

# Efecto de cuatro niveles de fósforo en la producción de carne de una pradera de trébol blanco y ballica. II. Nivel óptimo económico<sup>1</sup>

Iván Franco P.<sup>2</sup>, Ernesto Jahn B.<sup>3</sup>, Germán Klee G.<sup>4</sup> e Ignacio Ruiz N.<sup>3</sup>

## INTRODUCCION

La productividad de la pradera depende, en gran medida, de un manejo racional; en este sentido, la fertilización fosfatada es una práctica de indudable conveniencia. Varios estudios señalan que el gasto en fosfato representa entre el 20 al 30% del costo anual de mantención de praderas de riego (Franco, Klingenberg y García, 1977; Ruiz *et al.*, 1977). La determinación del nivel óptimo económico de aplicación de fertilizante, bajo diversas condiciones de mercado, es un antecedente que permite al técnico recomendar aquellos niveles de fertilización que generen mayores retornos, ya que es una variable de fácil manejo. Lamentablemente, en el país prácticamente no existe información precisa que indique cuáles son económicamente los niveles de fertilización más convenientes.

Este estudio analiza los resultados de cinco años de experimentación en fertilización en una pradera mixta de riego en el sector de Los Angeles establecida en suelos IIIr, serie Humán. El aspecto productivo y comportamiento de las variables, han sido previamente descritos en la primera parte de este trabajo (Klee, Ruiz y Jahn, 1980).

El análisis económico permite determinar el nivel óptimo de fertilización, para varias alternativas de precios.

## MATERIALES Y METODOS

Este estudio económico sólo se refiere al período de engorda en base a pastoreo (septiembre a abril), lo cual es una modalidad de producción frecuente en la zona.

<sup>1</sup>Recepción originales: 28 de junio de 1979.

<sup>2</sup>Ing. Agr., Economista Agrícola, Estación Experimental Quilamapu, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

<sup>3</sup>Ing. Agr., Ph. D., Estación Experimental Quilamapu, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 426, Chillán, Chile.

<sup>4</sup>Ing. Agr., Subestación Experimental Humán, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Casilla 767, Los Angeles, Chile.

El ingreso total por hectárea para cada dosis de fósforo, corresponde al peso total de venta de los novillos [(peso inicial + aumento de peso) (carga)] multiplicado por el precio promedio ponderado de los animales de término. Los valores de aumento de peso y carga fueron obtenidos de las curvas de respuesta calculadas por Klee, Ruiz y Jahn (1980). En la determinación de costos se incluyeron los siguientes ítems: fertilización de la pradera, mantención de la pradera y cercos, vacunas y medicamentos, mano de obra, gastos generales e imprevistos, reemplazos (animales de inicio); renta de tierra, depreciación de praderas y cercos e interés en praderas, cercos, animales y capital circulante. Con la finalidad de eliminar la distorsión estacional del precio de insumos y productos, se tomó la serie de precios registrados en Chile en los años 1977-1978. En dicho período, el precio del novillo varió entre us\$ 0,70 a 1,10/Kg; a su vez el precio del superfosfato triple varió entre us\$ 0,32 a 0,43 /Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

En promedio de los cinco años de experimento, los animales ingresaron al sistema en septiembre, fecha en que el precio correspondía a us\$ 1,036/kg P. V. Para los efectos del análisis económico, se ha procedido a simplificar el egreso (o venta) mensual de animales, asumiendo que las ventas se concentran en diciembre (50% de los animales, que corresponden al 42% del peso total vendido) y abril (50% de los animales con el 58% del peso total vendido). Este supuesto no difiere apreciablemente de la realidad, dado que, efectivamente, la masa inicial de novillos del experimento se redujo aproximadamente a la mitad durante diciembre; las ventas realizadas antes de diciembre son casi idénticas a las realizadas entre diciembre y marzo, y en abril se vende la totalidad del saldo de animales.

En diciembre y abril el precio de venta fue equivalente a 82,8% y 71,7%, respectivamente, del precio de compra de septiembre. Esta relación de precios corresponde a los ciclos típicos

de estacionalidad de precios de novillos en Chile (ICIRA, 1977 a 1978; ODEPA, 1979).

Los precios bases utilizados en este estudio fueron los siguientes: carne, us\$ 1,036/Kg P. V.; fosfato (en forma de superfosfato triple), us\$ 0,428/Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e interés alternativo del capital, 9% real anual. Los otros factores de producción usados fueron valorados al precio promedio de los dos últimos años. Todos los precios se convirtieron en moneda equivalente a enero de 1979, fecha en que la tasa de cambio del dólar era de us\$ 1 = \$ 34,00 m.n.

Se determinaron los siguientes indicadores económicos: ingreso total, costo total, costo variable (directo), costo fijo (indirecto), ingreso neto (o utilidad), rentabilidad del capital y costo por kilogramo de carne (peso vivo). El análisis económico se generalizó

utilizando regresión múltiple (método de mínimos cuadrados) determinando las funciones de ingreso y costo; además se realizó un análisis de sensibilidad a la variación de precios de carne, fertilizante y variación de la tasa de interés (Heady y Dillon, 1961; Francisco, 1971).

## RESULTADOS

### *Nivel óptimo económico de fertilización.*

Tanto el peso total a la venta como el ingreso total, son crecientes a medida que se incrementa la aplicación de fosfato (Cuadro 1). A su vez, los costos variables se van incrementando en forma proporcional a dicho aumento. Sin embargo, los costos fijos, realmente no

Cuadro 1 — Resultado económico (\$ enero 1979)<sup>1</sup>.

	Tratamientos			
	0	50	100	200
<b>PRODUCCION</b>				
Carga/ha <sup>2</sup>	4,17	4,85	4,96	5,08
Peso total a venta, Kg PV/ha/año <sup>3</sup>	1.801	2.165	2.227	2.291
Producción neta, Kg PV/ha/año <sup>4</sup> (Aumento de peso)	812	1.016	1.051	1.087
<b>INGRESO TOTAL</b>				
Valor Producción, \$/ha <sup>5</sup>	48.445	58.238	59.906	61.628
<b>COSTOS</b>				
<i>Costos Directos</i>				
Fertilización praderas	—	728	1.456	2.913
Mantenimiento praderas y cercos	1.580	1.740	1.740	1.740
Vacunas y Medicamentos	709	823	843	864
Mano de obra	1.440	1.440	1.440	1.440
Gastos Generales e Imprevistos	380	380	380	380
Reemplazos <sup>6</sup>	35.508	41.298	42.235	43.256
Subtotal	39.617	46.409	48.094	50.593
<i>Costos Indirectos</i>				
Renta tierra	2.250	2.250	2.250	2.250
Depreciación pradera	1.533	1.073	1.073	1.073
Depreciación cercos	135	135	135	135
Interés praderas	966	966	966	966
Interés cercos	243	243	243	243
Interés animales	1.492	1.735	1.774	1.817
Interés Capital Circulante	111	138	158	198
Subtotal	6.730	6.540	6.599	6.682
<b>COSTO TOTAL</b>	46.347	52.949	54.693	57.275
<b>INGRESO NETO (utilidad), \$/ha</b>	2.098	5.289	5.213	4.353
<b>RENTABILIDAD</b>				
<b>DEL CAPITAL, % anual</b>	19,37	23,95	23,55	21,55
<b>COSTO POR KILO, \$/Kg P.V.</b>	25,73	24,46	24,56	25,00

<sup>1</sup>us\$ 1 = \$ 34,00.

<sup>2</sup>Carga expresada en animal equivalente de 300 kilos en 216 días.

<sup>3</sup>Peso final × carga = (Peso inicial ÷ aumento peso) (carga).

<sup>4</sup>Producción neta = obtenido de Klee, Ruiz y Jahn (1980).

<sup>5</sup>Precio de venta corresponde a un promedio entre el 42% de P. V. vendido en diciembre y el otro 58% vendido en abril. A su vez, de acuerdo al precio registrado en los dos últimos años en la zona, el precio de diciembre fue un 82,82% del precio de septiembre (fecha de inicio del ensayo) y el precio de abril fue un 71,72% del precio de septiembre.

<sup>6</sup>Incluye 2% mortalidad.

lo son en términos absolutos, ya que al variar la carga se provoca una variación simultánea de otros factores productivos.

Las funciones de respuesta que mejor explican el comportamiento de las variables analizadas son las siguientes:

$$\begin{aligned}
 a) \text{ In IT} &= 10,788 + 0,0473 \text{ In } (X + 1) - 0,000053 (X + 1) \\
 b) \text{ In CT} &= 10,744 + 0,0307 \text{ In } (X + 1) + 0,000244 (X + 1) \\
 c) \text{ In IN} &= 7,653 + 0,2825 \text{ In } (X + 1) - 0,00386 (X + 1) \\
 d) \text{ In R} &= 2,965 + 0,0716 \text{ In } (X + 1) - 0,00136 (X + 1)
 \end{aligned}$$

Donde: IT = ingreso total, \$/ha al año;  
 CT = costo total, \$/ha al año;  
 IN = ingreso neto (utilidad), \$/ha al año;  
 X = fósforo, Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha al año;  
 R = rentabilidad del capital, % real al año.

Las tres primeras funciones se grafican en la Figura 1.

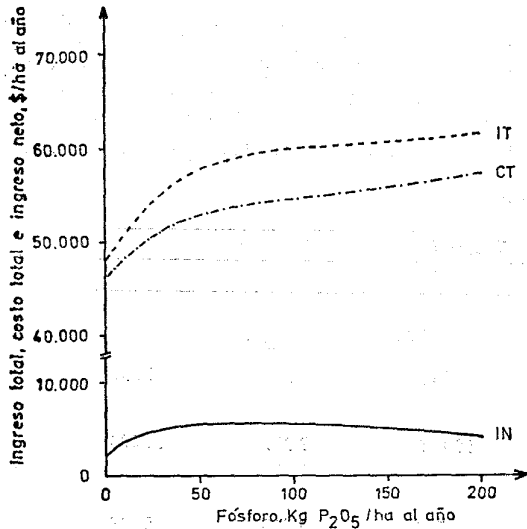


Figura 1 — Ingreso Total (IT), Costo total (CT) e Ingreso neto (IN) por hectárea al año.

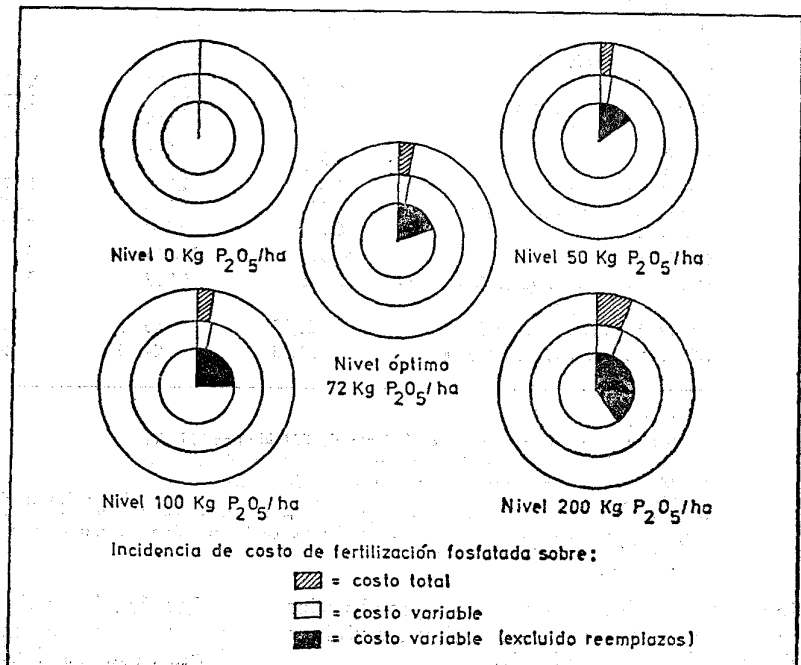
El nivel óptimo de fertilización de mantención, derivado de la ecuación c, corresponde a 72 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha al año. En este punto el ingreso total por hectárea es de \$ 59.136; el costo total por hectárea es igual a \$ 53.810, y el ingreso neto máximo corresponde a \$ 5.342/ha al año (us\$ 157/ha al año)<sup>1</sup>. La rentabilidad del capital es de un 24% real anual y el costo de producción de carne es de \$ 24,48/Kg P.V. En el nivel óptimo de fertilización, el fósforo representa un 19,3% del costo variable (excluido reemplazos) y 2,0% del costo total (Figura 2). A su vez, el nivel de fertilización que permite la mayor rentabilidad del capital, se obtiene de la cuarta ecuación y corresponde a 51 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha al año. Sin embargo, la rentabilidad en ese punto es muy similar a la alcanzada con 72 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha, en el cual se obtiene una mayor producción total.

*Análisis de sensibilidad.*

En la Figura 3 se indica el conjunto de curvas de ingreso neto a que da origen el análisis de sensibilidad de esta variable. La variación de precio de la carne, entre -50 a +50% del

<sup>1</sup>La diferencia se debe al ajuste de curvas.

Figura 2 — Incidencia porcentual del costo de fertilización fosfatada sobre los costos de producción de carne.



precio base indica que: a) el punto óptimo de aplicación de fosfato puede variar entre 40 a 100 Kg  $P_2O_5$ /ha; b) la modalidad de producción de carne analizada permite una reducción de precio del Kg de peso vivo hasta -35% del precio base.

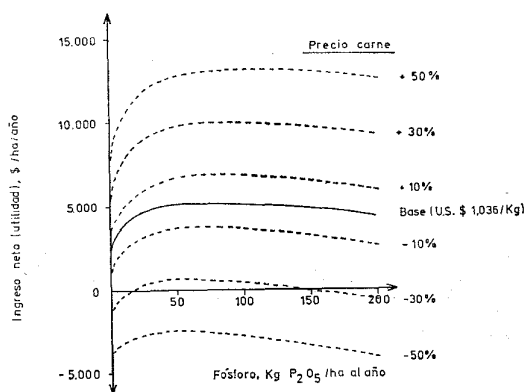
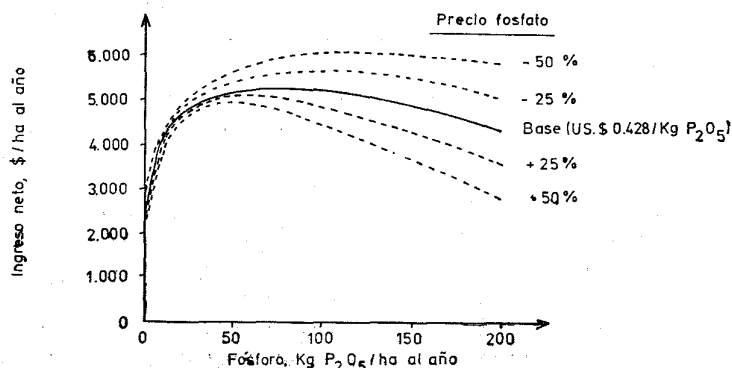


Figura 3 — Ingreso neto por hectárea al variar el precio de la carne, según diferentes niveles de fertilización fosfatada

Al variar el precio del fosfato, se produce un desplazamiento del nivel óptimo económico de aplicación de este fertilizante en una magnitud superior a la registrada con las otras variables. Sin embargo, la incidencia en la variación de ingreso neto es de menor importancia que en las otras dos variables sometidas a análisis de sensibilidad (Cuadro 2 y Figura 4). Este resultado es consecuente con el porcentaje de incidencia del gasto en fertilizante fosfatado sobre el costo variable (0 a 40%) y sobre el costo total de producción (0 a 5,1%). (Figura 2).

Figura 4 — Ingreso neto por hectárea al variar el precio del fosfato, según diferentes niveles de fertilización fosfatada.



Cuadro 2 — Análisis de sensibilidad. Cambios en precio de la carne, precio del fosfato y tasa de interés.

Tipo de Variación	Nivel óptimo Fosfato (Kg $P_2O_5$ / ha)	Ingreso neto máximo (\$/ha al año)
PRECIOS NIVEL BASE	72	5.342
a) Cambio Precio carne		
Disminución 50%	40	-2.300
30%	50	710
10%	69	5.799
Aumento 10%	77	6.901
30%	88	10.034
50%	99	13.205
b) Cambio Precio Fosfato		
Disminución 50%	121	6.072
25%	92	5.661
10%	80	5.460
Aumento 10%	66	5.240
25%	57	5.109
50%	46	4.959
c) Cambio Tasa Interés		
0,05	72	7.715
0,08	72	5.934
0,10	72	4.754
0,12	80	3.614

En relación al cambio en la tasa de interés, se concluye que, en el rango normal de crédito de fomento, 5 a 12,5%, el punto óptimo de aplicación de fosfato varía entre 72 a 80 Kg  $P_2O_5$ /ha al año, con una incidencia considerable sobre la variación de ingreso neto (Figura 5).

En el Cuadro 2 se indican los niveles óptimos de aplicación de  $P_2O_5$  al variar el precio de carne, fosfato e interés.

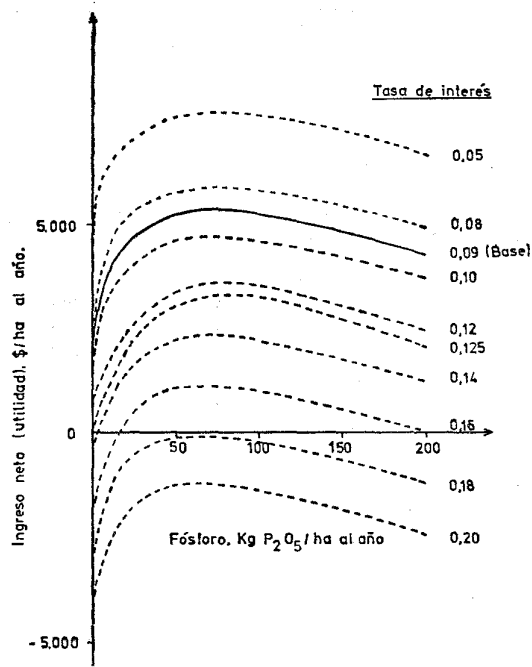


Figura 5 — Ingreso neto por hectárea al variar la tasa de interés alternativo del capital, según diferentes niveles de fertilización fosfatada.

De estos resultados se concluye que el cambio de precio de la carne es la variable que más afecta la utilidad; en orden de importancia le sigue la tasa de interés; la variación

en precio del fosfato tiene poca repercusión en la variación de la utilidad (Figura 6).

Bajo el actual nivel de precios de la carne e insumos utilizados en producirla, la rentabilidad generada por esta modalidad de producción es alta.

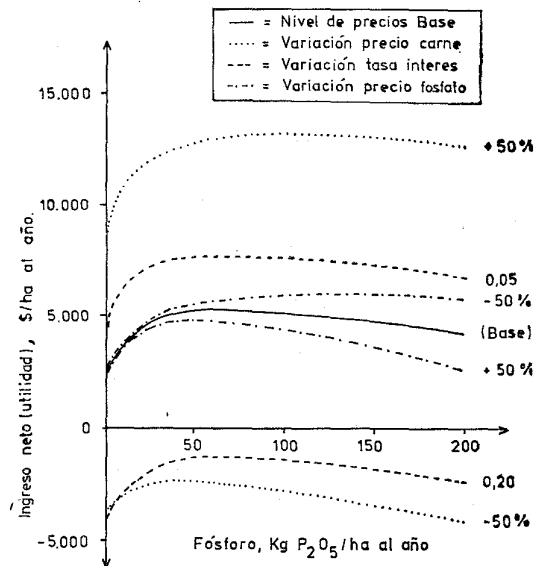


Figura 6 — Ingreso neto comparativo por hectárea al variar el precio de la carne, precio del fosfato y la tasa de interés del capital, según diferentes niveles de fertilización fosfatada.

## RESUMEN

Se realizó un análisis económico de los resultados de un experimento donde se estudió el efecto de cuatro niveles de fósforo en la producción de carne de una pradera de riego a base de trébol blanco-ballica. El análisis económico se generalizó utilizando regresiones múltiples; además se efectuó un análisis de sensibilidad. Todos los valores están expresados en pesos de enero de 1979 (US\$ 1 = \$ 34,00).

El análisis econométrico determinó que la función que presentaba mejor bondad de ajuste era la siguiente:

$$\ln IN = 7,65 + 0,28 \ln (X + 1) - 0,00386 (X + 1).$$

Donde: IN = ingreso neto (utilidad) en \$/ha al año; X = dosis de fosfato de mantención, en Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha al año. Al optimizar la ecuación se determinó que 72 Kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha al año era el nivel más conveniente de fertilización, produciendo un IN de \$ 5.342/ha al año; en este punto, la rentabilidad del capital es del 24% y el costo del kilogramo de peso vivo es de \$ 24,48. El análisis de sensibilidad demuestra que la variable que más afecta el IN es el precio de la carne, mientras que el precio del fosfato tiene muy poco efecto sobre el IN.

Bajo el actual nivel de precios de la carne y de los insumos utilizados en producirla, la rentabilidad para esta modalidad de producción es alta.

## S U M M A R Y

## EFFECT OF FOUR LEVELS OF PHOSPHATE FERTILIZATION ON BEEF PRODUCTION OF A WHITE CLOVER-PERENNIAL RYEGRASS PASTURE. II. ECONOMIC OPTIMUM

A five years study on the effect of four levels of phosphate fertilization upon beef production of a white clover-ryegrass pasture was analyzed economically. The economic analysis was generalized using multiple regression and the sensibility to different price changes was determined. Values are expressed as chilean pesos of January 1979 (\$ 34 = 1 US\$).

From the econometric analysis the following function for net income (NI) was obtained:  $NI = 7.65 + 0.28 \ln(X + 1) - 0.00386(X + 1)$ , where NI = net income, \$/ha/year, and X = maintenance phosphate fertilization, Kg  $P_2O_5$ /ha/year. The optimum was obtained at 72 Kg  $P_2O_5$ /ha/year; at this point, return on investment was 24% and the cost per kilogram of liveweight gain was \$ 24.50. The sensibility test showed that meat price changes have the highest effect on NI, while the price of phosphate is relatively unimportant. Under the present price conditions the return on investment for this type of beef production enterprise is high.

## LITERATURA CITADA

- FRANCISCO, E. 1971 Metodología para la obtención de óptimos económicos en experimentos con ovinos. *En*: Análisis económico de los datos de la investigación en ganadería. Editado por Gastal, E. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Montevideo, Uruguay. pp. 77-90.
- FRANCO, I., KLINGENBERG, G. y GARCÍA, P. 1977. Diagnóstico y programa de desarrollo para mil parcelas ubicadas en el valle central de Chile. Cooperativa El Toqui. San Fernando, Chile, 17 p.
- HEADY, E. and DILLÓN, J. 1961. Agricultural production functions. 3rd. ed. Michigan, Iowa University Press. Ames. Iowa, USA. pp. 73-96.
- INSTITUTO DE CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN EN REFORMA AGRARIA (ICIRA). 1977 a 1978. Boletín de precios agrícolas N°s 10 al 33. Santiago, Chile.
- KLEE, G., RUIZ, I. y JAHN, E. 1980. Efecto de cuatro niveles de fósforo en la producción de carne de una pradera de trébol blanco y ballica. I: Producción. *Agricultura Técnica (Chile)* 40 (1): 26-31.
- OFICINA DE PLANIFICACIÓN AGRÍCOLA (ODEPA). 1979. Precios agrícolas, N° 34. Santiago, Chile, 82 p.
- RUIZ, I., SOTO, P., KLEF, G., SOTO, L., FRANCO, I. y COSIO, F. Praderas de secano y sistemas de producción de carne en la cuenca del Bío-Bío. Análisis económico. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) e Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Chillán, Chile. pp. 100-103.

## ERRATA

En el volumen 39, N° 4, pág. 127 hay una trasposición de cifras en la 3ª. columna del Cuadro 4.

	FV	GI	SC	CM	F
Dicen, líneas 4 y 5:	Efecto cuadrático	1	0,7		7,81*
	Efecto cúbico	1	237,8		0,02 n/s
Deben decir :	Efecto cuadrático	1	237,8		7,81*
	Efecto cúbico	1	0,7		0,02 n/s