

**PRECIO SOSTEN O SUBSIDIO AL FERTILIZANTE:
BENEFICIOS Y COSTOS**

por María Luisa RECALDE de BERNARDI

PRECIO SOSTEN O SUBSIDIO AL FERTILIZANTE:

BENEFICIOS Y COSTOS

Resumen

Este trabajo mide los beneficios y costos que surgen al fijar dos políticas alternativas: un precio sostén a la producción de trigo y maíz o un subsidio al fertilizante.

Se supone que el fertilizante se usa por debajo del nivel óptimo y que los incentivos de precio tienen como objetivo aumentar la producción.

La demanda potencial de fertilizantes se deriva a partir de funciones de producción para el trigo y el maíz. Mediante el uso de un modelo de equilibrio competitivo se comparan los beneficios y costos relacionados con los dos programas de precio.

PRECIO SOSTEN O SUBSIDIO AL FERTILIZANTE:

BENEFICIOS Y COSTOS

Marfa Luisa Recalde de Bernardi

I. INTRODUCCION

Los objetivos que generalmente se persiguen cuando el gobierno establece un precio sostén a los productos agrícolas son: a) estimular la producción; b) estabilizar las variaciones estacionales y anuales de los precios; c) disminuir las diferencias entre el precio interno y el internacional para reducir el riesgo e incertidumbre de productores y consumidores; d) proteger a los productores de las imperfecciones del mercado que determinan precios por debajo del equilibrio; e) regular los stocks tanto público como privado.

En algunos países poco desarrollados se ha llegado a comprobar que el precio sostén necesario para alcanzar un determinado aumento en la producción resulta demasiado alto respecto al requerido para lograr efectos distributivos teniendo en cuenta que soportar elevados costos tanto el estado como la sociedad.

Quizás este sea el principal argumento que estimuló en muchos economistas el estudio, en forma comparativa, de una política de precio sostén con otro instrumento económico de corto plazo como es un subsidio a los insumos.

El incentivo a una mayor producción también puede ser provisto bajando los precios de los insumos del agro. Un subsidio a un insumo nuevo como es el fertilizante puede llevar a aumentar la producción vía incrementos en la productividad. El productor agropecuario que decide realizar esta innovación tecnológica debe soportar importantes niveles de riesgo e incertidumbre que surgen especialmente de la falta de conocimiento de la relación entre el agregado de fertilizante y el incremento en los rendimientos.

Es necesario señalar que la gran sensibilidad a problemas climáticos (especialmente humedad) que surge con el uso de fertilizantes ocasiona cierta inseguridad.

ridad respecto a los posibles incrementos en la producción que es sin duda mucho mayor comparándola con inversiones en otros insumos (semillas por ejemplo). Este aspecto afectará el beneficio esperado del productor y contribuirá a aumentar el riesgo.

Otra circunstancia en la que resultaría necesario subsidiar los fertilizantes es la existencia de una limitada competencia de precios debido a que las empresas multinacionales son las principales oferentes. La estructura de mercado es por lo general de tipo oligopólica y en el caso de Argentina se importan en gran proporción no habiendo posibilidad de producirlos internamente en el corto plazo.

Además, ciertas distorsiones institucionales del sistema impositivo a veces imponen de manera explícita o implícita impuestos sobre los productores (a la importación de algunos insumos, la existencia de mercados imperfectos, términos del intercambio desfavorables, retenciones a las exportaciones, etc.). A través de los subsidios sería posible compensar aunque sea parcialmente esas alteraciones^{1/}.

Si los precios de mercado para los productos e insumos reflejan adecuadamente los valores sociales, es probable que las intervenciones del gobierno resulten en una pérdida neta para la sociedad. Pero si los precios, los niveles de producción o el uso de insumos están por debajo del óptimo, la acción del gobierno a través de su intervención en los precios puede conducir a una ganancia neta de bienes para la sociedad.

En Argentina se proveen incentivos a la producción de trigo y maíz mediante el anuncio de un precio sostén que asegura a los productores la compra de la cosecha por parte del gobierno. ¿Qué ventajas o desventajas habría si ese mismo incremento en la producción es obtenido vía subsidio a los fertilizantes que aumenten los rendimientos ?.

En este trabajo se pretende medir los beneficios y costos de las dos políti-

cas de precio alternativas: precio sostén a la producción de trigo y maíz o subsidio a un insumo nuevo como es el fertilizante y que está siendo utilizado por debajo del óptimo (valor del producto marginal igual al precio). Se supone que es tos incentivos de precio serán implementados por parte del gobierno buscando como objetivo un aumento en la producción.

El consumo de fertilizantes de Argentina en los cultivos extensivos es muy escaso tanto si se lo compara con los países industrializados o aún con algunos de similar desarrollo. Considerando las principales causales de tal situación se destaca como de fundamental importancia la evolución de los precios relativos que determinó relaciones de insumo-producto muy poco favorables.

Unido a ello, no hubo en el país políticas promocionales adecuadas sino que por el contrario la existencia de derechos a la importación de los principales fer tilizantes y por otro lado las retenciones a la exportación han contribuido a un empeoramiento de esa relación de precios.

En este trabajo se desarrolla un modelo de equilibrio competitivo para comparar los beneficios y costos relacionados con estos dos programas de precios. Las estimaciones están basadas en la respuesta de la oferta o la demanda al pasar de una relación de precios nitrógeno/producto vigente en el pasado a una relación si milar a la existente en la mayoría de los países desarrollados y que se encuentran a la vanguardia en el mundo en el consumo de fertilizantes como EE.UU., Australia o Francia.

La evaluación de las políticas está basada en el costo de cada programa para el gobierno y en términos del beneficio o pérdida para la sociedad.

II. EL CONSUMO DE FERTILIZANTES EN ARGENTINA

La fertilización es una práctica que se encuentra difundida desde hace tiempo en los cultivos intensivos. No ocurre lo mismo con los cultivos extensivos en donde el uso de fertilizantes se ha incrementado recién a partir de la segunda mi tad de la década del setenta.

Las características ecológicas y económicas de cada tipo de cultivo son muy diferentes. Se ha expresado que el fertilizante es un insumo de baja autonomía ecológica; esto significa que tiene escasa capacidad de manifestar su influencia en un cultivo en forma independiente de otros factores. Ello trae como consecuencia que cualquier alteración en los factores que influyen en el desarrollo del cultivo disminuyan o anulen el efecto del fertilizante.

Tal es el caso de la importancia que tienen las precipitaciones y el carácter errático de las mismas en amplias zonas de cultivos cerealeros de Argentina. Los efectos de la fertilización podrían verse disminuidos si se los compara con los cultivos intensivos la mayoría de los cuales se realizan bajo riego.

Los principales fertilizantes consumidos en la producción de trigo son la urea, el amoníaco anhidro y el sulfato de amonio entre los nitrogenados y el fosfato diamónico entre los fosfatados. En el maíz se utilizan especialmente los fertilizantes nitrogenados. Dentro de éstos, la urea es el más comercializado en la actualidad y alrededor del 30% del consumo anual se emplea en la fertilización del trigo.

Como prueba del escaso nivel de uso de este insumo, puede señalarse que a principios de la década del 80, en las zonas II Norte y II Sur se fertilizaban alrededor de 250.000 has. de trigo sobre un total de 2 millones. En la zona IV se fertilizaban alrededor de 550.000 has de trigo sobre un millón, con fosfato diamónico y urea mientras que en la zona III el consumo resultaba muy poco significativo.

En el año 1987, se estima que alrededor del 25% de la superficie total sembrada con trigo es fertilizada y que el consumo en este tipo de cultivo se ha incrementado casi un 60% entre las cosechas 1980-81 y 1986-87.

En cuanto al maíz, se estima que actualmente se fertilizan solamente 80.000 has. que corresponden a la llamada zona maicera central.

Es necesario destacar que en E.E.U.U., el 65% del área cosechada con trigo se fertiliza con nitrógeno y el 45% recibe fósforo mientras que el 95% de la superficie cosechada con maíz recibe nitrógeno.

Entre los principales factores que limitan el consumo de fertilizantes químicos

cos en Argentina se puede destacar la evolución de los precios relativos que determinó relaciones de insumo-producto poco favorables. Como promedio de la década 1970-80, un productor argentino debió entregar más de tres veces la cantidad de trigo que uno americano para comprar una misma cantidad de fertilizantes^{2/}. Esta relación de intercambio es de 2,5; 1,8 y 2,2 veces más desfavorable para Argentina que para Francia, Brasil y Uruguay respectivamente^{3/}.

La fertilización es una práctica que trae aparejado un mayor costo. Por ello es necesario conocer el incremento probable en los rendimientos que podría obtenerse con el fin de que la misma resulte económicamente conveniente.

Es imprescindible determinar el contenido de nitratos del suelo para en base a ello poder establecer la necesidad o no de fertilizar y en caso afirmativo especificar la dosis más conveniente.

Generalmente el productor no conoce cual será la relación entre el agregado de fertilizante y el incremento en los rendimientos, debido a la escasa y poco difundida información de base.

Además, la fertilización es una práctica muy sensible a problemas climáticos (especialmente humedad). Ello genera cierta inseguridad respecto a los posibles incrementos en la producción contribuyendo a aumentar el riesgo.

III. EL MODELO

Se ha considerado un modelo de equilibrio que tiene en cuenta el precio sosten al producto y el subsidio al fertilizante en forma separada.

Los supuestos adoptados son:

a) Hay competencia perfecta en el mercado lo cual implica que los precios de demanda miden el valor de los bienes para los consumidores, mientras que los precios de oferta miden los costos de los productores.

b) Es una economía abierta que exporta el bien considerado y en donde no hay importaciones.

c) El gobierno realiza las compras y ventas en el mismo período.

1. Precio Sostén

La Fig.1 muestra un precio sostén colocado con el fin de incrementar la producción. SS es la oferta de corto plazo; DD la demanda interna; D'D'' la demanda internacional y DD'D'' la demanda del mercado.

La curva de oferta con pendiente positiva refleja los mayores costos que enfrentan los productores al incrementar la producción en el corto plazo. Si tal como se asumiera, no hay importaciones y el gobierno no interviene en los precios, el precio y la cantidad de equilibrio son OP_e y OQ_e respectivamente. Supondremos que el precio de equilibrio es igual al precio internacional, $OP_e = OP_w$.

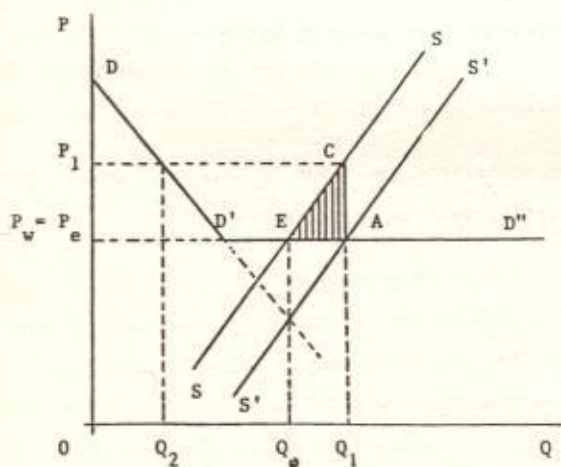


Figura 1 - Precio sostén al producto

Para aumentar la producción en $Q_e Q_1$ el precio debería ser sostenido en P_1 . La magnitud en que se incrementará la cantidad ofrecida ante un precio esperado mayor dependerá de la elasticidad de la oferta^{4/}.

Es necesario aclarar que la expectativa de un precio más elevado puede incentivar inversiones en el sector en el largo plazo que generarían un incremento en la oferta mediante un traslado de la función SS hacia la derecha y eventualmente podría bajar el precio en términos reales.

2. Subsidio al fertilizante

En la Fig. 2 la demanda de fertilizantes está representada por D_f ; P_f es el precio internacional y $\bar{P}_f$ el precio subsidiado. Se está suponiendo una oferta de fertilizantes perfectamente elástica al precio P_f . Dada la demanda D_f , un subsidio por unidad igual a $P_f - \bar{P}_f$ incrementará la cantidad demandada de fertilizante en $F_0 F_1$.

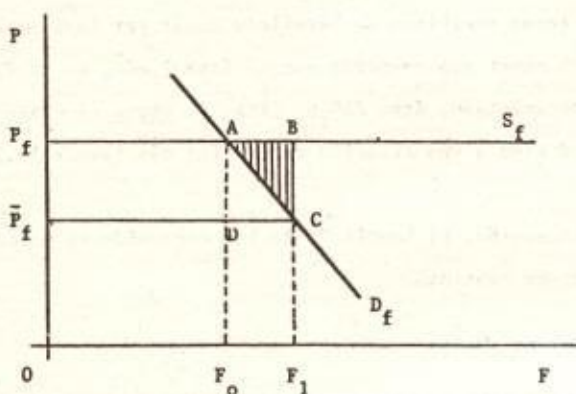


Figura 2 - Subsidio al fertilizante

Expresado de otra manera, el subsidio al fertilizante hará bajar el costo de producción y la curva de oferta se trasladará a la derecha ($S'S'$ en la Fig.1) obteniéndose la misma producción adicional $Q_e Q_1$.

I V. EL COSTO DEL GOBIERNO

Si el gobierno hace las compras en un mismo momento deberá comprar toda la cosecha del mercado. En la Fig. 1 adquiere el producto al precio sostén OP_1 y vende (en el mercado interno o externo) a OP_e . El costo total es $P_e P_1 CA$.

Por el contrario, si las ventas no necesariamente tienen que ser realizadas en el mismo período de compra, el gobierno podría acumular stocks y vender luego a un precio más alto (o más bajo). En tal caso, el costo del gobierno sería menor (o mayor) pues tendría que comprar solamente $Q_2 Q_1$ al precio sostén. El costo neto dependerá de la diferencia entre el precio de compra, el precio de venta y los costos de almacenamiento.

El costo del gobierno de un subsidio $P_f \bar{P}_f$ como el señalado en la Fig. 2 es tá dado por $\bar{P}_f P_f BC$. Los productores recibirán un beneficio dual: por la compra de todo el fertilizante a un costo menor representado por el área $P_f ACP_f$ en la Fig.2 y por el valor del producto incrementado, área $EAQ_1 Q_e$ (Fig. 1) menos el costo del uso adicional de fertilizante debido a una relación de precios más favorable, área $DCF_1 F_0$ (Fig. 2).

Como en el caso del precio sostén, el beneficio de los consumidores no cambia porque ellos consumen la misma cantidad.

V. EL BENEFICIO SOCIAL

A los supuestos ya enunciados debe agregarse uno de singular importancia: una reducción en el precio de los fertilizantes no afectaría significativamente el uso de otros insumos como mano de obra o tierra. Las relaciones de complementariedad y sustitución entre los factores, especialmente entre fertilizante y tie-

rra, son altamente complejas; por ello resulta bastante difícil predecir las posibles tendencias que resultarían al adoptar este supuesto.

Se definen los siguientes parámetros:

- a) Beneficio Social Total = Beneficio del Productor + Beneficio del Consumidor +
+ Incremento en el Ingreso del Gobierno.
- b) Beneficio Social Neto = Beneficio Social Total - Costo Directo del Gobierno.
- c) Costo Neto del Gobierno = Costo Directo del Gobierno - Ingreso del Gobierno.

VI. EL COSTO EN RECURSOS

En la Fig. 1 al implementarse el precio sostén OP_1 , el ingreso de los productores se incrementa en $P_1 P_e AC + EAQ_1 Q_e$ pero también se les aumenta el costo en $ECQ_1 Q_e$. La diferencia representa "el beneficio de los productores" que es un mayor ingreso a costa del gobierno ($P_e P_1 CE$). La pérdida neta de bienestar económico para la sociedad o costo en recursos es el área ECA (costo del gobierno menos ganancia de los productores).

Expresado de otra manera, el costo en recursos de un programa de precio sostén OP_1 vendiendo a OP_e puede obtenerse restando la suma de los cambios en los excedentes del productor y del consumidor del costo del gobierno^{5/}.

Mientras más elástica sea la oferta del producto, mayor será la respuesta del output a un precio sostén dado y menor el costo en recursos necesario para obtener un determinado incremento en la producción.

De manera similar, en la Fig. 2 una parte del costo del gobierno representada por el área $\bar{P}_f P_f AC$ es transferida a los productores. Si del costo del gobierno deducimos la disminución del costo de los productores, tenemos ABC que es el

costo en recursos^{6/}.

La efectividad de un subsidio al insumo dependerá de la elasticidad precio de la demanda. Una demanda más elástica determina, *ceteris paribus*, un menor costo en recursos.

Hay que tener en cuenta además que el precio del insumo influye también en la elasticidad precio de la oferta del producto. Tolley, Thomas y Wong (1982) presentan un modelo de dos insumos para demostrar que la elasticidad precio de la oferta de un bien es igual a la suma de las elasticidades de esa oferta con respecto a cada uno de los insumos. Luego, la elasticidad de la oferta del producto con respecto al precio del fertilizante es sólo una parte de la elasticidad de esa oferta con respecto al propio precio.

De lo anterior surge que las mediciones que se obtengan en este trabajo están sujetas de manera fundamental a la estimación de las funciones de demanda de fertilizantes, oferta del producto y sus respectivas elasticidades. De manera similar, los efectos directos y complementarios que puede ocasionar la toma de una política de precios determinada, dificultan la medición acertada del efecto total en un marco dinámico.

VII. LA RESPUESTA AL FERTILIZANTE EN LOS CULTIVOS EXTENSIVOS DE ARGENTINA

Mediante un considerable número de experimentos realizados especialmente por las Estaciones Experimentales del INTA, ha sido posible detectar una serie de factores que determinan la magnitud de la respuesta de los cultivos a la fertilización nitrogenada. No es suficiente que un suelo con carencia de nitrógeno pueda incrementar su rendimiento con el solo agregado de dosis de fertilizante, sino que es necesaria la concurrencia de un conjunto de factores. Entre ellos podemos

destacar aquellos cuyo nivel el productor conoce en el momento de la toma de decisión pero no puede controlar, por ejemplo la fertilidad del suelo. Factores que es posible controlar como la rotación y manejo del cultivo, uso de variedades, etc.

Por último podemos señalar aquellos factores que al no ser controlados y poseer características desconocidas en el momento de la decisión (clima, lluvias) resultan fundamentales determinantes del nivel de incertidumbre.

Las conclusiones que pueden extraerse de las numerosas experiencias realizadas^{7/} establecen que los aumentos de rendimiento por fertilización serán menores en los suelos dotados de mayor fertilidad natural. Respecto al factor climático, el papel de mayor importancia lo desempeñan las precipitaciones.

1. Trigo

El trigo es uno de los cultivos que tiene grandes posibilidades de incrementar el uso de fertilizantes. Además de la existencia de información de base sobre los niveles de respuesta en una buena parte de las zonas productoras, alrededor del 50% de la producción se obtiene en zonas ecológicamente aptas especialmente en lo que se refiere a lluvias. Esto último es válido para las regiones trigueras II norte, II Sur y IV que representan un 60% del total producido. En las zonas III y V la fertilización puede resultar una práctica más riesgosa debido a las características de semiáridas o subhúmedas.

Entre las funciones de producción disponibles se eligió una que presenta mayor simplicidad para derivar a partir de ella una función de demanda de fertilizante. Incorpora dos de los factores que más condicionan la acción de los mismos (fertilidad del suelo y dosis de fertilizante aplicadas) y es posible aislar el efecto del fertilizante.

Esta función de respuesta fue obtenida por Gallacher. M. (1982) después de cuatro años de ensayos (1978, 1979, 1980 y 1981) llevados a cabo en establecimientos de productores pertenecientes a los grupos CREA. La mayoría están ubicados en el triángulo formado por las ciudades de Buenos Aires, Rosario y Rufino.

La función de producción utilizada es la siguiente:

$$(1) \quad Y = -7.122,36 + 14,94 X_1 - 31,75 X_2 + 95,84 X_3 - 0,04 X_4 + 0,13 X_5 - \\ (-3,10)** \quad (1,37)* \quad (-1,24) \quad 6,10)** \quad (-1,11) \quad (1,81)** \\ - 0,24 X_6 - 0,009 X_7 + 0,007 X_8 + 0,15 X_9 \\ (-7,31)** \quad (-2,25)** \quad (0,15) \quad (1,96)**$$

$$R^2 = 0,72$$

Los valores entre paréntesis corresponden al estadístico t-student.

Grados de libertad = 98. * : significativo $p = 0,10$; ** : significativo $p = 0,05$

donde:

Y = rendimiento del trigo (kg./ha.)

X_1 = nitrógeno fertilizante (kg./ha.)

X_2 = nitrógeno en el suelo (ppm)

X_3 = lluvias octubre y primeras 3 semanas de noviembre (mm)

$$X_4 = X_1^2$$

$$X_5 = X_2^2$$

$$X_6 = X_3^2$$

$$X_7 = X_1 X_2$$

$$X_8 = X_1 X_3$$

$$X_9 = X_2 X_3$$

2. Mafz

La zona con mayores posibilidades de adopción de fertilizantes es la maicera central que abarca los partidos del norte de Buenos Aires, Sur de Santa Fe y Sudeste de Córdoba.

Los datos utilizados corresponden a los relevados por la EERA Pergamino y Marcos Juárez del INTA y, al igual que para el trigo, analizaremos sólo los referentes a fertilización nitrogenada por ser el nutriente más deficitario en la región^{8/}. Se eligió una de las funciones de respuesta elaborada por Novello, Ma^usiero, Peretti y Bonel (1979) en el INTA Marcos Juárez.

Se llegó a determinar la siguiente función de producción:

$$(2) \quad Z = 4.625,69 - 32,3408 X + 9,6794 X_5 - 105,2318 X_6 + 21,0258 X_{12} - 0,0548 (X_{12})^2 - 0,0849 X_5 X_{12} (X_8 + X_9)$$

$$R^2 = 0,62$$

donde:

Z = rendimiento del mafz (kg./ha.)

X₁ = años desde que el lote tuvo alfalfa

X₅ = nitratos en capa arable (ppm)

X₆ = punto de marchitamiento de 20 a 100 cm de profundidad (en %)

X₈ = lluvias desde la época de siembra hasta el 15 de diciembre (mm)

X_9 = lluvias en la época de floración; 15 de diciembre hasta el 31 de diciembre (mm)

X_{12} = nitrógeno aplicado (kg./ha.)

Todas las variables resultaron significativas al nivel del 1% excepto la variable $X_5 X_{12}$ que es significativa al 5%.

VII. LA DEMANDA POTENCIAL DE FERTILIZANTES

Dada la elasticidad de producción con respecto al fertilizante y la elasticidad precio de la demanda, podemos determinar la cantidad del mismo necesaria para obtener un incremento en la producción de trigo o maíz (que por otro lado será igual a la que se obtendría mediante el precio sostén) y la disminución en el precio del fertilizante necesaria para inducir ese consumo adicional.

A partir de las funciones de producción se deriva la demanda de fertilizante nitrogenado para trigo y maíz en donde las cantidades demandadas para cada relación de precio son las dosis que maximizan el beneficio del productor (véase Anexo I).

Se considera que los precios necesarios para determinar las dosis óptimas deben ser los realmente pagados y recibidos por el productor (los llamados "precios de chacra"). Para ello se han tomado dos hipótesis que corresponden a distintos niveles de precios relativos.

- Hipótesis 1: relación media del período 1970-84 entre el precio de mercado del nitrógeno ureico más un 10% de gastos de flete a chacra y aplicación al cultivo, más un 5% de costo financiero por inmovilización del capital durante el período siembra-cosecha (seis meses). El precio neto del trigo o maíz corresponde a su valor FOB puerto de Buenos Aires menos 16% de gastos de comercialización y 10% de gastos de cosecha (véase Cuadro 1).

- Hipótesis 2: relación media del período 1970-84 entre los precios internacionales. Para urea se considera un precio de mercado igual a FOB en puertos de Europa Occidental más un 20% de gastos de importación y para trigo o maíz el precio

Fob Buenos Aires. esto implicaría una situación de intervención directa del Estado en el mercado de fertilizantes, disminuyendo los gastos de importación y distribución en alrededor del 40%^{9/}.

En el Cuadro 2 se observa que las dosis óptimas a utilizar aumentan cuando la relación de precios baja y cuando menor es la fertilidad del suelo.

V. LOS COSTOS Y BENEFICIOS

En las funciones de producción especificadas se reemplazan las dosis óptimas del insumo (funciones de demanda) para obtener el producto óptimo en función de los precios del insumo y del producto. Si hacemos permanecer constante el precio del insumo y variamos el precio del producto, obtenemos las ofertas de trigo o maíz (véase Anexo I).

Los costos y beneficios fueron calculados entre los precios relativos correspondientes a las dos hipótesis planteadas en el Cuadro I. Los resultados obtenidos pueden observarse en los Cuadros 3 y 4.

Para el trigo, el costo del gobierno de subsidiar el fertilizante resulta tan solo de un 3,8%; 4,3% y 4,4% del correspondiente al precio sostén cuando la fertilidad es alta, media o baja respectivamente y para el caso en que el precio sostén esté dirigido a la totalidad de la producción.

En el caso del maíz, los resultados son similares ya que el costo del gobierno de subsidiar el fertilizante es de sólo el 4,0%; 4,6% o 5,2% del correspondiente al precio sostén para los distintos tipos de fertilidad.

El costo del gobierno para ambos cultivos y para los dos programas de precios se va incrementando a medida que el nivel de fertilidad disminuye y resulta sustancialmente inferior si se implementara la política de subsidio al fertilizante ya se trate de la producción de trigo o maíz.

te ya se trate de la producción de trigo o maíz.

El beneficio social total es alto en las dos políticas pero como el costo directo del gobierno es aún mayor para el precio sostén, resulta un beneficio social neto negativo en este tipo de programa.

El beneficio social neto sustancialmente elevado que produce el subsidio al fertilizante, puede parecer en principio una incongruencia bajo los supuestos de que la intervención del gobierno en el mercado (de bienes o insumos) resulta generalmente en ineficiencias o pérdida neta en el bienestar económico y social. Debemos recordar, sin embargo, que estamos contemplando una economía caracterizada por la suboptimalidad en la aplicación de ciertos insumos y que nuestro objetivo no es el equilibrio con libre juego de oferta y demanda.

En término del ingreso de los productores, el plan de precio sostén parece ser superior sobre el de subsidio; el beneficio del productor bajo el programa señalado en primer término es más del doble del correspondiente al subsidio al fertilizante (113% en el trigo y 128% en el maíz; Cuadro 4).

Si nos basamos en la relación beneficio social-costos del gobierno, las conclusiones son similares y siempre para ambos cultivos.

Es necesario aclarar que en el plan del subsidio al fertilizante se estaría sobrestimando el costo neto porque el gobierno podría establecer retenciones a las exportaciones de otros productos que se han beneficiado por el uso del fertilizante a un menor costo y que se constituirían en productores a los que se les pueden establecer medidas compensatorias de tales beneficios.

En cuanto a la pérdida neta de recursos (véase Anexo II), la diferencia que surge de aplicar uno u otro tipo de política es por demás importante. En el subsidio al fertilizante el valor de la pérdida neta de bienestar es prácticamente el mismo, independientemente del nivel de fertilidad y alcanza a sólo el 1% del que surgiría si se aplicara un precio sostén (Cuadro 3).

VI. LOS RESULTADOS Y LAS ELASTICIDADES

Los resultados obtenidos dependen fundamentalmente de la elasticidad precio: oferta de los productos y demanda del fertilizante.

Los valores encontrados para las funciones utilizadas en las estimaciones sugieren que la fertilidad del suelo no es un determinante que pueda afectar el valor de la elasticidad de la oferta. En cambio, la demanda de fertilizante reacciona de manera muy diferente y asume valores sensiblemente distintos de acuerdo a cuáles sean las características del suelo^{10/}.

En varias investigaciones acerca de la elasticidad de la oferta de cereales en Argentina y algunos cultivos en particular, se han encontrado distintos valores que difieren considerablemente según el período y el marco conceptual en que hayan sido realizadas^{11/}. En general, se han obtenido valores más altos que los que surgen mediante la metodología usada en este trabajo.

En cuanto a la demanda de fertilizantes en Argentina, no se conocen investigaciones anteriores que incursionen en este tema. Hay que destacar que las estimaciones usadas en nuestros cálculos surgen al obtener el valor del producto marginal a partir de las funciones de producción especificadas e igualando al precio del fertilizante. Logramos de este modo valores de la elasticidad precio en un marco de perfecta certidumbre. Estos coeficientes podrían ser más bajos en el caso de que los productores actúen con cierto grado de aversión al riesgo.

En lo que hace a investigaciones realizadas en otros países, podemos destacar la de Peter Timmer (1974) quien estimó valores de corto plazo en cinco países asiáticos y estuvieron ubicados entre 0,5 y 1,0.

Barker y Hayami (1976) usaron un coeficiente de 0,5 para la elasticidad de la demanda de fertilizante utilizado en el cultivo de arroz y azúcar en Filipinas. Por su parte, Griliches llegó a un valor de 0,5 para el corto plazo y 2,0 en el largo plazo. Estos resultados fueron obtenidos para EE.UU. en forma global en el período 1911-56 habiendo diferencias entre los valores estimados para dis-

tintas regiones.

Para testear las implicancias de ofertas de trigo y maíz más elásticas en forma simultánea con una demanda de fertilizante de menor elasticidad, se eligió un valor de 0,3 y 0,5 para la elasticidad de la oferta de trigo y maíz respectivamente.

En cuanto a la demanda de fertilizante, se trabajó con un valor de 0,5 para el uso en trigo y 0,4 en el maíz.

El costo del gobierno presenta un sensible disminución (es ahora tan solo del 32% y 25% para el trigo y maíz respectivamente, del que surgía con una oferta más inelástica) si consideramos el programa de precio sostén. Por el contrario, este parámetro se incrementa cuando se trata del subsidio al fertilizante (en un 32% para el trigo y en un 60% para el maíz). No obstante ello, si tenemos en cuenta la magnitud que asume el costo del gobierno bajo los dos programas de precios alternativos, surge claramente la ventaja que sigue teniendo el plan de subsidio.

Respecto a la pérdida neta de bienestar para la sociedad, las conclusiones prácticamente no varían. El mayor valor de la elasticidad precio de las ofertas de trigo y maíz no tienen influencia para disminuir la elevada pérdida de recursos que surge de un programa de precio sostén. Si bien ahora el valor de este parámetro se ha incrementado a 15,2 mill. de U\$S y 12,2 mill. de U\$S para el trigo y el maíz respectivamente en el caso del subsidio al fertilizante, este costo es todavía de solamente el 1,3% y 1,5% del que surgiría al aplicar el programa de precio alternativo.

A la luz de los resultados obtenidos, surge que un programa de subsidio al fertilizante que está siendo utilizado por debajo del nivel óptimo, resulta superior sobre el precio sostén cuando se quiere lograr un aumento dado en la producción de trigo o maíz en Argentina.

Cuadro 1: Precios: Nitrógeno, trigo y maíz

Año	Nitrógeno u\$s corrientes/Tn			Trigo u\$s co- rrientes/ tn	Hipótesis 1			Hipótesis 2			Maíz u\$s co- rrientes/ tn	Hipótesis 1		Hipótesis 2	
	Urea FOB	Nitrógeno ureico	N ureico de mercado		Nitrógeno precio chacra	Trigo precio neto	(7) = (5)/(6)	(8) = (2).1,2	(9) = (8)/(4)	Maíz precio neto		(14) = (5)/(13)	(15) = (8)/(12)		
	(1)	(2)	(3)		(4)	(5)	(6)	(5)/(6)	(2).1,2	(8)/(4)	(12)	(13)	(5)/(13)	(8)/(12)	
1970	48,3	105	168	54,3	194,04	41,05	4,73	126,0	2,32	58,0	43,8	4,43	2,17		
1971	46,0	100	160	59,1	184,80	44,68	4,14	120,0	2,03	57,0	43,1	4,29	2,10		
1972	59,3	129	206	63,8	237,90	48,23	4,93	154,8	2,43	63,0	47,6	5,00	2,44		
1973	94,8	206	330	-	381,15	-	-	247,2	-	99,0	74,8	5,09	1,56		
1974	316,0	687	1.099	176,0	1.269,35	133,06	9,54	824,4	4,68	133,0	100,5	12,63	6,20		
1975	198,8	432	692	147,0	799,26	111,13	7,19	518,4	3,53	126,0	95,2	8,39	4,11		
1976	112,0	243	389	128,0	449,30	96,77	4,64	291,6	2,28	114,0	86,2	5,21	2,56		
1977	127,0	276	442	100,0	510,51	75,60	6,75	331,2	3,31	93,0	70,3	7,26	3,56		
1978	145,0	315	504	126,0	582,12	95,26	6,11	378,0	3,00	103,0	77,9	7,47	3,67		
1979	173,0	376	602	158,0	695,31	119,45	5,82	451,2	2,86	117,0	88,4	7,86	3,86		
1980	222,0	483	772	206,0	891,66	155,74	5,73	579,6	2,81	161,0	121,7	7,33	3,60		
1981	216,0	470	752	190,0	868,56	143,64	6,05	564,0	2,97	136,0	102,8	8,45	4,15		
1982	190,0	413	661	163,0	763,46	125,50	6,08	495,6	3,04	109,0	82,4	9,26	4,55		
1983	136,0	296	474	143,0	547,47	108,11	5,06	355,2	2,48	134,0	101,3	5,40	2,65		
1984	189,0	411	658	135,0	759,99	102,06	7,45	493,2	3,65	138,0	104,3	7,29	3,57		
Promedio							6,02		2,96			7,02	3,38		

(1) En bolsas puertos de Europa Occidental; (2) Para pasar a N ureico se divide por 0,46 (urea = 462 N); (3) Para pasar de FOB a "precio de mercado" se consideró 60% de gastos de importación y distribución (4) y (12) En dólares corrientes por tonelada FOB Buenos Aires (Bolsa de Cereales, Número Estadístico 1985); (5) = (3) x 1,1 x 1,05; (6) = (4) x 0,84 x 0,9; (13) = (12) x 0,84 x 0,9.

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2 : Dosis óptimas de fertilizante (en kg.N/ha.)

T R I G O				M A I Z			
Fertilidad*				Fertilidad**			
Precio	Alta	Media	Baja	Precio	Alta	Media	Baja
Hipótesis 1; $P_r = 6,02$	40	57	74	Hipótesis 1; $P_r = 7,0$	54,4	76,8	93,1
Hipótesis 2; $P_r = 2,96$	78	95	112	Hipótesis 2; $P_r = 3,4$	87,2	109,7	126,0

* Alta = 75 ppm.; Media = 60 ppm.; Baja = 45 ppm.

** ALta = 95 ppm. ; Media = 66 ppm.; Baja = 45 ppm.

Cuadro 3 : Costo del gobierno y pérdida neta de recursos

Tipo de política.	Costo del gobierno		Pérdida neta de recursos	
	u\$s/Ha	mill. de u\$s	u\$s/Ha *	mill. de u\$s
<u>TRIGO</u>				
<u>Precio sostén</u>		<u>1.411</u>		<u>1.160</u>
Fertilidad alta	756	340	608	274
Fertilidad media	847	508	698	419
Fertilidad baja	938	563	779	467
<u>Subsidio al fertilizante</u>		<u>60</u>		<u>12</u>
Fertilidad alta	29	13	7,0	3,2
Fertilidad media	36	22	7,1	4,2
Fertilidad baja	42	25	7,2	4,3
<u>MAIZ</u>				
<u>Precio sostén</u>		<u>1.123</u>		<u>885</u>
Fertilidad alta	841	252	668	200
Fertilidad media	863	432	669	334
Fertilidad baja	879	439	703	351
<u>Subsidio al fertilizante</u>		<u>53</u>		<u>8,0</u>
Fertilidad alta	32	10	6,2	1,8
Fertilidad media	40	20	6,4	3,2
Fertilidad baja	46	23	6,3	3,1

Fuente: Elaboración propia.

La superficie total a fertilizar y la distribución por niveles de fertilidad corresponde a estimaciones realizadas por Zaffanella, M.(1977) y Reca L. y Cirio F.(1983). Para mayor detalle véase Recalde de Bernardi M.L.(1987).

Cuadro 4 : Beneficios y costos de un programa de precio sostén o subsidio al fertilizante (Mill. de u\$s)

	Trigo		Maíz	
	Precio sostén	Subsidio Fertiliz.	Precio sostén	Subsidio Fertiliz.
1. Beneficio social total	251	118	237	104
2. Beneficio social neto	-1.160	58	- 886	51
3. Beneficio del productor	251	118	237	104
4. Ingreso del gobierno	--	- 25	--	- 23
5. Costo directo del gobierno	1.411	60	1.123	53
6. Costo neto del gobierno	1.411	85	1.123	76
Relaciones Beneficio-Costo				
. Benef. Social T./Costo D. del Gobierno (1)/(5)	0,18	1,97	0,21	1,96
. Benef. Social T./Costo N. del Gobierno (1)/(6)	0,18	1,39	0,21	1,37

(2) = (1) - (5); (4) = 38% del valor CIF de las importaciones de fertilizantes (eliminación del arancel del 25% y disminución del IVA del 18% al 5%). (6) = (5) - (4).

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO I

Dada la función de producción:

$$q_1 = f(v_j)$$

donde:

q_1 = producto

v_j = insumos

Las condiciones de primer orden de maximización del beneficio pueden ser expresadas

$$p \frac{f'}{v_j} = w_j \quad j = 1, 2, \dots, m$$

$$\delta \quad .MP_j(v) = w_j \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

donde:

p = precio del producto

$MP_j(v)$ = producto marginal del insumo

w_j = precio de los insumos; $j = 1, 2, \dots, m$

La expresión (1) puede ser expresada como:

$$VMP_j(v, p) = w_j \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Las cantidades demandadas de los insumos se obtienen resolviendo el sistema de ecuaciones (1) ó (2) para v como una función de los precios

$$v_j = \mathcal{J}_j(p, w_1, \dots, w_m) \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (3)$$

Las funciones $\mathcal{J}_j$, $j = 1, \dots, m$ son las funciones de demanda de insumos. Sustituyendo la función de demanda del insumo en la función de producción, obtenemos el "producto óptimo" como una función de los precios del producto y de los insumos; esto es, la función de oferta del productor que simbolizamos por q :

$$q = f(\mathcal{J}_1(p, w), \dots, \mathcal{J}_m(p, w)) = s(p, w)$$

Manteniendo $w = [\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_m]$ fijos y relacionando q con p , se obtiene la curva de oferta.

Las dosis óptimas encontradas son las siguientes:

$$X_1 = 186,7 - 1,125 X_2 + 0,0875 X_3 - 12,5 \frac{P_{X_1}}{P_Y} ; \quad \begin{matrix} P_{X_1}: \text{Precio del fertiliz.} \\ P_Y: \text{Precio del trigo.} \end{matrix}$$

$$X_{12} = 191,84 - 0,775 X_5 - 9,12 \frac{P_{X_{12}}}{P_Z} ; \quad \begin{array}{l} P_{X_{12}} : \text{Precio del fertilizante} \\ P_Z : \text{Precio del maíz.} \end{array}$$

ANEXO II - El Costo en recursos

1. Precio sostén

Dada la función: $P_i = c + dQ_i$; donde

P_i = precio; para i = trigo o maíz

Q_i = cantidad ofrecida; para i = trigo o maíz

c y d = parámetros

La condición de equilibrio en un mercado competitivo establece que:

$$CM_g = IM_g = P ; \text{ luego } CM_g = c + dQ_i$$

El excedente del productor puede medirse de la siguiente manera

$$\begin{aligned} B &= P_1 Q_1 - \int_{Q_0}^{Q_1} CM \\ &= P_1 Q_1 - CQ + \frac{d}{2} Q^2 \Big|_{Q_0}^{Q_1} \end{aligned}$$

$$\text{Costo del gobierno} = (P_1 - P_w) Q_1$$

$$ECA = \text{Costo del Gobierno} - \text{Beneficio}$$

2. Subsidio al fertilizante

Si partimos de la función:

$$P_F = a - b F ; \text{ donde}$$

$$P_F = \frac{P_{X_1}}{P_Y} = \frac{\text{precio del fert. (u\$s/kg)}}{\text{precio del trigo (u\$s/kg)}} = \frac{\text{kg. trigo}}{\text{kg. fert.}}$$

F = cantidad demandada de fertilizante, nitrógeno (kg.N/ha.); a y b = parámetros

$$ABC = OP_f BF_1 - OP_f ACF_1$$

$$ABC = AF_0 BF_1 - \int_{F_0}^{F_1} (a - b F) dF$$

$$ABC = (F_1 - F_0) P_f - (a F - b/2 F^2) \Big|_{F_0}^{F_1}$$

NOTAS

1. Sobre este aspecto hay una abundante literatura que discute la situación australiana.
2. Esta relación es la correspondiente al amoníaco anhidro por ser el fertilizante más usado en EE.UU.
3. Para un mayor detalle sobre estos aspectos puede consultarse Recalde de Bernardi M.L. (1987).
4. Los efectos que un mayor precio puede ocasionar en el auto-consumo, como así también el posible efecto ingreso, no serán considerados debido a la escasa incidencia que el auto-consumo tiene en la producción total de los bienes que serán tomados para el caso de Argentina.
5. Al suponer que el precio de venta del gobierno es igual al precio de equilibrio, el cambio en el excedente del consumidor es nulo. Para que hubiera un incremento en el excedente del consumidor, el precio de venta del gobierno debería ser menor al de equilibrio.
6. La superficie de las áreas ECA y ABC miden la pérdida de bienestar económico para la sociedad pero no consideran las posibles ganancias (o pérdidas) netas en el intercambio comercial externo.
7. Véase por ejemplo Gallacher, M.(1982); Bonel, J., Novello, P. y Col, M. (1978).
8. Véase porejemplo Novello, P. y Masiero, B.(1976); Novello, P.(1969); Bonel, J. y Novello, P.(1983).
9. Para el cálculo en detalle véase Recalde de Bernardi M.L. (1987).
10. Elasticidad precio de la oferta de trigo: fert. alta: 0,13; fert. media: 0,13; fert. baja: 0,10- Elasticidad precio de la oferta de maíz: fert. alta: 0,12; fert. media: 0,12; fert. baja: 0,10. Elasticidad precio de la demanda de nitrógeno para trigo: fert. alta: 0,97; fert. media: 0,75; fert. baja: 0,61- Elasticidad precio de la demanda de nitrógeno para maíz: fert. alta: 0,70; fert.media: 0,53; fert. baja: 0,45.
11. Véase por ejemplo INTA (1980); Colomé R. (1972); Cavallo D. (1972).

BIBLIOGRAFIA

- Ahmed, R. (1978): "Price support versus fertilizer subsidy for increasing production in Bangladesh". Bangladesh Development Studies. Summer 6. (2)
- Barker, R. and Yujiro, H. (1976): "Price support versus input subsidy for self-sufficiency in developing countries". American Journal of Agricultural Economics. No 58.
- Bonel, J., Novello P. y Col, M. (1978): "Método de diagnóstico para el asesoramiento técnico de fertilización nitrogenada del trigo y del maíz". Publicación técnica No 5, EERA, Marcos Juárez.
- Bonel, J. y Novello, P. (1983): "Fertilización nitrogenada del maíz". Hoja in formativa No 110, INTA, Marcos Juárez.
- Bourlag, N y McMahon, M. (1985): "El papel del sector agropecuario en la reactivación de la economía argentina" INTA, Rep. Argentina.
- Cavallo, D. (1972): "Oferta Agrícola en la Región Centro". Revista de Economía Banco de la Provincia de Córdoba, No 23.
- Cirio, F., Canosa R. y White, D. (1980): "Aspectos económicos del empleo de fertilizantes en el agro". Convenio AACREA, BNA, FBPBA. Información Económica No 15. Año 11, Julio.
- Colomé, R. (1972): "On Agricultural Supply response in Argentina. The case of the Pampean Region". Master's Thesis, University of Vermont. May.
- Cristini, M. (1985): "La oferta agropecuaria: el caso del trigo en la última década". Económica. Año XXXI, No 1, Enero-Abril.
- David, C. (1976): "Fertilizer demand in the Asian Rice Economy". Food Research Institute Studies. Vol. XV, No 1.
- De Janvry, A. (1972): "Optimal levels of fertilization under risk: the potential for corn and wheat fertilization under alternative price policies in Argentina". The American Journal of Agricultural Economics. Vol 54, No 1. February.
- _____ (1971): "Estancamiento tecnológico en el sector agrícola argentino: el caso de la fertilización del maíz. Económica No 17.
- Gallacher, M. (1982): "Análisis económico de la fertilización en trigo". Información económica No 24. Convenio AACREA, BNA, FBPBA, Junio.

- Griliches, Z. (1958): "The demand for fertilizers: an economic interpretation of the technical change" *Journal of Farm Economics*. Vol. 40 pag. 591, August.
- _____ (1959a): "Agriculture output and the demand for inputs". *Journal of Farm Economics*. Vol. 40 pag 591, August.
- _____ (1959b): "Distributed lags, disaggregation and regional demand functions for fertilizer". *Journal of farm Economics*. Vol 41 pag. 90.
- _____ (1959c): "The demand for inputs in agriculture and a derived supply elasticity". *Journal of Farm Economics*. Vol. XII No 2, May.
- Hall, H. (1983): "Economic evaluation of crop response to lime". *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 65 No 4. November.
- Hall H., Stulp, V. and Reed, H. (1983): "Effects of a fertilizer subsidy on brazilian crop production and exports". *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 65, No 3. August.
- Hayami, Y. (1964): "Demand for fertilizer in the course of japanese agricultural development". *Journal of farm Economics*. Vol. 46, Part II, November.
- Hayami, Y., Bennagen E. and Barker R. (1977): "Price Incentive versus irrigation Investment to achieve food self-sufficiency in the Philippines". *American Journal of Agricultural Economics*. Notes. November.
- Heady, E. and Yeh, M.H. (1959): "National regional demand functions for fertilizer" *Journal of farm Economics*. Vol. 41, pag. 332. February.
- Heady, E., Dillon, J. (1961): "Agricultural production functions" Iowa State University Press. Ames, Iowa.
- Idachaba, F. (1977): "Pesticide input subsidies in african agriculture: the Nigerian experience". *Canadian Journal of Agricultural Economics*. Vol. 25, No 2.
- Kretschmer, H. y Areco de Larre, P. (1983): "La fertilización en Argentina". Informe elaborado en la Direccion General de Desarrollo Agropecuario. Ministerio de Economía.
- Lanzer, E., París, Q. (1980): "The dynamic Liebig-Mitscherlich model for optimal fertilizer recommendations". University of California, Davis Department of Agricultural Economics.
- Lanzer, E., París, Q. and Williams, W. (1981): "A Dynamic Model for Technical and Economic Analysis of Fertilizer Recommendations". Mimeo.
- Mellor, J. (1969): "Agricultural Price Policy in the context of Economic Development". *American Journal of Agricultural Economics*. Vol. 51, No 5, Dec.

- Ministerio de Economía- Secretaría de Agricultura y Ganadería. (1984): "Subprograma de fertilizantes". Documento de Trabajo.
- Novello, P. (1969): "El contenido de nitratos, humedad y la fertilización nitrogenada del suelo y su relación con los rendimientos de distintas poblaciones de plantas de maíz". Publicación técnica 1, INTA, Marcos Juárez.
- Parish, R. and Mc Laren, K. (1982): "Relative Cost-effectiveness of input and output subsidies". The Australian Journal of Agricultural Economics. Vol. 26, No 1, April.
- Piffano, Horacio. (1983): "La incidencia de la imposición indirecta en un enfoque de equilibrio parcial". ECONOMICA, No 2-3. Mayo-Diciembre 1983. La Plata.
- Reca, L., Cirio, F. (1983): "Fertilizantes químicos: fuente de crecimiento subutilizada en la agricultura pampeana". Fundación de Estudios Contemporáneos (FUNDECO).
- Recalde de Bernardi, M.L. (1987): "Beneficios y Costos de Políticas de Precio: Precio Sostén o Subsidio al Fertilizante". Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Económicas. Univ. Nac. de Córdoba.
- Tolley, G., Thomas, V. and Wong Chung, M. (1982): "Agricultural price policies and the developing countries: A World Bank Publication.