

# **INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA**

**Dirección General de Investigación en  
Política y Economía Ambiental**

## **Estimación del Costo de Oportunidad del Uso de Suelo Forestal en Ejidos a Nivel Nacional**

---

**Centro Empresarial de Asesoría, S.C.**

**2002**



**Instituto Nacional de Ecología**



# **Estimación del Costo de Oportunidad del Uso de Suelo Forestal en Ejidos a Nivel Nacional**



Instituto Nacional de Ecología

## DIRECCIÓN GENERAL EN INVESTIGACIÓN EN POLÍTICA Y ECONOMÍA AMBIENTAL

PROYECTO: Estimación del Costo de Oportunidad del Uso de Suelo Forestal en Ejidos a Nivel Nacional.

### Introducción

El suelo forestal y los recursos que en él existen son, sin duda, un capital ecológico de primordial importancia que se debe conservar; sin embargo, aspectos sociales, culturales, naturales e institucionales han originado que la deforestación gradualmente vaya acabando con nuestros bosques debido, en su mayor parte, a que la conservación de los bosques como actividad económica y los actuales requerimientos de rentabilidad son una mezcla de objetivos en muy pocos casos factible de lograr. Si asumimos que la conservación forestal es una estrategia que beneficia a la sociedad en su conjunto, sería necesario entonces diseñar mecanismos que incentiven a los propietarios a conservar sus bosques, para que además de generar un capital ecológico, se pueda también generar un beneficio particular al dueño de la tierra.

El pago por servicios ambientales es uno de los mecanismos que generan incentivos para la conservación. El objetivo es pagar al propietario por mantener su tierra con uso de suelo forestal; para determinar los montos que deberán pagarse, es necesario estimar la utilidad que le generaría al propietario utilizar su tierra en actividades alternativas, como pueden ser las agrícolas, las pecuarias, las industriales o urbanas. La utilidad obtenida para cada caso representa el costo de oportunidad de mantener sus tierras con bosque y, el resultado de la diferencia entre ese monto y lo que obtendría el dueño de la tierra por llevar a cabo por actividades económicas sustentables realizadas bajo uso de suelo forestal, es la cantidad que se abonaría como pago por el servicio ambiental.

### ESQUEMA 1.

PAGO POR SERVICIOS =  
AMBIENTALES

**COSTO DE OPORTUNIDAD**

—

INGRESOS POR ACTIVIDADES  
ECONÓMICAS SUSTENTABLES

Como puede verse, el estudio que se requiere debe estimar con precisión los beneficios que se pueden obtener de la explotación de la tierra bajo usos distintos que impliquen deforestación. Los pagos por servicios ambientales son, a final de cuentas, un pago que

debe realizarse para que los propietarios de tierras funjan como guardianes de los bosques y reciban parte de los beneficios que su tierra le reporta a la sociedad.

## **Objetivo**

Estimar el costo de oportunidad del uso de suelo forestal con la finalidad de definir el monto del **Pago por Servicios Ambientales**; en específico,

- estimar la rentabilidad de los dos usos de suelo alternativos: el agrícola y el ganadero.
- estados seleccionados: Chiapas, Chihuahua, Durango, Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz.

## **Metodología**

### Actividad agrícola

Los estados a los que el estudio hace referencia fueron seleccionados de acuerdo al grado de deforestación que presentan; adicionalmente, estos estados pertenecen a la muestra de ejidos a nivel nacional usada para el proyecto: “Pago por Servicios Ambientales.” El primer paso fue seleccionar aquellos municipios (tomando como fundamento las bases de datos de referencia  $t_2$  y  $t_3$ ) que presentan un cambio significativo en sus coberturas forestales entre 1993 y 2000. Una vez seleccionados estos municipios se identificaron los cultivos que en la actualidad se generan ahí, categorizándolos por su importancia de acuerdo al número de hectáreas que ocupan. Cabe mencionar que para todos los estados, los cultivos de maíz y frijol resaltan siempre por su importancia relativa. Con el objetivo del estudio delimitado geográficamente y por actividad, se obtuvo de Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA) datos relativos a: (1) rendimientos por hectárea (HA) según cultivo y municipio; (2) precio medio ponderado<sup>1</sup>; (3) costos de producción por hectárea<sup>2</sup>; costo financiero por nivel de productor<sup>3</sup>. Con esta información se pudo calcular la rentabilidad agrícola en 2002 para los cultivos seleccionados (ver avances).

### Actividad pecuaria

La rentabilidad de la actividad pecuaria se estimó en base a la producción de carne en canal (medida en toneladas) por municipio para dos rubros esencialmente: Bovinos y otros (incluye ovinos y caprinos). Esta información se combinó con la cantidad de hectáreas dedicadas al estiaje de cada especie dando como resultado el rendimiento medido en toneladas por hectárea (tons/ha). El precio hace referencia a aquel que se paga en la zona por tonelada de carne en canal. Si multiplicamos el precio (\$/ton) por las toneladas por hectárea que genera cada especie nos da los rendimientos medidos en

---

<sup>1</sup> Según categorización de FIRA y con el ajuste a criterio del técnico que realizó el análisis.

<sup>2</sup> Se ubicarán dentro de sus rubros principales: preparación de terreno, fertilización, siembra, control de plagas y cosecha.

<sup>3</sup> Hasta 1000 vsmz y más de 1000 vsmz; en algunos casos, no fue posible obtener el costo financiero para grandes productores debido a las características de producción de la zona.

pesos por hectárea (\$/ha). Un supuesto es importante en el cálculo de la rentabilidad de la actividad pecuaria:

Se trabaja con la producción de carne en canal por municipio en vez de la producción ganadera total o directamente con los coeficientes de agostadero es posible asumir que los rendimientos de la carne vendida en canal incluyen (descontados) los costos de producción por unidad animal; lo anterior puede verificarse de dos formas. Primero, descontando directamente los costos de producción de los precios de venta en pie y multiplicando el resultado por el inverso del coeficiente de agostadero correspondiente; si se comparan los resultados con el rendimiento (\$/ha) que aquí se presenta se notará la similitud. Segundo, si se verifican los rendimientos de bovinos y otros (\$/UA) con los precios que en cada una de las regiones se paga, aproximadamente, por cada unidad animal<sup>4</sup>.

Para el cálculo de las unidades animales producidas y vendidas para rastro, se toman las siguientes consideraciones:

- en bovinos una unidad animal equivale a 400 kgs. en pie y 200 kgs. de carne en canal<sup>5</sup>; de esta manera cinco unidades animales (ua) rinden aproximadamente una tonelada de carne en canal.
- para el caso de otros (ovinos y caprinos) se toma en cuenta que un animal con edad y peso adecuados para rastro (60 kgs.) equivalen a 0.15 ua de manera que treinta y tres animales rendirán aproximadamente una tonelada de carne en canal.

### **Algunas consideraciones del costo de oportunidad**

En el anexo 1 se presentan algunos elementos de estadística descriptiva en relación a los rendimientos y las rentas generadas por cada una de las actividades alternativas al uso de suelo forestal. La actividad agrícola muestra rendimientos que fluctúan entre 0.8 (tons/ha) como mínimo hasta 2.54 (tons/ha) como máximo; este nivel de rendimientos generan rentas para los productores de maíz en el rango de va de \$ -640/ha hasta \$948/ha con una media de \$283/ha. Es necesario señalar que los productores cuyas rentas son negativas, son considerados *a priori* como productores de subsistencia (*i.e.*, por distintas razones no pueden comercializar su producción). El caso del frijol presenta algunas particularidades interesantes pues a pesar de que su rango de rendimiento es más estrecho 0.04 – 0.95 (tons/ha), las rentas que esta actividad genera es mucho más alta que la del maíz, a decir, ésta fluctúa entre los \$844/ha como mínimo y \$4657/ha como máximo. Lo anterior se explica por el hecho de que si bien los rendimientos por hectárea del frijol son siempre menores, en promedio el precio de éste es cinco veces mayor. Una comparación entre las desviaciones estándar y los grados de asimetría de ambos cultivos indican que los rendimientos del frijol son mucho más homogéneos entre los productores que se generan este cultivo; adicionalmente se observa que la concentración de productores con rendimientos por encima de la media es mucho más palpable para el caso del frijol.

---

<sup>4</sup> Ver estadísticas de ASERCA.

<sup>5</sup> Ver parámetros utilizados por COTECOCA.

Contrario a lo que podría pensarse, los rendimientos de la cría de bovinos para carne en estos estados ofrece en promedio rendimientos por hectárea por abajo del cultivo del frijol aunque resulta mucho más rentable que el cultivo del maíz; los rendimientos monetarios de la cría de bovinos tiene una media de \$814/ha ubicada en el rango de \$37.5/ha como mínimo y \$5221/ha como máximo. Para la cría de ovinos y caprinos los rendimientos netos son mucho más bajos que la de bovinos fluctuando entre los \$6/ha y los \$717/ha, a pesar de que en el precio de su carne en canal es aprox. 25% más alto que el de los primeros; como complemento a lo anterior, en las cuadros 1-4 se presentan los alcances que un programa de pagos tendría si se aplicaran dos montos distintos (\$200 y \$400) utilizando una muestra de ejidos a nivel nacional y por regiones geográficas (norte, centro y sur)

**Cuadro 1. Muestra de Ejidos a Nivel Nacional**

Actividad	Total	\$200 /ha		\$400 / ha		$\Delta(200---400)$	Renta media	sobre la media	
		Cantidad	%	Cantidad	%			Cantidad	%
Maíz	617	213	40	268	43	55	406	342	55
Frijol	398	119	30	134	34	4	1335	178	45
Bovinos	521	65	12	106	20	41	722	170	32
Otros	408	162	40	211	52	49	173	258	63

**Cuadro 2. Municipios de la Región Norte del País\***

Actividad	Total	\$200 /ha		\$400 / ha		$\Delta(200---400)$	Renta media	sobre la media	
		Cantidad	%	Cantidad	%			Cantidad	%
Maíz	257	92	35	112	44	20	423	145	52
Frijol	193	65	34	75	39	10	1100	86	45
Bovinos	243	31	12	49	21		1199	86	36
Otros	220	88	40	124		63	1055	89	40

\*Incluye municipios de los estados de Chihuahua, Durango y Veracruz (norte).

**Cuadro 3. Municipios de la Región Centro del País**

Actividad	Total	\$200 /ha		\$400 / ha		$\Delta(200---400)$	Renta media	sobre la media	
		Cantidad	%	Cantidad	%			Cantidad	%
Maíz	365	111	31	132	37	6	567	207	52
Frijol	168	46	28	49	30	3	3181	45	27
Bovinos	235	39	17	58	25	19	12220	50	21
Otros	139	38	27	51	37	13	1859	44	32

\*Incluye municipios de los estados Querétaro, Jalisco, Puebla y Tlaxcala.

**Cuadro 4. Municipios de la Región Sur del País.**

Actividad	Total	\$200 /ha		\$400 / ha		$\Delta(200\text{---}400)$	Renta media	sobre la media	
		Cantidad	%	Cantidad	%			Cantidad	%
Maíz	104	39	38	53	51	14	296	59	57
Frijol	102	24	24	31	32	7	1404	44	43
Bovinos	98	11	12	18	18	7	720	25	26
Otros	99	41	41	48	48	7	99	15	15

\*Incluye municipios de los estados de Oaxaca, Chiapas y Tabasco.

#### La dinámica de los costos

Aplicando algunas técnicas cuantitativas (ver anexo 2) de medición, podemos argumentar sobre la dinámica de los costos y en específico, como éstos responden ante cambios en los rendimientos. Para el caso del maíz y del frijol, ajustamos para cada caso el siguiente modelo en su forma cuadrática,

$$\text{costo} = f(\text{rendimiento}) \quad (1)$$

con transformación semi-logarítmica logramos establecer la tasa de cambio proporcional de los costos ante variaciones unitarias de los rendimientos, es decir

$$\text{Incosto} = f'(\text{rendimiento}) \quad (2)$$

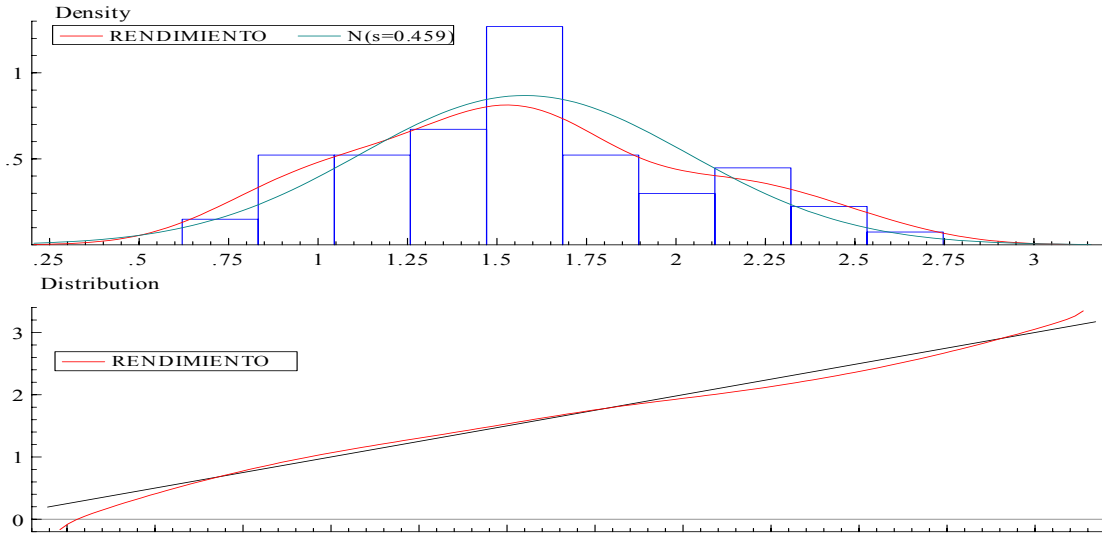
Como resultado para ambos cultivos tenemos, (errores estándar en paréntesis)

Cultivo	Const.	Rend	Rend2
Maíz	5.71 (0.156)	1.69 (0.198)	-0.30 (0.05)
Frijol	6.96 (0.064)	1.95 (0.293)	-0.93 (0.299)

De acuerdo con estos coeficientes y para el caso del maíz, la tasa de cambio de los costos es creciente hasta niveles de rendimiento de 3 (tons/ha) dándonos una idea de lo costoso que puede resultar para los productores de baja escala invertir en aras de aumentar los rendimientos; es a partir de las 3 (tons/ha) y hasta las 8 (tons/ha) donde los costos crecen menos rápido haciendo más rentable incrementar los niveles de inversión; después de este nivel tope, empiezan a crecer más que proporcionalmente. Para el caso del frijol se establece como el rango rentable en la relación rendimiento/inversión las 0.9 (tons/ha) y 4 (tons/ha); por encima y por debajo de este rango, los costos son cada vez más altos.

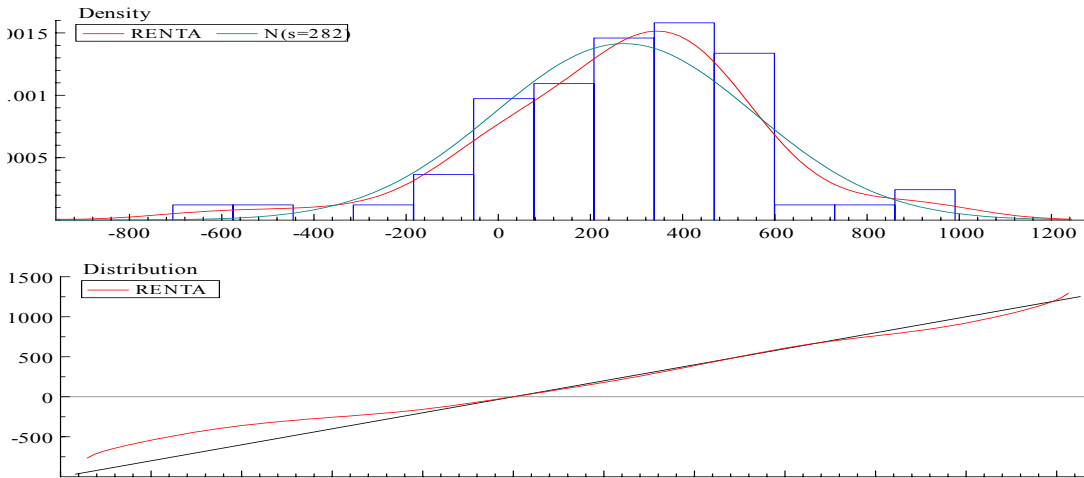
## Anexo 1.

### Distribuciones del rendimiento (ton/ha) y renta (\$/ha) del maíz



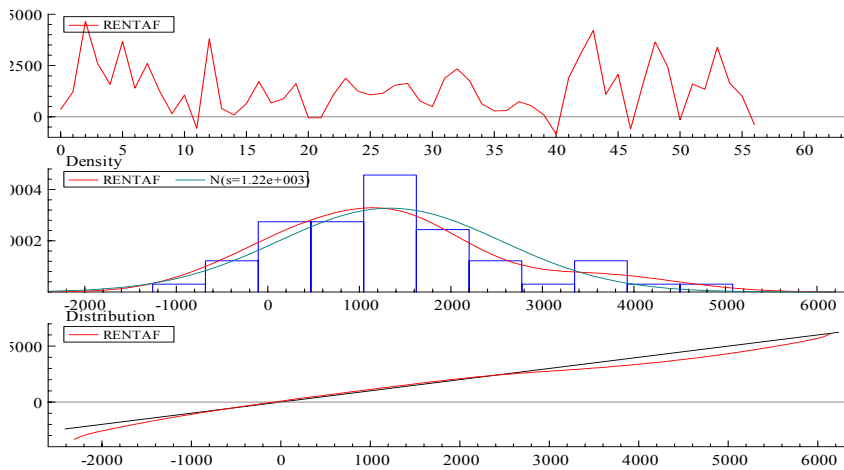
PcGive 9.10 session started at 20:12:52 on Thursday 13 February 2003 ----

Normality test for RENDIMIENTO (ton/ha)  
 Sample size 63: 0 to 62  
 Mean 1.577095  
 Std.Devn. 0.459387  
 Skewness 0.275891  
 Excess Kurtosis -0.687099  
 Minimum 0.790000  
 Maximum 2.540000  
 Normality Chi^2(2)= 2.6221 [0.2695]  
 (asymptotic form of normality test: 2.0385)

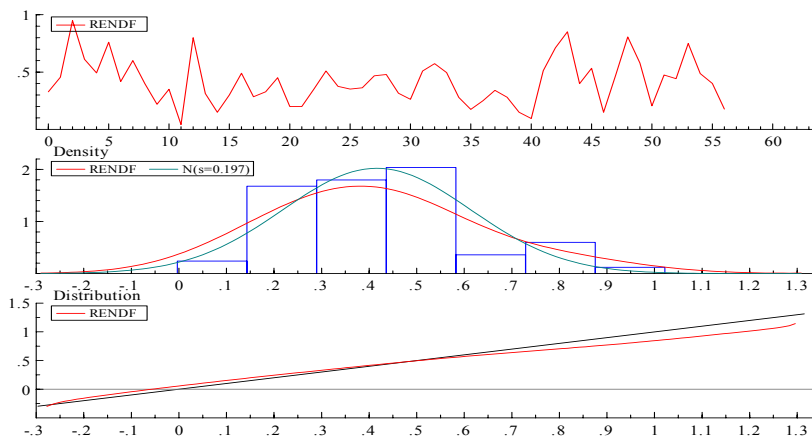


Normality test for RENTA (\$/ha) renta= ingreso bruto - costos de producción  
 Sample size 63: 0 to 62  
 Mean 273.066318  
 Std.Devn. 282.025429  
 Skewness -0.491337  
 Excess Kurtosis 1.346857  
 Minimum -640.000000  
 Maximum 948.000000  
 Normality Chi^2(2)= 6.8968 [0.0318] \*  
 (asymptotic form of normality test: 7.3018)

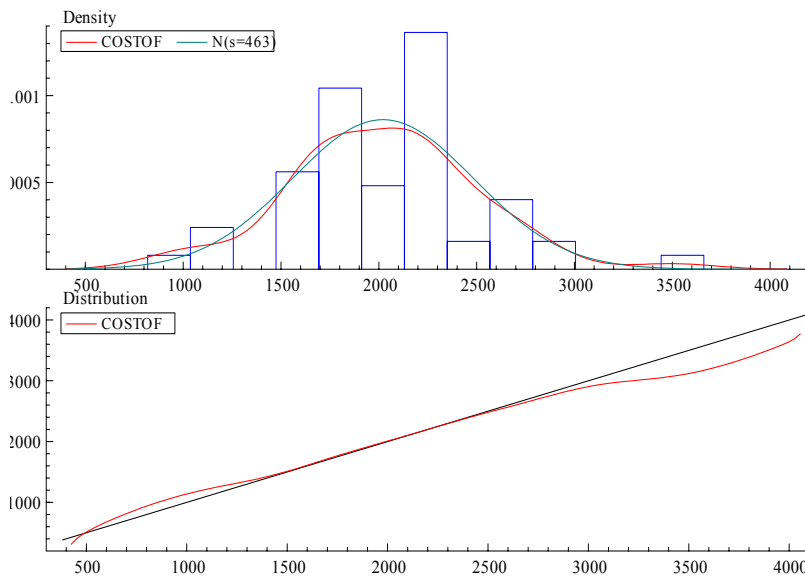
## Distribuciones del rendimiento (ton/ha) y renta (\$/ha) del frijol



Normality test for RENTAF  
 Sample size 57: 0 to 56  
 Mean  
 1335.058471  
 Std.Devn.  
 1220.163085  
 Skewness  
 0.694016  
 Excess Kurtosis  
 0.201475  
 Minimum  
 844.246474  
 Maximum  
 4657.142857  
 Normality Chi<sup>2</sup>(2)=  
 5.7373 [0.0568]  
 (asymptotic form of  
 normality test: 4.6722)



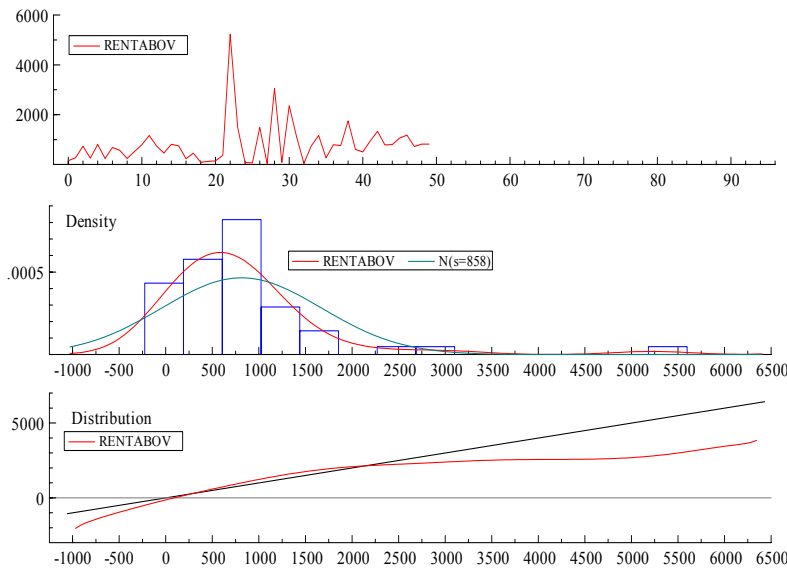
Normality test for RENDE  
 Sample size 57: 0 to 56  
 Mean  
 0.416057  
 Std.Devn.  
 0.197396  
 Skewness  
 0.576917  
 Excess Kurtosis  
 0.035210  
 Minimum  
 0.041989  
 Maximum  
 0.948661  
 Normality Chi<sup>2</sup>(2)=  
 3.9145 [0.1412]  
 (asymptotic form of  
 normality test: 3.1649)



Normality test for COSTOF  
 Sample size 57: 0 to 56  
 Mean  
 2021.350877  
 Std.Devn.  
 463.085854  
 Skewness  
 0.221612  
 Excess Kurtosis  
 0.918447  
 Minimum  
 900.000000  
 Maximum  
 3500.000000  
 Normality Chi<sup>2</sup>(2)=  
 4.8936 [0.0866]  
 (asymptotic form of  
 normality test: 2.47)

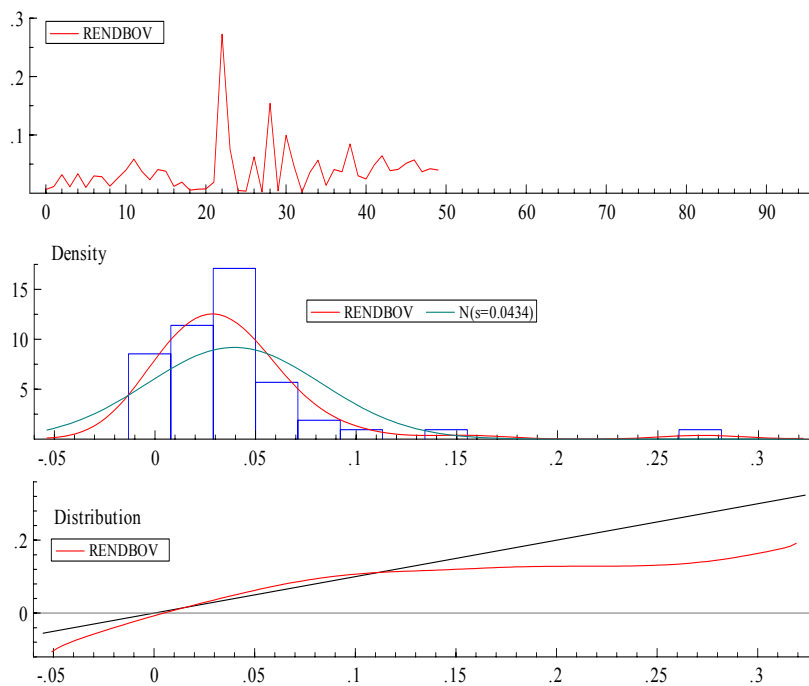
## Distribuciones del rendimiento de las actividades pecuarias

### RENDA NETA BOVINOS \$/HA



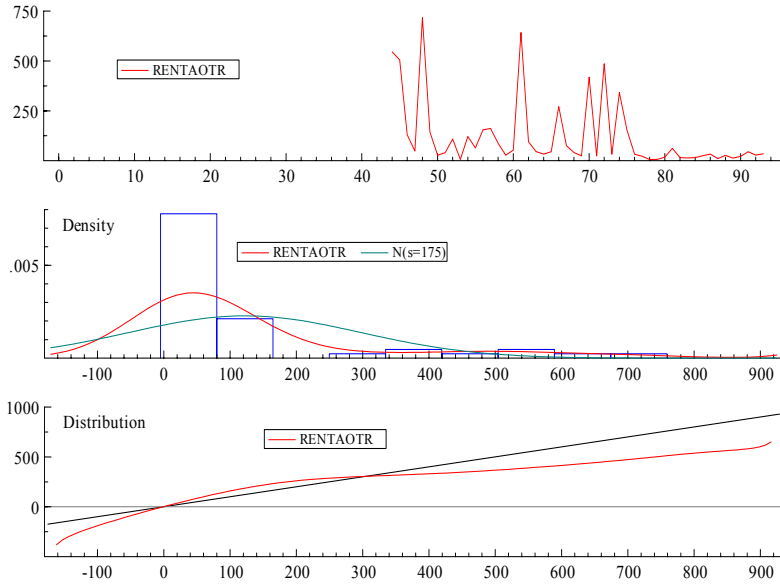
Normality test for RENTABOV  
 Sample size 50: 0 to 49  
 Mean 814.519740  
 Std.Devn. 858.382674  
 Skewness 3.084755  
 Excess Kurtosis 12.199558  
 Minimum 37.391000  
 Maximum 5220.758000  
 Normality Chi<sup>2</sup>(2)= 84.256 [0.0000]  
 \*\*  
 (asymptotic form of normality test:  
 389.36)

### RENDIMIENTO BOVINOS TONS CARNE / HA



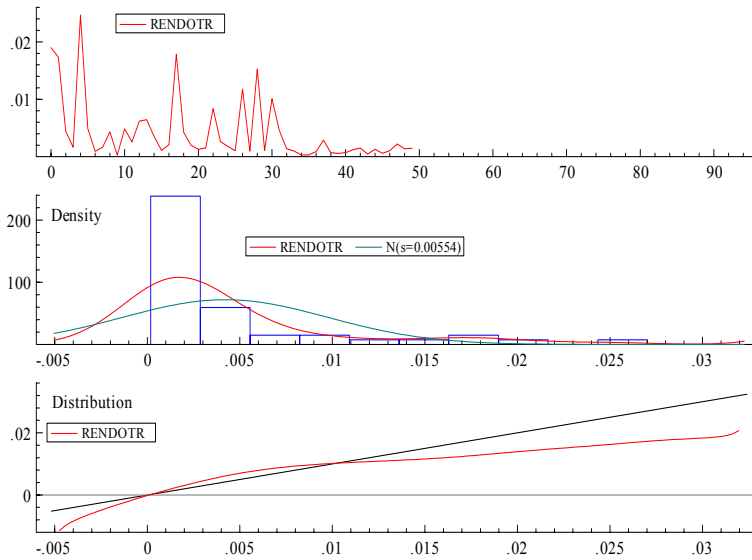
Normality test for RENDBOV  
 Sample size 50: 0 to 49  
 Mean 0.039484  
 Std.Devn. 0.043420  
 Skewness 3.423488  
 Excess Kurtosis 14.765876  
 Minimum 0.001866  
 Maximum 0.272480  
 Normality Chi<sup>2</sup>(2)= 110.46  
 .....

**RENTA OTROS (\$ / HA)**



Normality test for RENTAOTR  
 Sample size 50: 44 to 93  
 Mean 122.259600  
 Std.Devn. 175.184416  
 Skewness 2.029625  
 Excess Kurtosis 3.028690  
 Minimum 6.135000  
 Maximum 717.394000  
 Normality Chi<sup>2</sup>(2)= 104.24  
 [0.0000] \*\*  
 (asymptotic form of normality test:  
 53.438)

**RENDIMIENTO OTROS (TONS CARNE / HA)**



Normality test for RENDOTR  
 Sample size 50: 0 to 49  
 Mean 0.004208  
 Std.Devn. 0.005539  
 Skewness 2.087601  
 Excess Kurtosis 3.593735  
 Minimum 0.000269  
 Maximum 0.024676  
 Normality Chi<sup>2</sup>(2)= 90.961 [0.0000]  
 \*\*  
 (asymptotic form of normality test:  
 63.223)

## Anexo 2

### Maíz

Dependent Variable: LNCOSTO log-lin regress

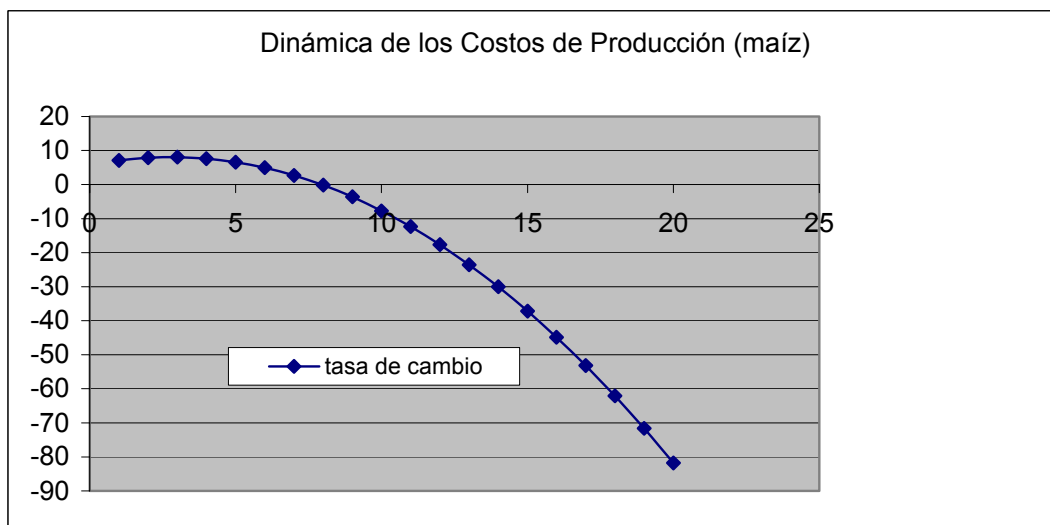
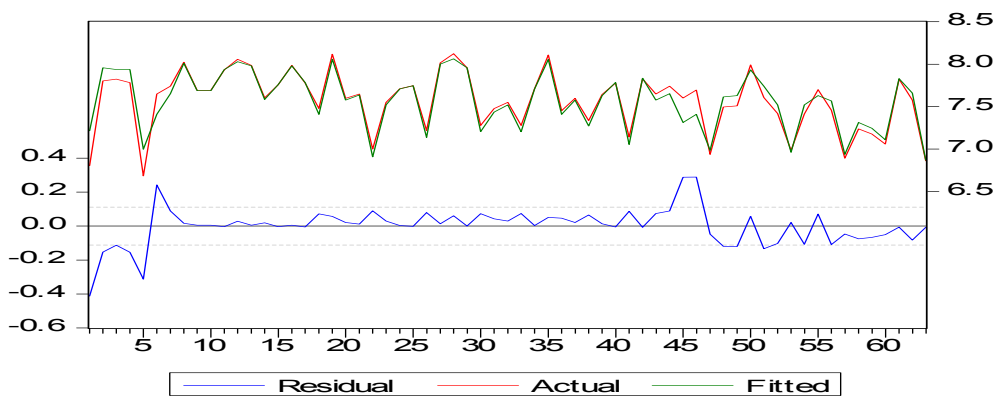
Sample: 1 63

Included observations: 63

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<b>C</b>	<b>5.719687</b>	0.156550	36.53587	0.0000
<b>REND (Rendimientos ton/ha)</b>	<b>1.692439</b>	0.198827	8.512103	<b>0.0000</b>
<b>REND2 (Rendimientos al 2)</b>	<b>-0.303164</b>	0.059879	-5.062924	<b>0.0000</b>
R-squared	0.900974	Mean dependent var		7.570807
Adjusted R-squared	<b>0.897674</b>	S.D. dependent var		0.348704
S.E. of regression	0.111545	Akaike info criterion		<b>-1.502325</b>
Sum squared resid	0.746540	Schwarz criterion		<b>-1.400271</b>
Log likelihood	<b>50.32324</b>	F-statistic		272.9521
Durbin-Watson stat	1.147635	Prob(F-statistic)		<b>0.000000</b>

Omitted Variables: REND2

F-statistic	25.63320	Probability	<b>0.000004</b>
Log likelihood ratio	22.41090	Probability	<b>0.000002</b>



# Frijol

Dependent Variable: LNCOSTOF LOG-LIN REGRESS

Date: 02/14/03 Time: 21:20

Sample(adjusted): 1 57

Included observations: 57 after adjusting endpoints

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	6.967603	0.064959	107.2607	0.0000
RENDF	1.953544	0.293720	6.651047	0.0000
RENDF2	-0.929203	0.299583	-3.101654	0.0031
R-squared	0.790340	Mean dependent var		7.583334
Adjusted R-squared	0.782575	S.D. dependent var		0.246605
S.E. of regression	0.114989	Akaike info criterion		-1.436758
Sum squared resid	0.714018	Schwarz criterion		-1.329229
Log likelihood	43.94762	F-statistic		101.7798
Durbin-Watson stat	1.740797	Prob(F-statistic)		0.000000

