

PRODUCCIÓN, PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD DE MAÍZ FORRAJERO (*Zea mays*) REGADO POR GRAVEDAD EN LA LAGUNA, MÉXICO DE 1990 A 2005

PRODUCTION, PRODUCTIVITY AND PROFITABILITY OF FORAGE CORN (*Zea mays*) GRAVITY IRRIGATED IN THE LAGUNA, MÉXICO FROM 1990 TO 2005

J. L. Ríos Flores¹, H. Espinoza Espinoza², M. A. Vergara Sánchez², M. Torres Moreno³, M. A. Hernández Martínez⁴, S. Sanchez Hernández⁵

¹ Profesor investigador de la Universidad Autónoma Chapingo. ² Profesor investigador del Departamento de Suelos de la UACH.

³ Ing. Agr. Universidad Autónoma Chapingo-URUZA. ⁴ Ing. Agr. Universidad Autónoma Chapingo.

⁵ Alumno egresado del Departamento de Suelos de la UACH.

RESUMEN. Se utilizó metodología económica consistente en la relación Beneficio-Costo, así como diversos indicadores de productividad por hectárea y por hora de trabajo invertido. Se utilizaron los enfoques económicos siguientes: matemático, estructural y estático-comparativo pues se comparó siempre 2003-2005 versus 1990-1992. Asimismo, se utilizó el método de valoración a precios constantes, considerando como base de deflactación al año 2002. Los resultados muestran que la superficie cosechada, la producción y el valor generado por el cultivo aumentaron respectivamente de 4,150 a 9,787 ha (136%), de 150,006 a 438,652 toneladas anuales (192%) y de \$20.5 a \$97.9 millones de pesos (377%). La productividad por hectárea creció 24% en términos físicos (de 36,146 a 42,821 ton/ha). La relación Beneficio-Costo fue creciente, fue desde una pérdida de 3% en 1990-1992 a 41.8% de ganancia en 2003-2005. El principal costo es la siembra y fertilización, pero se abarató en términos relativos, pues de representar 32.1% del costo total disminuyó a 31.1%. La hora de trabajo se hizo más productiva, pues de 172.6 subió a 353 la cantidad de kilos de maíz forrajero producidos por hora de trabajo, asimismo, de 6.09 descendió a 2.85 el total de horas de trabajo invertidas por tonelada de maíz forrajero, finalmente, mientras que en una hora de trabajo se producían \$23 en 1990-1992, en 2003,2005 esa hora produjo \$77.7 de ingreso. A nivel de la hectárea agrícola promedio, disminuyó de 220.7 hasta 125 la cantidad de horas de trabajo invertidas por hectárea. La creciente rentabilidad del cultivo de maíz forrajero es la causa que subyace atrás de su notoria expansión y desaparición de cultivos básicos del patrón agrícola.

Palabras clave: maíz forrajero, productividad y rentabilidad

SUMMARY. The objective was to determine the productivity and profitability of the crop of corn forage (*Zea mays*) irrigated by gravity in La Region Lagunera, Mexico. We used methodology consisting of the economic relationship Benefit-Cost, as well as various indicators of productivity per hectare and per hour of work invested. We used the following economic approaches: mathematician, structural and comparative-static as it always compared 2003-2005 versus 1990-1992. Also, we used the method of valuation at constant prices, considering the year 2002 as a basis for deflating. The results show us that the area planted production and the value generated by the cultivation increased respectively from 4,150 to 9,787 hectares (136%), from 15,000 to 438,652 ton per year (192%) and from \$20.5 to \$97.9 million pesos (377%). The productivity per hectare grew 24% in physical terms (from 36,146 to 42,821 ton / hectare). The relationship Benefit-Cost indicator was rising because increased from 3% on the base to 41.8% in 2003-2005. The main cost is the establishment of culture and fertilization, but the cost decrease in relative terms, therefore represent 32.1% of the total cost decreased to 31.1%. The hour of work became more productive, because from 172.6 rose to 353 the number of kilos of corn forage produced per hour of work, also fell from 6.09 to 2.85 total working hours spent per ton of alfalfa, finally, while within one hour of work it had produced \$23 in 1990-1992, in 2003-2005 were produced \$77.7 as income. The growing profitability of the crop of corn forage is the underlying cause behind its notorious expansion and disappears of basic grain in the agricultural pattern.

Key words: forage corn, productivity and profitability.

INTRODUCCIÓN

Como actividad económica la agricultura puede ser una fuente de crecimiento para la economía nacional, crear oportunidades de inversión para el sector privado e impulsar en gran medida las industrias relacionadas con la agricultura y la economía rural no agrícola. Dos tercios del valor agregado de la agricultura se generan en los países en desarrollo. En los países agrícolas, la actividad es responsable, en promedio, del 29% del producto interno bruto (PIB) y emplea al 65% de la fuerza laboral. Las industrias y los servicios vinculados con la agricultura en las cadenas de valor a menudo representan más del 30% del PIB en los países en proceso de transformación y los urbanizados. La producción agrícola es importante para la seguridad alimentaria, puesto que es una fuente de ingresos para la mayoría de la población rural pobre (Banco Mundial, 2008).

La nueva agricultura está impulsada por empresas privadas integradas en amplias cadenas de valor. La agricultura dedicada a cultivos básicos y a las exportaciones de bienes primarios tradicionales también encuentra nuevos mercados a medida que se vuelve más diferenciada para satisfacer las cambiantes demandas de los consumidores y los nuevos usos (por ejemplo, biocombustibles) y se beneficia de la integración en mercados regionales. No obstante, la situación de la agricultura presenta grandes incertidumbres difíciles de prever y exige cautela en la gestión de la oferta mundial de alimentos (Banco Mundial, 2008).

En este sentido en la Comarca Lagunera, México se ha propiciado la producción de forrajes, principalmente alfalfa, maíz forrajero y sorgo forrajero para satisfacer las demandas de forraje de la industria lechera. Sin embargo, la producción de cultivos básicos (maíz, frijol y trigo) se ha visto seriamente afectada, por ello es importante determinar si la rentabilidad del cultivo, la productividad monetaria y horaria así como el ingreso monetario por hectárea son los principales factores que desencadenan este proceso de "forrajerización" del patrón agrícola (Parra, 2008).

MATERIALES Y METODOS

Fuentes de información

Se utilizaron los Anuarios Estadísticos de la Producción Agropecuaria, editados por la Secretaría de Agricultura (SAGARPA) Delegación Comarca Lagunera, Ciudad Lerdo, Durango de los años 1990-2006.

Variables evaluadas

De los Anuarios Estadísticos, se obtuvieron las principales variables macroeconómicas:

- a) Superficie cosechada anual
- b) Producción física anual y
- c) Valor Bruto de la Producción (VBP en lo sucesivo).
- d) Costos de producción por hectárea en pesos corrientes o nominales
- e) Número de jornales de trabajo invertidos por hectárea

A partir de las cuales se obtuvieron las demás variables económicas de elaboración propia como:

- f) Precios nominales o corrientes por tonelada.
- g) Precios reales valorados en pesos constantes de 2002.
- h) VBP en pesos constantes de 2002.
- i) Rendimiento físico por hectárea y por hora de trabajo (en toneladas por hectárea).
- j) Rendimiento monetario por hectárea y por hora de trabajo (en pesos constantes de 2002).
- k) Costos de producción por hectárea y por hora de trabajo (en pesos constantes de 2002).
- l) Horas de trabajo invertidas por tonelada y por \$1000 de producto

Métodos y procedimientos

De la Economía Descriptiva se utilizarán los métodos directo e indirecto de valoración a precios constantes, a la valoración a precios constantes se le denomina también método de deflactación. De acuerdo con Astori (1989), el método directo consiste en quitar el efecto de la inflación (para poder realizar comparaciones entre variables monetarias, de otro modo no se podría comparar ya que éstas tienen diferentes poderes adquisitivos) se realizara de la siguiente forma se multiplicará la cantidad de unidades físicas producidas por el precio de un determinado año base, y ese precio permanecerá constante en cada uno de los períodos de tiempo de que conste el análisis, por su parte, el método indirecto de deflactación consiste en dividir las cifras expresadas en precios nominales o corrientes (variables a las que no se les ha quitado el efecto distorsionante de la inflación) entre un índice de precios pertinente y de la rama económica en la que se ubique el bien.

Métodos de la Microeconomía

Se utilizó metodología matemática propia de la Microeconomía Agrícola, básicamente se utilizó el método de la relación Beneficio/Costo, en el cual al

Beneficio se le identificó como el ingreso o rendimiento monetario por hectárea (RM), el cual es igual al producto del rendimiento físico (RF) del cultivo multiplicado por el precio real (PR) por tonelada (el precio real es igual al precio nominal o corriente una vez que ha sido deflactado). Es decir: $RM = RF * PR$, por su parte, el costo por hectárea fue definido como el costo de cada una de las actividades que se tienen que realizar al cultivo para que a nivel comercial se lleve a cabo la producción, esas actividades fueron los costos de la siembra y fertilización, riego, fitosanidad, y cosecha, al igual que el ingreso. El costo fue deflactado a precios constantes de 2002, ya deflactados, de generó un cociente, en el que en el numerador estará ocupado por el rendimiento monetario por hectárea y en el denominador se tendrá al costo, así, el resultado dará un número índice, mayor que uno, menor que uno o igual a uno, si es mayor que uno, la porción en que exceda a la unidad indicará el grado de rentabilidad del cultivo, 1.26 por ejemplo, indicará que la rentabilidad sobre el capital invertido será de un 26%, si es menor a la unidad indicará pérdida, 0.78 por ejemplo, indicará que hubo una pérdida de 22% ($=0.78 - 1 = 0.22$).

Los Precios nominales o corrientes por tonelada ($= P_n$) se obtendrán dividiendo el VBP en pesos corrientes (VBP_n) entre la producción física anual (P). Los precios reales se obtendrán dividiendo el precio nominal correspondiente entre el índice de precios pertinente al año en cuestión y multiplicándose por 100. Es decir, $Pr = VBP_n / P_n$.

El VBP en pesos constantes de 2002 (VBP_k) se obtuvo por el método directo de deflactación; multiplicando la producción física anual (P) pertinente por el precio real

(PR) por tonelada correspondiente al año de la producción física en cuestión. Es decir, $VBP_k = P * PR$

El rendimiento físico por hectárea (RF) y por hora de trabajo (RFh), expresados en toneladas por hectárea y kilos por hora de trabajo respectivamente, se obtuvo dividiendo la producción física anual (P) entre la correspondiente superficie cosechada anual (S), y para el rendimiento físico por hora de trabajo invertido, se obtuvo dividiendo el rendimiento físico por hectárea entre la cantidad de horas de trabajo invertidas por hectárea (H). La cantidad de horas de trabajo invertidas por hectárea se obtendrán multiplicando el número de jornales de trabajo por hectárea por ocho. Lo anterior equivale a las ecuaciones matemáticas: $RF = P / S$ y $RFh = RF / H$ respectivamente.

El rendimiento monetario por hectárea (RM) y por hora de trabajo (RM h), en pesos constantes de 2002 obtenidos por hectárea y por hora de trabajo respectivamente, se obtendrán multiplicando el rendimiento físico por hectárea por el precio real por tonelada, y para el rendimiento monetario por hora de trabajo invertido, se obtendrá dividiendo el rendimiento monetario por hectárea entre la cantidad de horas de trabajo invertidas por hectárea (H). Lo anterior estará representado por las ecuaciones: $RM = RF * PR$ ya señalada en el primer párrafo de este epígrafe, y para el rendimiento monetario por hora de trabajo, la ecuación matemática estará dada por: $RM h = RM / H$

Los costos de producción por hora de trabajo, expresados en pesos constantes de 2002, se obtuvieron dividiendo el costo por hectárea entre el total de horas de trabajo invertidas por hectárea. La cantidad de horas

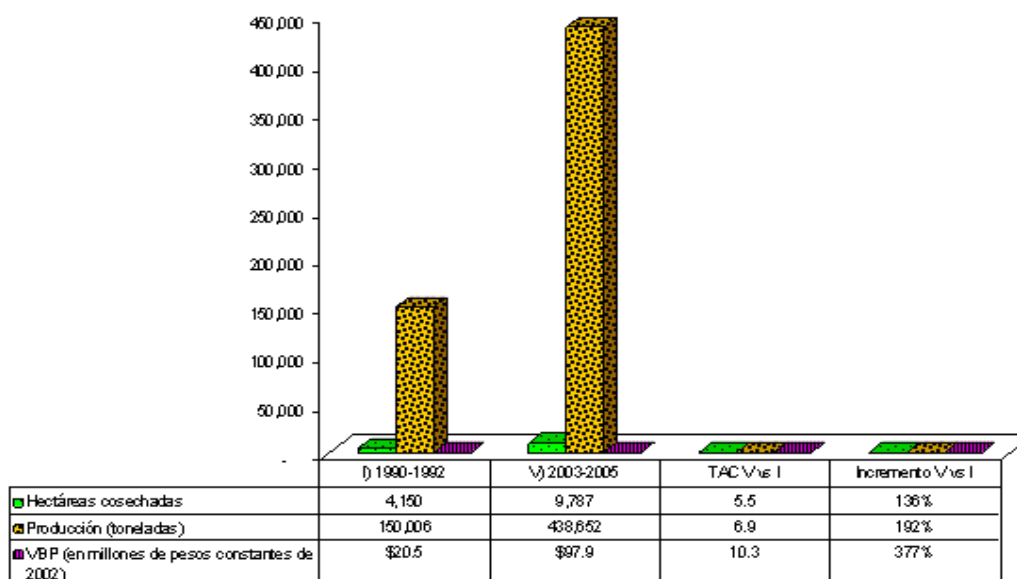


Figura 1. Superficie, producción y Valor Bruto de la Producción del cultivo de maíz forrajero irrigado por gravedad en La Laguna, 1990-2005.

de trabajo invertidas por tonelada y por cada \$1,000 de producto, se obtendrán dividiendo la cantidad de horas de trabajo invertidas por hectárea entre el rendimiento físico obtenido por hectárea, asimismo, al multiplicar por 1000 el total de horas invertidas por hectárea y posteriormente dividirlo entre el rendimiento monetario por hectárea se obtendrá la cantidad de horas de trabajo invertidas para obtener \$1,000 de valor producido por el cultivo de maíz forrajero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Superficie, producción, valor, precios

En el lapso estudiado de 1990 a 2005, se encontró que la superficie cosechada e irrigada por gravedad del cultivo de maíz forrajero aumentó 136%, pues en el período base de 1990-1992 se cosechaban 4,150 hectáreas anuales y en el trienio 2003-2005 la superficie creció hasta 9,787 ha anuales, lo que implica aumentó a una tasa anual de crecimiento (TAC en lo sucesivo) igual al 5.5%, misma que resultó menor a las TAC de la producción física (que creció al 6.9% anual) y del Valor Bruto de la Producción anual (VBP en lo sucesivo, que aumentó al 10.3%). El alza en la superficie cosechada trajo consigo que la producción física aumentase 192%, que en términos absolutos, implicase un aumento desde 150,006 hasta 438,652 toneladas anuales, a la vez que el VBP aumentó 377% en el período, desde \$20.5 hasta \$97.9 millones anuales de pesos constantes de 2002 (Fig. 1).

En términos relativos, de acuerdo al Cuadro 1, comparando siempre el año promedio de 2003-2005 en contra del año base 1990-1992, la superficie del maíz forrajero irrigada por gravedad disminuyó de 63.1 a

40.7% del total de maíz forrajero cosechado en La Laguna, en contraparte, se infiere que el maíz forrajero irrigado por bombeo, con base en Valdéz (2008), aumentó del 36.9 al 59.3% respectivamente. Asimismo, la superficie cosechada del maíz forrajero irrigado por gravedad, en relación a todos los cultivos forrajeros (maíz forrajero, alfalfa, sorgo forrajero, zacates, tréboles, etc.) irrigados por bombeo y gravedad en La Laguna, aumentó del 9.5 al 11.2%, lo mismo que en relación a la superficie agrícola de todo el patrón agrícola, pues se elevó del 2.4 al 6.7%.

Producción y superficie cosechada

En términos relativos, la producción física anual del maíz forrajero irrigada por gravedad, al igual que la superficie cosechada, disminuyó, en este caso de 62.2 a 38.6% del total de maíz forrajero cosechado en La Laguna, por lo que, al igual que en la superficie, el maíz forrajero irrigado por bombeo, con base en Valdéz (2008), aumentó del 38.8 al 51.4% respectivamente entre 1990-1992 y 2003-2005, y respecto del total (de bombeo más gravedad) del maíz forrajero, el de gravedad, aumentó del 6.8 al 8.4%, lo mismo sucedió en relación a todo el volumen físico de la producción anual del cultivo elevó su contribución, ya que representaba en la base el 5.7%, y ya en 2003-2005 ocupó el 8.0% de las 5,507 miles de toneladas de producto agrícola producido (Cuadro 1).

En cuanto al aporte del cultivo de maíz forrajero de bombeo en el VBP, se encontró que a nivel de todo el maíz forrajero cosechado en La Laguna, esto es, el de bombeo y el de gravedad, el de gravedad descendió del 62.4 al 38.6%, lo que señala que el maíz forrajero de

Cuadro 1: Contribución porcentual del cultivo de MAÍZ FORRAJERO irrigado por GRAVEDAD en la agricultura de La Laguna en 1990-1992 y 2003-2005.

	1990-1992		2003-2005	
	Hectáreas cosechadas	Aporte (%)	Hectáreas cosechadas	Aporte (%)
Superficie:				
Maíz Forrajero G	4,150		9,787	
Maíz Forrajero B	2,424		14,258	
Maíz Forrajero: G+B	6,574	63.1%	24,045	40.7%
FORRAJES B y G	43,742	9.5%	87,052	11.2%
Todo el patrón agrícola	169,813	2.4%	146,194	6.7%
Producción física				
	Miles de ton	Aporte (%)	Miles de ton	Aporte (%)
Maíz Forrajero G	150.0		438.7	
Maíz Forrajero B	91		699	
Maíz Forrajero: G/(G+B)	241	62.2%	1,138	38.6%
FORRAJES B y G	2,221	6.8%	5,202	8.4%
Todo el patrón agrícola	2,639	5.7%	5,507	8.0%
Valor Bruto de la Producción \$		Aporte (%)		Aporte (%)
Maíz Forrajero G	\$ 20.5		\$ 97.9	
Maíz Forrajero B	\$ 12.4		\$ 155.6	
Maíz Forrajero: G/(G+B)	33	62.4%	254	38.6%
FORRAJES B y G	\$356	5.8%	\$1,077	9.1%
Todo el patrón agrícola	\$1,671	1.2%	\$1,982	4.9%

Fuente: Para maíz forrajero irrigado por gravedad, nuestro Cuadro A1, para Maíz forrajero irrigado por bombeo, Valdéz (2008), para Forrajes y total Parra (2008). B= Bombeo, G = Gravedad.

bombeo analizado por Valdéz (2008) desplazó al de gravedad al ir del 37.6 al 51.4% del VBP de este cultivo, asimismo, en relación al grupo de cultivos forrajeros (todos los cultivos de este grupo tanto en bombeo como en gravedad), el cultivo elevó su contribución porcentual del 5.8 al 9.1%, lo mismo que en relación a todo el VBP agrícola regional (todos y cada uno de los aproximadamente 80 cultivos, de bombeo y gravedad), el maíz forrajero de gravedad pasó del 1.2 a l 4.9% (Cuadro 1).

Productividad por hectárea y rentabilidad

La productividad es entendida aquí como sinónimo de eficiencia, ya que se la entiende de manera general como un cociente, y en este apartado en particular, se caracteriza por que en el numerador va o bien la producción física o bien la producción monetaria, y en el denominador va la unidad de suelo, la hectárea, así, la productividad asume en este apartado la forma de rendimiento, en términos físicos en toneladas por hectárea y en términos monetarios en pesos producidos (de ingreso o de costo o de ganancia) por hectárea, así, de esa forma, la rentabilidad, como una forma particular que asume la productividad. En este estudio, mide en el numerador la cantidad de ganancia generada dividida entre la hectárea cosechada. La productividad en este trabajo, es analizada bajo las siguientes formas particulares:

- Rendimiento físico (en toneladas por hectárea)
- Ingreso, costo y ganancia bruta por hectárea, medidas estas tres variables en términos monetarios, en pesos constantes del año 2002.

El rendimiento monetario por hectárea (o ingreso bruto por hectárea, RM), tal como en la parte metodológica quedó establecido, es igual al rendimiento físico (RF) por hectárea multiplicado por el precio real (Pr), y se encontró que creció en mayor medida en el período, 96%, que RF (que aumentó 24%), asimismo, el crecimiento del ingreso monetario se debió también a la segunda variable, Pr, ya que éstos, los precios reales por tonelada del cultivo, crecieron 63% en el período. Esquemáticamente, en tanto que $RM = RF \cdot P$, sí RF y P tuvieron tasas anuales de crecimiento positivas (1.35% y 3.1% respectivamente), necesariamente, el resultado no pudo ser otro más que RM, resultase con un crecimiento mayor que el de la productividad física y los precios, así fue que el rendimiento monetario por hectárea creció a un ritmo del 4.3% anual. En términos absolutos, el cultivo pasó de generar \$4,968 ha en 1990-1992 a \$9,715/ha en 2003-2005 (Fig. 2).

Productividad horaria

La cantidad de horas que se requiere invertir para obtener un ingreso monetario de \$1,000, o mejor aún, que tiempo

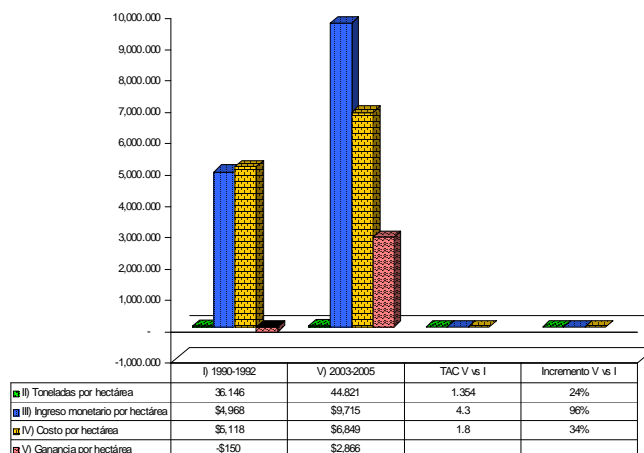


Figura 2. Productividad física y monetaria por hectárea en maíz forrajero irrigado por gravedad en La Laguna, 1990-2005.

se necesita para obtener una ganancia de \$1,000, formas estas de medir la productividad un poco diferente a las que como agrónomos estamos acostumbrados. La mano de obra generado por el cultivo a nivel de cada hectárea, descendió 43% en el período, pues inicialmente, en el trienio base eran 220.7 horas de trabajo las que necesariamente debían invertirse a escala comercial por hectárea, y de ahí se redujo a solamente 125.0 horas, ello, debido a los avances en productividad agrícola del trabajo, como efecto de la mecanización e investigación agrícola, esta disminución en la cantidad de trabajo social invertido por hectárea estuvo acompañada de un aumento del 105% en la cantidad de producto logrado en esa hora de trabajo, ya que de 172.6 creció a 353 kilos de maíz forrajero de gravedad producidos por hora de trabajo. Es decir, que mientras disminuía 43% la cantidad de trabajo invertido por hectárea, aumentaba 105% el producto físico por hora, que en términos de tasas de crecimiento implicó que el tiempo de trabajo social necesario disminuía al 3.5% anual el producto físico logrado por hora de trabajo crecía al 4.6% anual (Fig. 3).

Productividad horaria

La cantidad de horas que se requiere invertir para obtener un ingreso monetario de \$1,000, o mejor aún, que tiempo se necesita para obtener una ganancia de \$1,000, formas estas de medir la productividad un poco diferente a las que como agrónomos estamos acostumbrados. La mano de obra generado por el cultivo a nivel de cada hectárea, descendió 43% en el período, pues inicialmente, en el trienio base eran 220.7 horas de trabajo las que necesariamente debían invertirse a escala comercial por hectárea, y de ahí se redujo a solamente 125.0 horas, ello, debido a los avances en

productividad agrícola del trabajo, como efecto de la mecanización e investigación agrícola, esta disminución en la cantidad de trabajo social invertido por hectárea estuvo acompañada de un aumento del 105% en la cantidad de producto logrado en esa hora de trabajo, ya que de 172.6 creció a 353 kilos de maíz forrajero de gravedad producidos por hora de trabajo. Es decir, que mientras disminuía 43% la cantidad de trabajo invertido por hectárea, aumentaba 105% el producto físico por hora, que en términos de tasas de crecimiento implicó que el tiempo de trabajo social necesario disminuía al 3.5% anual el producto físico logrado por hora de trabajo crecía al 4.6% anual (Fig. 3).

CONCLUSIONES

El cultivo de maíz forrajero de gravedad en La Laguna ha tenido un comportamiento creciente en su productividad física, pero además se determinó que la productividad física del maíz forrajero de gravedad ha crecido con una menor tasa anual de crecimiento que la correspondiente al mismo cultivo pero en bombeo. La productividad monetaria del cultivo de maíz forrajero de gravedad, tanto en términos de ingreso bruto como en términos de ganancia, tanto a nivel de la hectárea cosechada, como a nivel de la cantidad de dinero obtenido por hora de trabajo invertido es creciente a lo largo del tiempo. La productividad monetaria bruta y neta es inferior (en términos absolutos) a la del maíz forrajero de bombeo, no obstante, debe observarse que en términos relativos, es más eficiente en términos

económicos la producción de maíz forrajero de gravedad que de bombeo, ya que en términos marginales, por cada \$1 en que crece el costo de bombeo respecto del de gravedad, en vez de que aumente la ganancia, disminuye a razón de \$0.34.

Aunque la rentabilidad del maíz forrajero de gravedad es creciente, se encontró que su índice de la relación Beneficio Costo es superior a la del mismo cultivo en bombeo, se determinó que mientras que en 2003-2005 en gravedad el maíz forrajero presentó un índice R B/C igual a 1.418, el de bombeo fue igual a 1.265.

LITERATURA CITADA

Astori, D. 1986. Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social. Siglo XXI editores. 6ª edición. P.38-40.
 Banco Mundial. 2008. Informe sobre desarrollo mundial. 2008. Agricultura para el desarrollo en www.worldbank.org
 Parra. A., J. R. 2008. Impacto de la ganaderización del subsector agrícola en el valor bruto de la producción y el ingreso monetario por hectárea en La Laguna, México de 1990 a 2005. Tesis. Departamento de Parasitología. Chapingo Edo. México.
 SAGARPA. 2005. Anuario estadístico de la producción agropecuaria de la Comarca Lagunera. Año 2005. Editado por la Secretaria de Agricultura y el Patronato para la Investigación Fomento y Sanidad Vegetal (PIFSV), Cd. Lerdo, Durango paginas 9, 10 y 19.

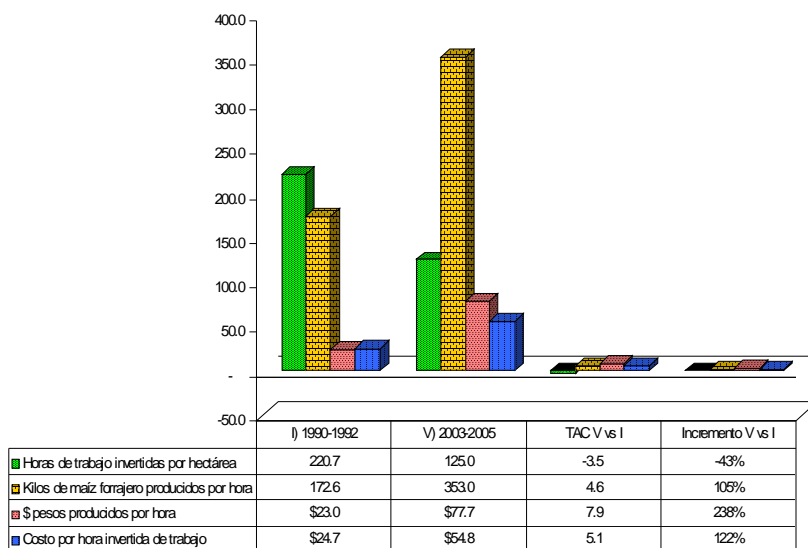


Figura 3. Productividad horaria del cultivo de maíz forrajero irrigado por gravedad en La Laguna, 1990-2005. Cifras monetarias en pesos constantes de 2002.