precocidad en el cultivo del frijol en Jutiapa, Guatemala, como alternativa para las variedades tardías. Incluyó los cultivos de sorgo, maíz y arroz, bajo tres escenarios: sequía, plagas y enfermedades, y condiciones favorables. Concluyó que la inclusión de variedades mejoradas se da cuando los niveles de daño por transtornos climáticos y fitosanitarios son más frecuentes.

MATERIALES Y METODOS

Obtención de la información

La información para esta investigación se obtuvo de varias fuentes, dentro de las cuales destacan el Distrito de Desarrollo Rural 151 de Cárdenas, Tab., de donde se obtuvo información referida a superficie total y su desagregación por actividad, el padrón de productores y la disponibilidad de maquinaria, entre otros aspectos. Del INIFAP se obtuvo información sobre las nuevas tecnologías como variedades, rendimientos y sistemas de manejo. También se revisaron los censos agropecuarios, y de población y los anuarios estadísticos.

Componentes del modelo y su cálculo

Los precios netos (PN) se definen como los ingresos totales (IT) menos los costos variables (CV) en que incurre cada actividad; o sea, $PN = IT - CV$; a su vez, los IT se calcularon multiplicando el precio de venta por el rendimiento.

Los coeficientes técnicos (a_{ij}) se obtuvieron directamente del INIFAP a través de las publicaciones e informes técnicos de los investigadores.

La disponibilidad de los recursos incluyó: a) una superficie laborable de 527,473 ha, la cual se dividió en: suelo tipo I (aluviales), 362,493 ha; suelo II (ácidos), 140,000 ha; y suelo III (costeros) 25,000 ha; b) un nivel de mano de obra de 914,575 jornales cada mes dentro de las fincas, calculado del padrón de productores; c) una cantidad de maquinaria equivalente a 111,000 horas-tractor cada mes, que se calculó a partir del inventario correspondiente.

Formulación de los modelos empíricos

Se formularon cinco modelos de programación lineal, los cuales se procesaron usando el paquete computacional BLPOG (Bounded Linear Programming) aparte del patrón histórico de actividades correspondientes al ciclo 90/91.

El patrón histórico (PH) se refiere a las actividades que comúnmente llevan a cabo los productores sin someterlas al proceso de programación. Está basado en la superficie dedicada a cada cultivo en el ciclo 90/91. Para calcular su valor, dicha superficie se multiplicó por los rendimientos medios y el resultado se multiplicó a su vez por el precio, obteniéndose así el ingreso total al cual se restaron los costos variables. El estudio comprendió los siguientes cultivos: maíz, 14,463 ha; frijol, 1,514 ha; arroz, 754 ha; yuca, 512 ha; sandía, 415 ha; piña 402 ha; naranja, 18,854 ha; cacao, 44,458 ha; coco, 18,854 ha; plátano, 3,073 ha; caña de azúcar, 7,956 ha; y pastos 421,196 ha.

El modelo económico sin tecnología INIFAP (ST), estuvo constituido por 87 actividades y 76 restricciones. La tecnología fue básicamente tradicional, y se pretendió demostrar que si tan sólo se redistribuyen los recursos, con esta misma tecnología se puede obtener mayor ingreso. Las actividades incluyeron a maíz, frijol, arroz, sandía, piña, yuca, naranja, cacao, plátano, caña de azúcar, cocotero y pastos nativos, todos sembrados tanto en otoño-invierno como en primavera-verano. Las actividades se enumeraron de X001 a X087.

Para constituir el modelo económico con tecnología INIFAP en condiciones normales (CN), al modelo ST se agregaron 42 actividades que comprendieron: maíz mejorado, frijol mejorado, arroz de riego, sorgo mejorado, yuca mecanizada y asociada con frijol, y pastos mejorados. También se consideró su siembra en los ciclos otoño-invierno y primavera-verano.

El modelo económico que considera sequía no extrema (SE), tuvo la finalidad de detectar el efecto de sequía sobre la tecnología tradicional y mejorada. Al modelo dos se introdujeron cambios en los rendimientos de los cultivos por dicho efecto, en la forma siguiente: frijol mejorado, 40%; frijol criollo, 20%; maíz ambos tipos, 38%; sorgo, yuca y naranja, 15%; sandía, maíz, 35%; cacao, 10%; plátano, 30%; caña de azúcar, 30%; pasto nativo, 10%; pasto mejorado, 20%.

El modelo económico que considera temporal excelente (TE), tuvo la finalidad de estimar el efecto de un año excelente en lluvia. Al modelo dos se

introdujeron aumentos en los rendimientos en las siguientes magnitudes: frijol mejorado, maíz criollo, piña, cacao y plátano, 15%; frijol criollo, 10%; maíz mejorado, yuca, sandía y pastos nativos y mejorados, 20%; arroz de temporal y sorgo, 25%; caña de azúcar, 30%.

Con el modelo económico que considera presencia de plagas y enfermedades (PE), se procuró ver el efecto de una incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos. Al modelo dos se introdujeron las siguientes reducciones en el rendimiento: frijol ambos tipos, 40% (*Diabrotica*); maíz ambos tipos, 30% (Gusano cogollero); sorgo mejorado, 25% (Mosquita café); yuca, 43% (Gusano del cuerno); arroz, 35% (Quema del arroz); sandía, 60% (Virosis); piña, 30% (Piojo harinoso); naranja, 35% (Antracnosis); cacao, 50% (Putridión negra de la mazorca); plátano, 40% (Picudo negro); caña de azúcar, 30%; cocotero, 30% (Anillo rojo).

RESULTADOS Y DISCUSION

En cuanto al ingreso total, se tiene que con el patrón histórico 90/91 los productores obtienen 502,479 millones de pesos (Figura 1); en cambio, el modelo sin tecnología (ST) incluye un ingreso de 568,288 millones de pesos, lo cual indica que tan sólo con redistribuir los recursos, principalmente la tierra, se logra un incremento en el ingreso de 65,789 millones de pesos, o sea un 13% más.

Cuando se incorporan las tecnologías del INIFAP en condiciones normales (CN), el ingreso que se obtiene es de 1'030,567 millones de pesos, el cual supera en 462,279 millones de pesos, o sea 81%, al aportado por el modelo sin tecnología.

Con el modelo que considera sequía (SE), el ingreso disminuye a 761,724 millones de pesos, pero sigue siendo superior en 193,434 millones de pesos, o sea en 34%, al obtenido con el modelo sin tecnología e inferior en 26% al de temporal normal.

Con el modelo que contempla temporal excelente (TE), el ingreso aumenta a 1'408,204 millones de pesos, el cual es superior en 839,915 millones de pesos, es decir en 147% al obtenido con el modelo sin tecnología, y superior en 36% respecto al observado en condiciones normales.

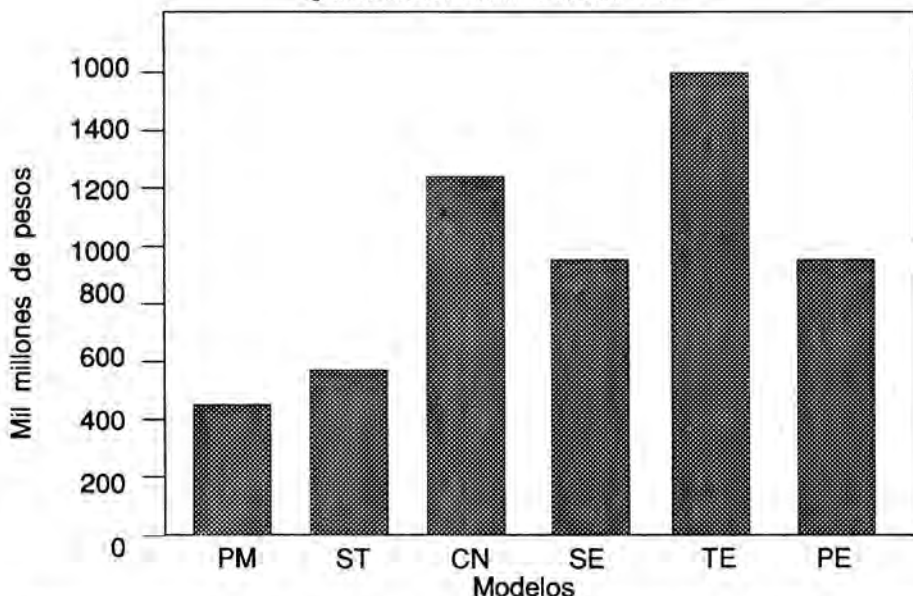


Figura 1. Impacto de las tecnologías INIFAP sobre el ingreso agrícola en el Distrito de Desarrollo Rural 151 de Cárdenas, Tabasco.

Con el modelo que incluye ataque de plagas y enfermedades (PE), el ingreso es de 761,856 millones de pesos, el cual sigue siendo superior en 193,568 millones de pesos al modelo sin tecnología, o sea en 34%, pero menor en 26% al obtenido en condiciones normales.

En el modelo sin tecnología (ST) destacan los siguientes cultivos: maíz criollo blanco sembrado en primavera-verano con 15,000 ha en total; frijol Nacajuca sembrado en otoño-invierno con 10,000 ha; arroz de temporal variedad Campeche A-60 con 15,000 ha; sandía variedad local con 20,000 ha; piña con 8,000 ha; plantaciones de naranja con 20,000 ha; cacao con 27,473 ha; cocotero con 25,000 ha y los pastos con 400,000 ha (300,000 en suelo tipo I y 100,000 en suelo tipo II).

Cuando se incorporan las tecnologías de INIFAP en condiciones normales (CN), el patrón de cultivos cambia considerablemente. Aparecen en la misma magnitud los cultivos de piña, naranja, plátano y cocotero, y surgen otros nuevos como maíz mejorado variedad TH TTC-82 en primavera-verano con 25,000 ha; frijol Negro Huasteco con 57,453 ha; arroz de riego con 15,000 ha y yuca asociada con frijol "pelón" con 12,000 ha. Desaparecen el cacao, frijol

Nacajuca, arroz de temporal, sandía y maíz criollo. La superficie con pastos es de 400,000 ha; los pastos nativos son sustituidos completamente por los mejorados (300,000 ha de pasto Remolino y 100,000 ha de pasto Chontalpo).

Al considerar el efecto de la sequía (SE), los cultivos más rentables como piña, naranja y plátano vuelven a aparecer en la misma magnitud que en los modelos anteriores. La superficie de frijol disminuye a solamente 9,273 ha, lo cual es explicable porque esta especie es muy susceptible a la falta de agua. La superficie de arroz se diversifica en tres períodos de siembra (mayo, junio y julio), desaparece la yuca-frijol y su lugar lo ocupa la yuca mecanizada con 12,000 ha. La superficie de pastos mejorados sigue siendo de 400,000 ha.

Cuando se supone la presencia de un temporal excelente (TE), siguen apareciendo los cultivos de piña, naranja y plátano, y además se tiene arroz de temporal, lo cual indica que el riego no es necesario; asimismo, reaparece la yuca-frijol con 12,000 ha y desaparece el sorgo. Por último, en el modelo que incluye ataque de plagas y enfermedades (PE), el cocotero desaparece por ser un cultivo muy susceptible.

Respecto al uso de recursos, el suelo tipo I es suficiente y todavía se generan más sobrantes cuando se incorpora la tecnología de INIFAP, lo cual significa que con la tecnología mejorada no sólo se obtiene mayor ingreso y producción, sino que esto se logra con menos recursos. Solamente en los meses de febrero y marzo este tipo de suelo es escaso. Respecto a los tipos de suelo II y III, éstos se agotan en todos los meses y para los cinco modelos.

La mano de obra familiar es escasa, por lo que las unidades de producción tienen que recurrir a la contratación de este recurso. El uso de tecnología mejorada exige el empleo de más mano de obra, especialmente en los meses de mayo, julio y noviembre, lo que implica un beneficio de carácter social importante. Con el uso de tal tecnología se requieren anualmente 1,609 mil jornales más, que con el modelo donde aquélla no se usa, lo que equivale a un incremento del 13% en ese recurso.

La maquinaria agrícola se agota en la mayoría de los meses y sólo en marzo, abril y mayo este recurso es innecesario. En junio y en febrero, cuando las condiciones son normales, los productores deben contratar maquinaria fuera del Distrito en cantidades equivalentes a 513,000 y 314,279 horas-tractor, respectivamente.

El impacto de la tecnología en la producción de los cultivos es considerable. Respecto al maíz, mientras que con el patrón histórico 90/91 se obtiene una producción de 33,195 ton, haciendo una redistribución de los recursos y aún sin incluir la tecnología, la cifra se incrementa a 34,500 ton, o sea 4% más. Con la tecnología mejorada la producción crece a 87,500 ton, o sea 153% más respecto al modelo sin tecnología. La producción de arroz pasa de 1,414 ton con el patrón histórico a 60,000 ton con el modelo sin tecnología mejorada, y cuando se introduce ésta, la producción es de 75,000 ton, o sea 25% más. La cosecha de yuca cambia de 144,000 ton con el modelo sin tecnología a 168,000 ton con tecnología; dicho incremento es de 24,000 ton, lo que representa un 17% más.

CONCLUSIONES

1. Existe una brecha, en términos de ingreso agrícola, entre el patrón histórico de actividades 90/91 y el patrón óptimo generado por los modelos sin las nuevas tecnologías, por lo que se confirma la importancia de esta herramienta en la planeación agropecuaria, ya que sólo con redistribuir los recursos se puede incrementar el ingreso en 13%.
2. En condiciones normales, con el uso de la tecnología INIFAP el ingreso agrícola se incrementa un 81% respecto a cuando no se usa dicha tecnología. Con estos resultados queda confirmada la eficiencia de las mejoras tecnológicas en condiciones medias.
3. Bajo condiciones adversas de sequía y ataque de plagas y enfermedades, el uso de tecnología mejorada permite amortiguar la caída del ingreso agrícola, ya que éste sigue siendo superior en 34% al que se logra cuando no se usa tal tecnología.
4. La importancia del agua se refleja en que bajo condiciones de temporal excelente y usando las nuevas tecnologías, el ingreso agrícola crece un 147%.
5. Las nuevas tecnologías sustituyen casi completamente a las tecnologías tradicionales, excepto en el arroz de temporal que es competitivo bajo condiciones favorables de lluvias.
6. La sandía, maíz criollo, frijol Nacajuca, arroz de temporal, sorgo variedad UXI-15, caña de azúcar, cacao y yuca cultivada manualmente no son competitivos cuando se introducen las nuevas tecnologías en condiciones medias.

7. Las nuevas tecnologías más rentables en condiciones normales (medias) son: maíz variedad TH TTC-02, frijol variedad Negro Huasteco, arroz de riego variedad Campeche A-80 y la yuca variedad Sabanera asociada con frijol "Pelón" línea TVX32012F; así como los pastos Remolino y Chontalpo.
8. Al incorporar las nuevas tecnologías se obtienen más sobrantes de suelo tipo I respecto a cuando no se usa dicha tecnología; sólo en los meses de febrero y marzo este recurso se agota, lo cual indica que la tecnología mejorada demanda menor cantidad de este tipo de suelo.
9. La mano de obra familiar es escasa para todos los modelos estudiados, por lo que las unidades de producción tienen necesidad de alquilar este recurso, mayormente en los meses de mayo, julio y noviembre.
10. Es claro el impacto del uso de la tecnología mejorada sobre la oferta de productos agrícolas, entre los que destacan el maíz y arroz, cuyas producciones crecen un 153% y 25%, respectivamente.

LITERATURA CITADA

1. Aceves, R.M. 1989. *La fruticultura en el Distrito de Desarrollo Rural No. 136. Culiacán, Sin.*, Tesis M.C. Centro de Economía. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Méx. p. 50-75.
2. Chiang, A. 1983. *Métodos fundamentales de economía matemática*. Amorrortu Editores. Buenos Aires. p. 450-486.
3. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Tabasco. 1988. *Primera Reunión Científica Forestal y Agropecuaria*. SARH, INIFAP. Villahermosa, Tab. p. 3.
4. González, E. A. 1988. *La matemática de la economía; I. Álgebra lineal*. Chapingo, Méx. p. 350-423.
5. King, A. R. 1988. *Mathematical programming for economic analysis in agriculture*. North Carolina Press. p. 10-11.
6. Secretaría de Programación y Presupuesto (SPP). 1988. *Plan Nacional de Desarrollo. 1988-1994*. México, D.F. p. 87-105.
7. Viana, R. A. 1990. *Evaluación económica del carácter precocidad en el cultivo del frijol y derivación de planes óptimos económicos de producción*. Jutiapa Guatemala. Tesis M.C. Centro de Economía. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México p. 43-60.