

## Evaluación de dos líneas de investigación de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC): Maduración química de la caña de azúcar y Variedad de soja Munasqa RR

A. Raúl García\*, Corina M. Paz Terán\* y Enrique M. Luccioni\*

### RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la rentabilidad de dos líneas de investigación conducidas por la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC): 1) Maduración química de la caña de azúcar y 2) Variedad de soja Munasqa RR. La primera surgió en el marco del Proyecto calidad de la materia prima y producción de azúcar, mientras que la segunda pertenece al plan Mejoramiento del Proyecto Soja. A partir de la información contable, se construirán los flujos de fondos asignados a cada una de ellas, poniendo particular interés en la apropiación de los gastos imputables a cada línea, entre ellos los denominados gastos de funcionamiento. Estos últimos son erogaciones que benefician a todos los proyectos de la EEAOC en general y resulta difícil determinar en qué proporción debieran imputarse dichos gastos a cada una de las dos líneas consideradas.

**Palabras clave:** investigación agronómica/genética, rentabilidad social.

### ABSTRACT

**Evaluation of two research lines of Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC): Chemical ripening of sugarcane and Munasqa RR soybean variety**

The present study evaluates the profitability of two research lines conducted by Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC): 1) Chemical ripening of sugarcane and 2) Munasqa RR soybean variety. The former is part of the Raw matter quality and sugar production project, while the latter is included in the Soybean breeding project. For this purpose, cash flows for both lines will be constructed with the accounting information provided by the EEAOC Accounting Department, particularly focusing on the accurate assignment of costs to either line, including those called operating costs. These are expenses that benefit all EEAOC projects in general, and it is difficult to determine the proportion in which such costs should be attributed to either line under consideration.

**Key words:** agronomic/genetic research, social profit.

---

\* Cátedra de Economía Agrícola I, Facultad de Ciencias Económicas, UNT. [argarcia2001@yahoo.com.ar](mailto:argarcia2001@yahoo.com.ar)

## INTRODUCCIÓN

La Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) desempeña un rol destacado en la investigación de diversos factores vinculados a la mejora tecnológica de cultivos agrícolas e industriales de la provincia de Tucumán y la región del Noroeste Argentino (NOA). Su contribución trasciende incluso las fronteras de nuestro país. La medición del esfuerzo en recursos y tiempo asociados a la investigación permitirá apreciar su contribución a la mejora productiva de la actividad agrícola y, a través de ella, al bienestar general.

Como institución consciente de la responsabilidad e influencia de su labor científico-social, la EEAOC ha requerido en distintas oportunidades estudios de medición de la rentabilidad de su labor de investigación. En el libro "En el Mañana Hoy", editado por la EEAOC (EEAOC, 2009) con ocasión de su centenario, se hace una breve reseña de los resultados obtenidos por distintos estudios sobre la rentabilidad de la investigación de esta prestigiosa institución (García, 2003). Estos trabajos se focalizaron en la estimación de la rentabilidad social de su actividad científico-tecnológica, contemplando el total de los recursos utilizados y su influencia en los principales cultivos (caña, soja y limón), los cuales representan una proporción importante de la producción agrícola de la provincia de Tucumán.

En esta oportunidad, nos concentraremos de modo particular en dos líneas de investigación que, a priori, se asume han tenido una amplia repercusión en las mejoras productivas logradas en caña de azúcar y en soja, respectivamente. Los resultados de ambas se caracterizan por su notable difusión y adopción, tanto en la provincia como en sus zonas de influencia. Las dos líneas analizadas son: Maduración química de la caña de azúcar y Variedad de soja Munasqa RR.

En el caso de la línea que culminó con la obtención de la soja Munasqa RR, los beneficios que trajo la difusión de esta nueva variedad se han extendido incluso hasta el vecino país de Bolivia. El objetivo principal del presente trabajo consiste en estimar la tasa interna de retorno (TIR) de la investigación realizada en esta línea. Esta investigación constituye un estudio genético, mientras que en el caso de la línea Maduración química de la caña de azúcar, la investigación fue de tipo agronómica. Por ende, los montos invertidos, los tiempos de gestación de las líneas y los de su adopción fueron diferentes.

A los efectos de medir la rentabilidad social obtenida, en ambos proyectos se recurrirá a la metodología de evaluación económica y financiera, para lo cual en cada caso se deberá determinar el flujo de ingresos y costos pertinentes.

Se espera una contribución importante a la actividad agroindustrial de la provincia de parte de ambas líneas de investigación, estimándose que las tasas de

rentabilidad a determinar sean superiores a las obtenidas en estudios previos. Esta expectativa acerca del importante impacto de estas líneas se fundamenta en el hecho de que se trata de dos líneas de trabajo concretas, en las que es posible identificar de manera acotada y precisa los beneficios y costos asociados a cada una de ellas en particular.

### I.- MARCO CONCEPTUAL

Para la medición de la rentabilidad, se utilizarán las técnicas habituales propias de la evaluación de proyectos sociales (Fontaine, 1981). Es decir, se apelará al cálculo de la tasa interna de retorno aplicada sobre un flujo de fondos, construido teniendo en cuenta los siguientes aspectos: a) determinación de la inversión inicial; b) determinación de los beneficios sociales atribuibles a la línea de investigación y c) determinación de sus costos sociales.

A los efectos de estimar la inversión inicial requerida para el desarrollo de las líneas de investigación a evaluar, se consideró la información suministrada por los técnicos e investigadores de la EEAOC que participaron en ellas. Un aspecto relevante en este tipo de planes es que la inversión inicial puede realizarse a lo largo de varios años.

La investigación científica, sobre todo en el caso de planes de investigación en genética (nuevas variedades), puede demorar hasta diez años antes de que sus productos sean transferidos a los productores. Se realizan numerosas pruebas por año y las temporadas de siembra y de cosecha imponen una restricción a la rapidez con que pueden hacerse estos ensayos. Tal es el caso de la línea Variedad de soja Munasqa RR, que se evalúa en el presente trabajo.

En cambio, las líneas de investigación en prácticas culturales o agronómicas requieren períodos de tiempo más cortos. En uno o dos años, ya se pueden obtener resultados en condiciones de ser adoptados por los productores. Tal es el caso de la línea Maduración química de la caña de azúcar, aquí también evaluada.

Un aspecto de suma relevancia para una institución de investigación tecnológica es la adecuada apropiación de los costos de funcionamiento correspondientes a cada línea de investigación. La EEAOC, como cualquier otro centro de investigación, se organiza con áreas funcionales. Algunas de ellas son estrictamente técnicas y orientadas a la investigación de un determinado cultivo o grupo de cultivos, como es el caso de la Sección Granos. Otras áreas son técnicas y están orientadas a la investigación básica, siendo factible que sus productos sean utilizados por todas o algunas de las áreas que hacen investigación aplicada a cultivos particulares; un ejemplo de este tipo de áreas es la Sección Fitopatología. Finalmente, algunas áreas son técnicas y están orientadas a los servicios de apoyo (como por ejemplo, la Sección Biblioteca), o bien a tareas admi-

nistrativas, como es el caso de la Sección Personal. Más adelante en este trabajo, se presentarán los criterios utilizados por la EEAOC para prorratear los gastos destinados a solventar las actividades de investigación.

La determinación de los beneficios sociales implica la identificación de la contribución que una innovación hace a la sociedad tucumana, en general, y a la comunidad agrícola, en particular. Estas contribuciones se manifiestan, con frecuencia, en mayores rendimientos por unidad de superficie (ha), lo que se conoce como una mejora en productividad. Se trabaja, entonces, con los rendimientos incrementales entre la situación actual (con innovación) y la situación anterior (sin innovación). Luego es necesario determinar la tasa de adopción de la innovación, o sea, cuántas hectáreas por año van incorporando la nueva tecnología. Se trata de un proceso evolutivo. Los agricultores no adoptan una tecnología al 100% en una sola campaña. Observan los resultados y, año a año, van incrementando la superficie si la tecnología se percibe como satisfactoria. Finalmente, es necesario valuar las toneladas incrementales de producto a un precio de mercado. De esta manera, se obtienen los beneficios sociales atribuibles a la innovación.

Una disquisición importante es que los rendimientos incrementales se determinan en laboratorio y se aplican a las hectáreas que adoptaron la innovación directamente. No es posible determinar en campo qué porcentaje de la variación en el rendimiento observado es atribuible efectivamente a la innovación y qué porcentaje es atribuible a otro fenómeno. Si al rendimiento incremental obtenido en laboratorio se le llama "rendimiento esperado" y al obtenido en campo se le llama "rendimiento observado", se aclara que el primero de ellos se utilizará a los efectos de calcular los beneficios sociales.

La determinación de los costos sociales conlleva el análisis de costos de mantenimiento del proyecto, una vez que la innovación ha sido liberada al sector productivo. Estos costos hacen alusión a los conceptos necesarios para que la innovación, ya liberada, se mantenga en niveles de adopción interesantes, conserve sus beneficios para los agricultores y no represente montos tan elevados que terminen dando origen a un nuevo proyecto de investigación. Cabe destacar, entonces, que para la determinación de los costos sociales se incluyeron los costos de mantenimiento. Los costos requeridos para la puesta en marcha de la innovación, o bien para la producción de la innovación, se atribuyeron a la inversión inicial.

## **II.- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN MADURACIÓN QUÍMICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

La utilización de maduradores químicos es una práctica actual de gran importancia en el cultivo de la caña de azúcar, ya que permite mejorar el nivel sacarino y la calidad global de la materia prima cosechada. Su principal

ventaja radica en que permite anticipar la maduración y mejorar la calidad de todo el espectro varietal cultivado en la provincia de Tucumán.

Esta tecnología representa la única estrategia precolecha disponible por medio de la cual se busca modificar las condiciones naturales de maduración de la caña de azúcar. Adelantando esta fase, se logra un incremento temprano del contenido de sacarosa sin afectar la producción de caña, incluso consiguiendo aumentos en los rendimientos culturales. Asimismo, esta práctica agronómica beneficia también a la actividad industrial, pues al anticipar la maduración de la caña, permite aprovechar la capacidad de molienda fabril al inicio de zafra.

Los maduradores son productos químicos, generalmente herbicidas del grupo de los reguladores del crecimiento que, inhibiendo la elongación de los tallos sin afectar severamente la fotosíntesis, favorecen la acumulación de azúcar. Su acción se da principalmente a nivel enzimático.

Entre las alternativas químicas, las más difundidas consisten en la aplicación de algunos herbicidas totales y graminicidas. El glifosato es el producto más utilizado actualmente a nivel mundial, ya que su uso ha dado resultados consistentes, tiene un bajo costo y, a su vez, permite que se prolongue el periodo de cosecha. Entre los graminicidas, se destaca el fluazifop. En Tucumán, además se incorporan el cletodim y el haloxifop.

Para que el uso de los maduradores sea efectivo, se deben contemplar las características ecológicas de cada región cañera, la época y las dosis utilizadas, como así también las variedades disponibles, su capacidad productiva y el manejo del cañaveral. También importan las condiciones meteorológicas al momento de la aplicación y entre aplicación y cosecha. Por todo lo mencionado es que, para un uso efectivo de esta tecnología, se requiere un ajuste particularizado a cada situación.

Se destaca que el uso de esta tecnología tiene un impacto económico significativamente favorable, pues se trata de una tecnología de bajo costo que resulta altamente rentable para el productor cañero. El costo estimado de aplicación equivale a aproximadamente 40 kg de azúcar/ha. El incremento del rendimiento esperado mínimo es de 300 kg de azúcar/ha, el que puede elevarse hasta 750 kg adicionales por hectárea. A los efectos de la evaluación de la rentabilidad de los maduradores, se adoptará como beneficio incremental el valor promedio entre los extremos obtenidos en los ensayos realizados por el Ing. Eduardo R. Romero (Coordinador del Subprograma Agronomía de la Caña de Azúcar de la EEAOC) y su equipo, o sea, 525 kg de azúcar adicionales por hectárea.

A esta mejora neta en productividad, se deben agregar las derivadas de una reducción en los costos de cosecha y transporte. Al respecto, caben mencionar: una mejora en la eficiencia de limpieza y despuntado cuando se opera con cosechadoras integrales, una reducción del

nivel de "trash" y un transporte de materia prima más limpia y de mayor contenido de azúcar.

La EEAOC inició los estudios sobre maduración química en 1994, evaluando el glifosato. En 1997, comenzó a experimentar con fluazifop p-butil R, realizando entonces unos 50 ensayos con el primer producto y 20 con el segundo. Romero *et al.* (2001) señalan que estos maduradores son los más utilizados en otras áreas cañeras del mundo, debido a la magnitud y repetibilidad de los incrementos logrados en el contenido de azúcar, así como también por su bajo costo. La información obtenida, complementada con el monitoreo de numerosas experiencias a nivel comercial realizadas por la actividad privada (ingenieros y grandes productores), permitió ajustar el manejo de estas alternativas químicas. Posteriormente, se continuaron las experiencias con dos graminicidas (cletodim y haloxyfop r-metil) y un herbicida total (imazapir). En 2005, luego de seis años de estudio y de alrededor de 25 ensayos y monitoreos en lotes comerciales, se logró ajustar el manejo del cletodim.

Desde aquel momento y hasta la actualidad, se continuaron las evaluaciones tradicionales en mantenimiento de la línea de trabajo y se realizaron ensayos con una nueva formulación de fluazifop, producto que había desaparecido del mercado.

**Tabla 1. Determinación de los gastos totales (en precios constantes de 2010) de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). Período 1992-2010.**

Año	Gasto en personal	Gasto de funcionamiento	Gasto en bienes de capital	Gasto total
	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)=(1a)+(1b)+(1c)
1992	10.935.490,10	1.320.964,97	123.388,73	12.379.843,79
1993	12.559.324,32	1.861.260,16	182.947,25	14.603.531,73
1994	16.312.470,14	2.327.113,69	471.141,77	19.110.725,60
1995	14.944.252,61	1.941.356,61	227.884,37	17.113.493,58
1996	13.007.759,45	1.653.173,18	118.529,14	14.779.461,77
1997	10.270.593,21	1.786.565,52	474.836,58	12.531.995,31
1998	16.795.082,21	1.904.477,94	748.510,17	19.448.070,32
1999	10.266.011,74	2.553.513,83	316.644,80	13.136.170,37
2000	8.426.180,75	3.637.601,99	353.345,75	12.417.128,49
2001	8.705.735,08	2.987.936,58	778.508,46	12.472.180,13
2002	9.432.614,12	6.500.522,53	644.993,40	16.578.130,05
2003	4.755.876,94	4.966.375,03	2.458.256,70	12.180.508,67
2004	5.595.699,29	7.940.276,58	4.632.275,50	18.168.251,37
2005	6.568.234,71	7.440.627,33	2.726.795,62	16.735.657,66
2006	9.391.825,69	6.670.489,52	4.661.944,58	20.724.259,79
2007	12.154.205,55	4.774.504,85	7.124.958,20	24.053.668,60
2008	14.503.176,29	5.296.244,36	2.074.162,73	21.873.583,38
2009	14.503.176,29	5.296.244,36	2.074.162,73	21.873.583,38
2010	14.503.176,29	5.296.244,36	2.074.162,73	21.873.583,38

Fuente: Elaboración propia en base a información suministrada por el área contable de la EEAOC.

Nota: años 2009 y 2010 establecidos por "default".

## II.1.- Inversión inicial

Las entrevistas realizadas al Ing. Eduardo Romero y a su equipo permitieron acceder a los datos de la inversión realizada para desarrollar la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar.

En el año 1994, el equipo del Ing. Romero asumió el desafío de investigar en esta línea de trabajo. Al año siguiente, ya se estaba utilizando la innovación en parte del cañaveral tucumano. A partir de allí, el equipo de investigadores siguió trabajando para facilitar la expansión y el mantenimiento de la innovación. Esto pone en evidencia que el proyecto Maduración química de la caña de azúcar tuvo un período de gestación extremadamente corto (un año). A partir del segundo año, la innovación ya estaba generando pequeños beneficios, mientras se continuaba erogando en recursos humanos y gastos de funcionamiento, muestreo y ensayos. Hasta el año 2006, estas erogaciones fueron necesarias para mejorar los rendimientos de la innovación y facilitar su expansión en el cañaveral tucumano. A partir de 2007, estas erogaciones financiaron el mantenimiento de la innovación.

En la Tabla 1, se puede apreciar el gasto total de la EEAOC en el período 1994-2010, que surge de la suma del gasto en personal, gasto de funcionamiento y gasto en bienes de capital.

### a) Gastos en recursos humanos

Los gastos en recursos humanos son la componente más importante de esta línea de investigación. En la Tabla 2, se puede apreciar la masa salarial aplicable a esta línea en el período 1994-2010. Se valuaron los salarios de los recursos humanos a precios constantes de 2010; es decir, se consideraron los valores corrientes y se los actualizó con el índice de precios internos mayoristas (IPIM), provisto por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC), para así expresarlos en moneda constante de 2010. Corresponde aclarar que los gastos en recursos humanos aplicables al proyecto van desde 1994 hasta 2006 incluido. En la Tabla 2, los valores del período 2007-2010 se presentan al solo efecto de facilitar el cálculo de los gastos de mantenimiento, tal como se indica en el punto II.2.

Toda vez que en este trabajo se haga mención al gasto en personal, se asumirá que este incluye el gasto tanto en personal permanente como transitorio. Dado que al momento de iniciar este trabajo no se contaba aún con datos contables de los años 2009 y 2010, se asumió que los valores correspondientes a estos años eran iguales a los de 2008 (Tabla 1).

En cuanto a los investigadores involucrados en el proyecto Maduración química de la caña de azúcar, la cantidad fue variando en los años de gestación y desarrollo del

proyecto. Por tal motivo, es posible computar la masa salarial correspondiente a cada año (1994-2010), dado que se conoce el número de investigadores afectados y el sueldo respectivo (columna 2a de la Tabla 2). Ahora bien, en todo el período 1994-2010, el proyecto tuvo afectados a dos becarios graduados y un becario estudiantil, quienes percibieron un sueldo de \$3000 y \$1300 por mes, respectivamente. Por este motivo, la masa salarial anual correspondiente a becario graduado y becario estudiantil asciende a \$78.000 y \$16.900, respectivamente. En el caso de becarios estudiantiles, solamente se contaba con los valores de sueldo para 2010. Por este motivo, se decidió aplicar el sueldo de 2010 para todo el período (Tabla 2).

También es necesario aclarar que si bien los becarios, técnicos e investigadores que trabajaron en la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar no estuvieron exclusivamente dedicados a esta, su costo salarial se imputó al 100%, como si efectivamente lo hubieran estado. Esta decisión se adoptó considerando que las tareas complementarias que ellos desarrollaban en la Sección Caña de Azúcar también contribuyeron al éxito posterior de la línea Maduración química de la caña de azúcar. Los conocimientos de otras problemáticas y la experiencia de investigar en otras líneas referidas a caña de azúcar afectaron positivamente o potenciaron los efectos logrados con los maduradores.

**Tabla 2. Masa salarial de la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar (EEAOC), en precios constantes de 2010.**

Años	Investigadores	Becarios graduados	Becarios estudiant.	Obreros	Total
	(2a)	(2b)	(2c)	(2d)	(2e)
1994	448.801,70	78.000,00	16.900,00	103.538,70	647.240,40
1995	429.770,23	78.000,00	16.900,00	97.244,73	621.914,96
1996	353.520,53	78.000,00	16.900,00	94.264,32	542.684,85
1997	414.537,79	78.000,00	16.900,00	101.607,06	611.044,85
1998	427.684,50	78.000,00	16.900,00	120.514,88	643.099,38
1999	462.806,86	78.000,00	16.900,00	123.670,47	681.377,34
2000	399.679,07	78.000,00	16.900,00	101.136,32	595.715,38
2001	409.660,35	78.000,00	16.900,00	102.664,67	607.225,01
2002	240.171,07	78.000,00	16.900,00	55.678,06	390.749,13
2003	210.901,22	78.000,00	16.900,00	51.629,82	357.431,04
2004	187.881,14	78.000,00	16.900,00	52.003,67	334.784,81
2005	264.731,30	78.000,00	16.900,00	63.800,90	423.432,20
2006	245.154,47	78.000,00	16.900,00	70.873,60	410.928,07
2007	290.551,38	78.000,00	16.900,00	63.460,37	448.911,75
2008	283.285,38	78.000,00	16.900,00	81.155,54	459.340,93
2009	334.806,60	78.000,00	16.900,00	75.799,19	505.505,79
2010	312.000,00	78.000,00	16.900,00	66.161,81	473.061,81

Fuente: elaboración propia, en base a información suministrada por el área contable y Sección Caña de Azúcar de la EEAOC.

Nota: los valores 2007-2010 se presentan al solo efecto de facilitar el cálculo de los gastos de mantenimiento.

### b) Gastos de funcionamiento

La EEAOC requiere, para el funcionamiento de todas sus áreas, realizar una serie de gastos en conceptos que resultan difíciles de apropiar de manera directa e inequívoca a una u otra área en particular. Tal es el caso de los gastos en electricidad, papelería y bienes de capital, entre otros. El problema a tratar en este acápite es el de determinar la proporción del gasto de funcionamiento total (columna 1b de la Tabla 1) que es apropiable al área en la que se llevó a cabo la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar.

Se aclara que, en función de las entrevistas realizadas al equipo contable de la EEAOC, se asumió que las partidas "Bienes de Consumo" y "Servicios No Personales" representan el total del gasto de funcionamiento.

Para definir cuál es el mejor ponderador, se revisaron los gastos totales de la EEAOC y se pudo advertir que el gasto en personal es el más importante. Por tal motivo, el ponderador a seleccionar debía tener en cuenta dicha importancia. Así fue que se decidió construir un ponderador que tuviera en cuenta el gasto en personal o masa salarial de la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar (columna 2e de la Tabla 2) como proporción del gasto total en personal (columna 1a de la Tabla 1).

La resultante del cociente entre el gasto del proyecto en personal y gasto total en personal es el valor del ponderador (columna 3a de la Tabla 3) correspondiente a cada año para el período 1994-2006. Aplicando el ponderador de cada año al gasto total de funcionamiento del mismo año, se obtiene el gasto de funcionamiento atribuible a la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar (columna 3b de la Tabla 3).

**Tabla 3. Estimación del ponderador y de los gastos de funcionamiento y de capital correspondientes a la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar (EEAOC), expresados en precios constantes de 2010.**

Año	Ponderador (3a=2e/1a)	Gasto de funcionamiento (3b=3ax1b)	Gasto en bienes de capital (3c=3ax1c)
1994	0,04	92.334,39	18.693,80
1995	0,04	80.790,84	9.483,56
1996	0,04	68.970,53	4.945,05
1997	0,06	106.291,00	28.250,21
1998	0,04	72.924,24	28.661,15
1999	0,07	169.482,22	21.016,40
2000	0,07	257.171,73	24.980,89
2001	0,07	208.408,57	54.300,96
2002	0,04	269.286,28	26.719,06
2003	0,08	373.251,16	184.751,89
2004	0,06	475.058,41	277.144,18
2005	0,06	479.672,45	175.787,43
2006	0,04	291.859,27	203.977,79

Fuente: elaboración propia.

Nota: esta tabla solo cubre el período 1994-2006, debido a que este fue el período de gestación. Lo que debe imputarse a partir de 2007 corresponde a los gastos de mantenimiento de la innovación.

### c) Gastos en muestreos y ensayos

Para poder realizar los ensayos necesarios, el equipo de investigación de Maduración química de la caña de azúcar debió incurrir en costos de muestreos y jornales. Se realizaron 675 muestreos convencionales por año durante toda la vida del proyecto, a un costo de \$38 por muestreo, lo que totalizó \$25.650 por año. Por muestreo convencional se entiende la selección aleatoria de las muestras unitarias en el campo (15 tallos consecutivos de caña en cada punto elegido del cañaveral). A su vez, la selección de muestras requería el uso de jornaleros en una relación de un décimo de jornal por muestra. Se sabe, además, que el costo del jornal es de \$80. Dado que se realizaron 675 muestreos por año, el costo de jornales ascendió a la suma de \$5400 por año. En consecuencia, el costo total de muestreo y ensayos fue de \$31.050 por año durante el período 1994-2006.

### d) Gasto en bienes de capital

De igual modo que con los gastos de funcionamiento, la determinación del gasto en bienes de capital atribuibles a la línea Maduración química de la caña de azúcar surge de aplicar el ponderador (columna 3a de la Tabla 3) al gasto total en bienes de capital (columna 1c de la Tabla 1).

Los registros contables de la EEAOC no imputan las compras de bienes de capital a cada proyecto, programa o sección en particular. Por este motivo, es necesario diseñar algún mecanismo que permita prorrtear el gasto total en bienes de capital. La serie así construida fue denominada "gasto en bienes de capital atribuibles a la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar en el período 1994-2006".

## **II.2.- Costos**

A partir de 2007, se hace necesario incurrir en “evaluaciones de mantenimiento” de la innovación. En función de la información aportada por el equipo investigador, se estima que los gastos de mantenimiento representan el 20% del gasto total en personal afectado a esta línea (columna 2e de la Tabla 2).

## **II.3.- Ingresos**

Para estimar los ingresos sociales atribuibles a esta innovación, se trabajó con el concepto de ingresos incrementales o adicionales de la situación con maduradores, con respecto a la situación sin maduradores.

Los técnicos de la EEAOC evaluaron el rendimiento incremental de la caña tratada con esta innovación, registrando algunos casos con 300 kg a incluso 750 kg extra de azúcar por hectárea. Dado que no se cuenta con los rendimientos incrementales de cada uno de los ensayos realizados por el equipo investigador, se adoptó como valor incremental el promedio de los valores extremos, es decir, 525 kg/ha.

Antes de avanzar con la determinación del ingreso adicional generado por la adopción de los maduradores químicos en el cañaveral tucumano, se debe hacer alguna

referencia al área de Tucumán en la que actualmente se utiliza esta innovación. Como se puede apreciar en la Tabla 4 (columna 4c), la superficie contemporánea que utiliza maduradores asciende a 90.000 ha, o sea un 40% del cañaveral tucumano. En la Tabla 5, se presenta el flujo de ingresos de la línea Maduración química de la caña de azúcar. Si se multiplica el rendimiento incremental (columna 5b de la Tabla 5) por las hectáreas de cañaveral en que se adoptó la innovación (columna 5a de la Tabla 5), se obtiene el azúcar incremental bruto anual. Pero dado que la aplicación de los maduradores químicos tiene costos adicionales tanto en campo como en fábrica, es necesario contemplar explícitamente dichos costos, a los efectos de obtener una medida del azúcar adicional neto.

La aplicación en campo tiene un costo promedio estimado en 40 kg de azúcar por hectárea (columna 5c de la Tabla 5). A esto hay que agregarle que en el ingenio, la mayor producción de caña de azúcar tiene mayores costos de elaboración de azúcar. El costo incremental en fábrica se estima en un 20% del azúcar adicional. Es decir que representa 105 kg/ha (columna 5d de la Tabla 5).

Entonces, el incremento neto de azúcar (columna 5e de la Tabla 5) derivado del uso de maduradores químicos se calcula restándole al incremento bruto, el costo de

**Tabla 4. Superficie con caña de azúcar en la provincia de Tucumán.**

Campañas	En niveles		En porcentaje
	Sup. c/maduradores (4a)	Sup. total caña (4b)	
1994		224.800	0,0%
1995	1.200	225.100	0,5%
1996	2.600	210.000	1,2%
1997	14.500	202.000	7,2%
1998	13.800	222.000	6,2%
1999	6.500	202.700	3,2%
2000	15.000	184.100	8,1%
2001	31.000	183.390	16,9%
2002	31.000	185.720	16,7%
2003	15.000	188.920	7,9%
2004	18.000	200.530	9,0%
2005	63.000	193.120	32,6%
2006	85.000	203.170	41,8%
2007	85.000	217.060	39,2%
2008	85.000	219.130	38,8%
2009	90.000	226.140	39,8%
2010	90.000	225.310	39,9%
2011	90.000	225.310	39,9%
2012	90.000	225.310	39,9%
2013	90.000	225.310	39,9%

Fuente: elaboración propia a partir de datos provistos por la Ing. M. I. Cuenya.

**Tabla 5. Flujo de ingresos de la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar (EEAOC), expresados en precios constantes de 2010.**

Año	Cañaveral con maduradores (ha)	Azúcar adicional bruto (kg)	Costo promedio de aplicación (kg/ha)	Costo adicional en fábrica (% s/a.z.adic.)	Azúcar adicional neto (kg)	Precio (\$/kg)	Ingreso neto por azúcar adicional (\$)
	(5a)	(5b=5ax525)	(5c=5ax40)	(5d=5ax0.20x525)	(5e=5b-5c-5d)	(5f)	(5g=5ex5f)
1995	1.200	630.000	48.000	126.000	456.000	1,5399	702.187
1996	2.600	1.365.000	104.000	273.000	988.000	1,3859	1.369.308
1997	14.500	1.995.000	152.000	399.000	1.444.000	1,5473	8.525.405
1998	13.800	2.362.500	180.000	472.500	1.710.000	1,2438	6.522.497
1999	6.500	3.412.500	260.000	682.500	2.470.000	0,9216	2.276.435
2000	15.000	7.875.000	600.000	1.575.000	5.700.000	0,9826	5.600.807
2001	31.000	16.275.000	1.240.000	3.255.000	11.780.000	1,2164	14.329.552
2002	31.000	16.275.000	1.240.000	3.255.000	11.780.000	1,2607	14.850.549
2003	15.000	7.875.000	600.000	1.575.000	5.700.000	1,4664	8.358.482
2004	18.000	9.450.000	720.000	1.890.000	6.840.000	1,2239	8.371.698
2005	63.000	33.075.000	2.520.000	6.615.000	23.940.000	1,2016	28.765.960
2006	85.000	44.625.000	3.400.000	8.925.000	32.300.000	1,2912	41.706.123
2007	85.000	44.625.000	3.400.000	8.925.000	32.300.000	1,2636	40.815.456
2008	85.000	44.625.000	3.400.000	8.925.000	32.300.000	1,2551	40.541.279
2009	90.000	47.250.000	3.600.000	9.450.000	34.200.000	1,4765	50.498.005
2010	90.000	47.250.000	3.600.000	9.450.000	34.200.000	3,0100	102.942.201

Fuente: elaboración propia, en base a datos provistos por el equipo investigador de la Sección Caña de Azúcar.

aplicación y el mayor costo de fábrica. Finalmente, multiplicando el azúcar incremental neto por el precio del azúcar (columna 5f de la Tabla 5), se obtiene el ingreso adicional neto, valuado en pesos (columna 5g de la Tabla 5). Nótese que en el cómputo de los beneficios (columna 6a de la Tabla 6) se incluye, a partir del año 2011 inclusive, una perpetuidad igual al azúcar adicional neto del año 2010 (columna 5e de la Tabla 5), multiplicado por el promedio del precio del azúcar del período 1995-2011 (columna 5f de la misma tabla).

#### II.4. Construcción del flujo de fondos sociales y cálculo de la rentabilidad de la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar

Con toda la información relevada y analizada en el apartado anterior, se elaboró el flujo de fondos que se puede apreciar en la Tabla 6. En la columna 6c, puede observarse el perfil del proyecto de la línea de investigación. Se calculó la TIR, que indica el porcentaje de interés anual que rinde el capital invertido; o dicho de otra forma, es la tasa de interés que convierte en 0 (cero) al valor actual neto (VAN). La TIR obtenida para esta línea es del 152%.

Como marco de referencia, citaremos algunos resultados obtenidos para programas completos de investigación. Evenson and Da Cruz (1989) estimaron que la

TIR de la investigación en caña de azúcar en Brasil para el período 1972-1982 llegó a un 35%; Romano (1990) menciona que el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) estimó las siguientes tasas internas de retorno para programas de investigación pública colombiana sobre los siguientes productos particulares: arroz, 58%; soja, 79% y papa, 68%.

En términos generales, la tasa de retorno de cada línea es mayor que la TIR de todo un programa de investigación. Alston *et al.* (2000) realizaron un estudio sobre 292 trabajos originales: 33% de ellos publicados en revistas con referato y el resto, presentados como trabajos de discusión ("discussion papers") en universidades o centros de investigación. En promedio, cada uno de estos trabajos originales incluía 6,46 estimaciones de TIR; o sea que el estudio de Alston analizó 1886 casos en los que se observó que las TIR de proyectos particulares promedian el 105,15% y que las TIR de programas completos de investigación, en promedio, llegan a un 42,12%.

#### III.- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN VARIEDAD DE SOJA MUNASQA RR

La variedad denominada Munasqa (en quechua: "querida") RR, junto a otra variedad llamada Qaylla, son las dos primeras variedades de soja resistentes al glifosato

Tabla 6. Flujo de fondos de la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar (EEAOC). Período 1994-2025.

Años	Ingresos sociales netos (6a)	Costos (6.b)					Beneficios netos (6c)=(6b.6)-(6a)
		Gasto en RRHH (6b.1)	(ii) Gastos de funcionamiento (*) (6b.2)	(iii) Muestreo y ensayos (6b.3)	iv) Bienes de capital (6b.4)	v) Gastos de mantenimiento (6b.5)	
1994	0,0	647.240,4	92.334,4	31.050,0	18.693,8	789.318,6	-789.318,6
1995	702.186,8	621.915,0	80.790,8	31.050,0	9.483,6	743.239,4	-41.052,5
1996	1.369.308,1	542.684,8	68.970,5	31.050,0	4.945,0	647.650,4	721.657,7
1997	8.525.404,5	611.044,8	106.291,0	31.050,0	28.250,2	776.636,1	7.748.768,4
1998	6.522.496,7	643.099,4	72.924,2	31.050,0	28.661,2	775.734,8	5.746.761,9
1999	2.276.434,8	681.377,3	169.482,2	31.050,0	28.250,2	910.159,8	1.366.275,0
2000	5.600.807,5	595.715,4	257.171,7	31.050,0	28.661,2	912.598,3	4.688.209,2
2001	14.329.552,1	607.225,0	208.408,6	31.050,0	28.250,2	874.933,8	13.454.618,3
2002	14.850.548,5	390.749,1	269.286,3	31.050,0	28.661,2	719.746,6	14.130.801,9
2003	8.358.482,2	357.431,0	373.251,2	31.050,0	28.250,2	789.982,4	7.568.499,7
2004	8.371.698,1	334.784,8	475.058,4	31.050,0	28.661,2	869.554,4	7.502.143,7
2005	28.765.960,1	423.432,2	479.672,4	31.050,0	28.250,2	962.404,9	27.803.555,3
2006	41.706.122,7	410.928,1	291.859,3	31.050,0	28.661,2	762.498,5	40.943.624,3
2007	40.815.456,4				89.782,4	89.782,4	40.725.674,0
2008	40.541.279,4				91.868,2	91.868,2	40.449.411,2
2009	50.498.005,4				101.101,2	101.101,2	50.396.904,3
2010	102.942.200,7				94.612,4	94.612,4	102.847.588,3
2011	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2012	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2013	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2014	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2015	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2016	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2017	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2018	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2019	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2020	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2021	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2022	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2023	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2024	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
2025	47.637.766,7				94.612,4	94.612,4	47.543.154,3
TIR	152%						

Fuente: elaboración propia.

obtenidas por el Programa Granos de la EEAOC. Es así que en el año 2000, se completó la primera etapa de su inscripción en el Registro Nacional de Cultivares ante el Instituto Nacional de Semillas (INASE), con números de expediente 7192 (Munasqa RR) y 7193 (Qaylla).

Estas variedades inscriptas con los nombres Munasqa RR y Qaylla pertenecen a los grupos de madu-

ración VIII y VII, respectivamente. Devani *et al.* (2001) destacan el caso de Munasqa RR, que presenta además las siguientes ventajas: resistencia a las principales enfermedades de la región, gran adaptación, estabilidad y elevado potencial de rendimiento.

La soja es una oleaginosa de producción estival cuyo ciclo demora entre cuatro y seis meses, dependiendo

del grupo de madurez. Este se indica con un número que puede ir desde 2,5 hasta 8, que especifica cuántos días demora dicha variedad de soja en desarrollarse y estar lista para ser cosechada. A menor grupo de madurez, el cultivo es más precoz. Es decir, la soja se desarrolla en menor cantidad de días y, a su vez, aumenta su rinde potencial. Si el grupo de madurez es alto (ciclo largo), el cultivo demora más días en desarrollarse y tiene más probabilidades de captar precipitaciones.

Una decisión importante que debe tomar el agricultor es la de elegir el grupo de madurez de la soja que va a plantar. La elección dependerá de la calidad del suelo del campo, la duración del verano, la fecha de la primera helada temprana del otoño y las precipitaciones.

La variedad Munasqa RR se recomienda especialmente para la zona este de Tucumán y Salta y sus características principales son:

1. Pertenece al grupo de maduración VIII (largo) y su flor es blanca. Su ciclo de siembra está previsto para mediados de diciembre y cuenta con una duración promedio en floración de 52 días. Los ciclos regulares de maduración media alcanzan una duración de 125 días.

2. La estructura de la planta es semierecta y muy ramificada, con un alto potencial de rendimiento.

3. Los técnicos reconocen que tiene buena tolerancia a la sequía y que se trata de un material muy estable, que se está difundiendo ampliamente en Bolivia.

4. La comercialización de la variedad Munasqa RR se efectúa a partir de un convenio con la firma Lealsem y su precio es el mismo que el de las otras variedades.

### **III.I.- Costos sociales**

Las entrevistas realizadas al Ing. Mario Devani y a su equipo permitieron acceder a los datos de la inversión realizada para desarrollar la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR.

En el año 1992, el equipo del Ing. Devani asumió el desafío de investigar en esta línea de trabajo. En el año 2002, la innovación comenzó a ser utilizada en la provincia de Tucumán. Como puede apreciarse, se trató de un genuino proyecto de investigación genética. Los períodos de gestación de la investigación fueron largos (en este caso, 10 años), pero su impacto final fue beneficioso.

#### **a) Gastos en recursos humanos**

Los gastos en recursos humanos son la componente más importante de esta línea de investigación. En la Tabla 7, se puede apreciar la evolución de la masa salarial erogada en la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR en el período 1992-2003. Para obtener los valores anuales, los salarios mensuales se multiplicaron por 13 (12 meses del año más un mes de aguinaldo) y se

los actualizó por inflación, con un IPIM nivel general, a los efectos de expresarlos en moneda constante de 2010. Se aclara que para el caso de becarios estudiantiles, no se contaba con los valores de sueldo para todo el período, excepto para 2010. Por este motivo, se decidió aplicar el sueldo de 2010 a todo el período.

El número total de investigadores involucrados en el proyecto fue variando a lo largo de su vida útil. Contó con un total de tres investigadores en el período 1992-1994, de los cuales uno pertenecía a la categoría de investigador asociado A y los otros dos, a la categoría de investigadores adjuntos B. En el año 1995, el equipo de investigación estaba formado por tres miembros, dos de los cuales pertenecían a la categoría de investigador adjunto y el tercero era un becario estudiantil. Entre los años 1996 y 2000, el número de participantes en el proyecto ascendió a siete, ya que a los tres participantes caracterizados para el año 1995, se sumaron cuatro obreros categoría 8. En el último período 2001-2003, se sumó un nuevo becario estudiantil, con lo cual el equipo de investigación pasó a estar conformado por ocho miembros.

También es necesario aclarar que, si bien los distintos tipos de investigadores y becarios que trabajaron en la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR no lo hicieron con una dedicación de tiempo completo, ellos se evaluaron como si efectivamente lo hubieran hecho. Esta decisión se adoptó considerando que las tareas complementarias que desarrollaban esas personas en la Sección Granos también contribuyeron al éxito de la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR. Dichas tareas les permitieron contar con una perspectiva más amplia y con conocimientos de otras problemáticas que podrían afectar o potenciar el rendimiento de la nueva variedad, entre otros aspectos.

#### **b) Gastos de funcionamiento**

Al igual que en el caso de la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar, la investigación que culminó con la obtención de la variedad de soja Munasqa RR requirió, para su éxito, que las restantes áreas de la EEAOC incurrieran en una serie de gastos en conceptos que resultan difíciles de apropiar a uno u otro proyecto. Por ejemplo: gastos en electricidad, papelería, bienes de capital, etc.

Para obtener el gasto de funcionamiento que es apropiable a la línea Variedad de soja Munasqa RR, se aplicó un ponderador al gasto de funcionamiento total. El ponderador seleccionado tiene en cuenta la importancia relativa del gasto en personal realizado para la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR, con respecto al gasto total de la EEAOC en personal.

La resultante del cociente entre gastos en personal del proyecto (columna 7g de la Tabla 7) y gasto total en personal (columna 1a de la Tabla 1) es el valor del ponderador correspondiente a cada año (columna 8a de la Tabla 8) para el período 1992-2003. A su vez, si se apli-

**Tabla 7.** Masa salarial de la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR (EEAOC). Valores expresados en precios constantes de 2010.

Años	Investigador Asociado A (7a)	Investigador Adjunto A (7b)	Investigador Adjunto B (7c)	Investigador Junior (7d)	Becario estudiantil (7e)	Obrero (7f)	Total (7g=7a+7b+7c+7d+7e+7f)
1992	95.552,07	-	165.177,34	-	-	-	<b>260.729,41</b>
1993	113.739,98	-	200.056,28	-	-	-	<b>313.796,26</b>
1994	172.936,41	-	293.648,76	-	-	-	<b>466.585,17</b>
1995	-	284.421,49	-	-	16.900,00	-	<b>301.321,49</b>
1996	-	245.790,18	-	-	16.900,00	188.528,64	<b>451.218,82</b>
1997	-	300.417,20	-	-	16.900,00	203.214,13	<b>520.531,32</b>
1998	-	314.229,43	-	-	16.900,00	241.029,76	<b>572.159,19</b>
1999	-	330.188,69	-	-	16.900,00	247.340,95	<b>594.429,64</b>
2000	-	257.342,47	-	-	16.900,00	202.272,63	<b>476.515,10</b>
2001	-	131.568,71	-	68.747,78	33.800,00	205.329,33	<b>439.445,82</b>
2002	-	73.043,49	-	41.492,88	33.800,00	111.356,13	<b>259.692,49</b>
2003	-	56.709,28	-	33.636,55	33.800,00	103.259,63	<b>227.405,47</b>

Fuente: elaboración propia, a partir de la información suministrada por el área contable y la Sección Granos de la EEAOC.

**Tabla 8.** Estimación del ponderador y de los gastos de funcionamiento y de capital correspondientes a la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR (EEAOC), expresados en precios constantes de 2010.

Año	Ponderador (8a)=(7g/1a)	Gasto de funcionamiento (8b)=(8ax1b)	Gasto en bienes de capital (8c)=(8ax1c)
1992	0,02384	31.495,11	2.941,90
1993	0,02499	46.503,81	4.570,96
1994	0,02860	66.562,37	13.476,06
1995	0,02016	39.143,64	4.594,84
1996	0,03469	57.345,99	4.111,59
1997	0,05068	90.546,21	24.065,53
1998	0,03407	64.879,98	25.499,55
1999	0,05790	147.855,31	18.334,58
2000	0,05655	205.712,69	19.982,31
2001	0,05048	150.824,28	39.297,35
2002	0,02753	178.968,09	17.757,53
2003	0,04782	237.470,58	117.543,20

Fuente: elaboración propia.

ca el ponderador de cada año al gasto total de funcionamiento (columna 1b de la Tabla 1) del mismo año se obtiene el gasto de funcionamiento atribuible a la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR (columna 8b de la Tabla 8).

#### c) Gastos en bienes de capital

De igual modo que con los gastos de funcionamiento, la determinación de los gastos en bienes de capital atribuibles a la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR se obtiene al aplicar el ponderador estimado, según lo indicado en el acápite anterior, al gasto total en bienes de capital (columna 1c de la Tabla 1).

Como se expresó anteriormente, los registros contables de la EEAOC no imputan las compras de bienes de capital a cada proyecto, programa o sección. Por eso, se hace necesario diseñar algún mecanismo para prorratear el gasto total en bienes de capital. La serie construida en consecuencia se denominó "gasto en bienes de capital atribuibles a la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR" (columna 8c de la Tabla 8).

#### III.2.- Ingresos

Para estimar los ingresos sociales atribuibles a esta innovación, se trabajó con el concepto de ingresos incre-

mentales o adicionales, contrastando los ingresos logrados utilizando la variedad de soja Munasqa RR con los obtenidos cultivando otras variedades competidoras.

Antes de avanzar con la determinación del ingreso adicional generado por la adopción de la variedad de soja Munasqa RR, se debe hacer alguna referencia a la evolución de la superficie que utiliza esta innovación en: i) Tucumán, ii) la región del Noroeste Argentino (NOA), excluido Tucumán y iii) en la región Noreste de la Argentina (NEA). En la Tabla 9, se puede apreciar que la evolución de la adopción de Munasqa RR en Tucumán promedia el 5% de la superficie total implantada con soja en esta provincia. Pérez *et al.* (2003) señalan que, si bien es difícil que crezca el área sembrada en la provincia, ella se destaca por su participación activa en la investigación y difusión de esta variedad en la región. En la misma tabla, también se observa la evolución de la adopción de Munasqa RR en el NOA (sin incluir Tucumán) y en la región del NEA.

Cabe mencionar que la variedad Munasqa RR tuvo un importante nivel de adopción en el vecino país de Bolivia. Sin embargo, a los efectos del cálculo de sus beneficios sociales, se consideró apropiado considerar solo los beneficios generados dentro de la Argentina, excluyendo a los generados en Bolivia, por cuanto dicho país presenta políticas tributarias y cambiarias diferentes a las vigentes en nuestro país.

Devani *et al.* (2002) señalaron lo siguiente: "El cultivar Munasqa RR, ensayado durante dos campañas consecutivas en las localidades de San Agustín, La Cruz y La Cocha, arrojó un rendimiento promedio de 3909 kg/h, con lo que logró superar a los testigos Coker 6738, A6401 RG y A 7986 en un 11%, 10% y 5%, respectivamente". Es así

que en los ensayos de microparcelas y macroparcelas de la red de todo el NOA, los rendimientos de Munasqa RR reflejaron un incremento de 200 kg en relación al promedio del ensayo. Los ensayos estuvieron compuestos por 30 materiales (variedades) que se evaluaron en simultáneo. Estos resultados fueron publicados por el Ing. Devani y sus colaboradores en distintos números de las series de la EEAOC, que se publicaron entre 2003 y 2008. Además, en los legajos de inscripción de Munasqa RR está asentado el correspondiente incremento de rendimiento en relación a los testigos de ese momento. También corresponde señalar que Munasqa RR vino a cubrir un vacío en el grupo VIII, ya que en Tucumán no se comercializaban variedades de este grupo de maduración.

En la columna 10a de la Tabla 10, se puede apreciar la evolución de la superficie implantada con soja Munasqa RR en el período 2002-2010 en Tucumán, resto del NOA y NEA. La evolución en el rendimiento marginal total de soja (columna 10b de la Tabla 10) se obtiene multiplicando las hectáreas que adoptaron Munasqa RR por el rendimiento marginal (0,2 t/ha).

Dado que el objetivo del presente trabajo reside en estimar la rentabilidad social que genera la variedad Munasqa RR, se considera apropiado valuar el beneficio incremental del proyecto al precio sombra de la soja. Este se define de la siguiente manera:

$$P_{soja}^* = P_{soja}^M \frac{(1+m)}{(1-\tau)}$$

**Tabla 9. Evolución de la superficie plantada con Munasqa RR (Tucumán, resto del NOA y NEA). Período 2002-2020.**

Campañas	En niveles						En porcentaje			
	Superficie con Munasqa RR (9.a)			Superficie total en ha (9.b)			Superficie con Munasqa RR (9.c)			
	Tucumán (9a.1)	NOA excluido Tuc. (9a.2)	NEA (9a.3)	Total (9a.4)	Tucumán (9b.1)	NOA excluido Tuc. (9a.2)	NEA (9a.3)	Tucumán (9c.1)	NOA excluido Tuc. (9a.2)	NEA (9c.3)
2001/02	9.166			9.166	229.139	979.482	1.365.196	4,0%		
2002/03	10.280	34.213		44.493	257.000	977.500	1.810.770	4,0%	3,5%	0,0%
2003/04	17.948	68.472		86.420	224.353	1.141.200	1.956.903	8,0%	6,0%	0,0%
2004/05	17.120	101.196	5.000	123.316	244.572	1.011.963	1.912.209	7,0%	10,0%	0,3%
2005/06	16.703	147.454	110.000	274.156	278.378	1.228.780	1.901.944	6,0%	12,0%	5,8%
2006/07	14.073	199.032	230.000	443.105	281.450	1.326.880	2.164.079	5,0%	15,0%	10,6%
2007/08	14.504	267.530	300.000	582.034	290.070	1.337.650	2.196.358	5,0%	20,0%	13,7%
2008/09	14.661	329.672	450.000	794.333	293.220	941.920	1.572.145	5,0%	35,0%	28,6%
2009/10	13.667	656.293	450.000	1.119.960	273.340	1.773.765	2.128.600	5,0%	37,0%	21,1%
2010/11	12.727	656.293	450.000	1.119.020	254.530	1.773.765	2.128.600	5,0%	37,0%	21,1%
2011 a 2020	12.727	656.293	450.000	1.119.020	250.000	1.773.765	2.128.600	5,0%	37,0%	21,1%

Fuente: elaboración propia, sobre la base de datos provistos por las Secciones Granos y Economía Agrícola y Estadísticas de la EEAOC.

donde:

$P_{soja}^*$  es el precio sombra de la soja;

$P_{soja}^M$  es el precio de la soja en el mercado mundial;

$m$  es el arancel promedio de las importaciones en dólares;

$\tau$  es la tasa de retenciones a las exportaciones de soja.

Así, el valor de  $m$  se obtiene mediante el cociente entre la recaudación en concepto de derechos de importación y el valor de las importaciones. Para el período 2002-2010, dicho arancel promedio ascendió al 5%. La tasa de retención a las exportaciones fue del 35% en dicho período. De allí surge que el factor de corrección del precio de mercado de la soja  $P_{soja}^M$  es decir el cociente  $(1+m)/(1-\tau)$ , asciende a 1,6154. Es así que el precio sombra de la soja para cada año  $P_{soja}^*$  expresado en pesos constantes de 2010 (columna 10d de la Tabla 10) surge de multiplicar el precio de mercado correspondiente (columna 10c de la misma tabla) por el factor de corrección arriba indicado.

Luego, en la columna 10e de la misma tabla, se puede observar el valor de los ingresos marginales sociales totales generados por Munasqa RR, que surge del producto entre el rendimiento marginal total (columna 10b de la Tabla 10) y el precio sombra de la soja en pesos del año 2010 (columna 10d de la Tabla 10).

---

\* A los efectos de valuar la producción de soja, en el presente trabajo se consideró como precio de mercado la cotización de la tonelada en el Mercado de Rosario. La fuente utilizada es la Bolsa de Cereales de Buenos Aires.

### III.3. Construcción del flujo de fondos sociales y cálculo de la rentabilidad de la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR

Con toda la información relevada y elaborada en el apartado anterior, se construyó el flujo de fondos que se puede apreciar en la Tabla 11. Los beneficios netos (columna 11c) surgen de la diferencia entre los ingresos sociales netos (columna 11a) y los costos totales (columna 11b4). Se puede observar que a partir del año 2011 inclusive, se considera como beneficio neto una perpetuidad cuyo monto coincide con el nivel registrado en 2010 (columna 11a de la Tabla 11). La perpetuidad se incluye porque los conocimientos adquiridos en el proceso de investigación de Munasqa RR contribuyeron a aumentar el "stock" de tecnología y a consolidar un piso de rendimientos culturales en la región. Una nueva variedad de soja se adoptará solo si incorpora el nuevo conocimiento generado y supera los beneficios aportados por Munasqa RR. En la columna 11c se puede observar el perfil de la línea de investigación. Se calculó la TIR, que muestra el porcentaje de interés anual que rinde el capital invertido; expresado en otras palabras, se trata de la tasa de interés que lleva a 0 (cero) al valor actual neto (VAN) del proyecto. Esta tasa ascendió al 58%.

A los efectos de valernos de un marco de referencia, citaremos el caso de Colombia. Romano (1990) menciona que el ICA estimó una tasa interna de retorno del 79% para el programa de investigación pública sobre soja.

Tabla 10. Evolución de los ingresos marginales totales de la variedad de soja Munasqa RR en Tucumán, resto del NOA y NEA. Período 2002-2010.

Año	Superficie con Munasqa RR (en ha) (10a)	Rndto. marginal total (en t) (10b)=(10a x 0,2)	Precio de mercado la soja (\$/t) (en \$ constantes de 2010) (10c)	Precio sombra de la soja (\$/t) (en \$ constantes de 2010) (10d)	Ingr. marginales totales (en \$ constantes de 2010) (10e)=(10b x 10d)
2002	9.165,56	1.833,10	1.150,93	1.859,20	3.408.122,00
2003	44.492,50	8.898,50	1.020,11	1.647,86	14.663.509,50
2004	86.420,24	17.284,10	1.049,08	1.694,67	29.290.872,40
2005	123.316,34	24.663,30	832,79	1.345,28	33.179.089,80
2006	274.156,28	54.831,30	829,36	1.339,69	73.457.191,60
2007	443.104,50	88.620,90	935,70	1.511,52	133.952.468,60
2008	582.033,50	116.406,70	1.075,15	1.736,78	202.172.986,30
2009	794.333,00	158.866,60	1.086,37	1.754,91	278.796.795,50
2010	1.119.960,05	223.992,00	1.027,24	1.659,38	371.689.098,10

Fuente: elaboración propia, en base a datos provistos por las Secciones Granos y Economía Agrícola y Estadísticas de la EEAOC, el INDEC y la Dirección Nacional de Investigaciones y Análisis Fiscal (datos del Proyecto Ciclos Económicos y Crecimientos - Proyecto CIUNT N° 26/F405, bajo la Dirección del Prof. Juan Mario Jorrat). Nota: el precio sombra de la soja es igual al precio de la soja en el mercado internacional, ajustado por el arancel promedio de las importaciones en dólares ( $m$ ) y la tasa de retenciones a las exportaciones de soja ( $\tau$ ).

Tabla 11. Flujo de fondos de la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR (EEAOC). Periodo 1992-2020.

Años	Ingresos sociales netos (11a)	Costos (11.b)				Beneficios netos (11c)=(11a)-(11b.4)
		Gastos en RRHH (11b.1)	G. de funcionamiento (11b.2)	Bienes de capital (11b.3)	Total (11b.4)	
1992	260.729,41	31.495,11	2.941,90	295.166,41	-295.166,41	
1993	313.796,26	46.503,81	4.570,96	364.871,03	-364.871,03	
1994	466.585,17	66.562,37	13.476,06	546.623,60	-546.623,60	
1995	301.321,49	39.143,64	4.594,84	345.059,98	-345.059,98	
1996	451.218,82	57.345,99	4.111,59	512.676,40	-512.676,40	
1997	520.531,32	90.546,21	24.065,53	635.143,07	-635.143,07	
1998	572.159,19	64.879,98	25.499,55	662.538,71	-662.538,71	
1999	594.429,64	147.855,31	18.334,58	760.619,53	-760.619,53	
2000	476.515,10	205.712,69	19.982,31	702.210,10	-702.210,10	
2001	439.445,82	150.824,28	39.297,35	629.567,45	-629.567,45	
2002	3.408.122,01	259.692,49	178.968,09	17.757,53	456.418,11	2.951.703,90
2003	14.663.509,54	227.405,47	237.470,58	117.543,20	582.419,25	14.081.090,30
2004	29.290.872,38					29.290.872,38
2005	33.179.089,85					33.179.089,85
2006	73.457.191,64					73.457.191,64
2007	133.952.468,59					133.952.468,59
2008	202.172.986,32					202.172.986,32
2009	278.796.795,53					278.796.795,53
2010	371.689.098,07					371.689.098,07
2011	371.689.098,07					371.689.098,07
2012	371.689.098,07					371.689.098,07
2013	371.689.098,07					371.689.098,07
2014	371.689.098,07					371.689.098,07
2015	371.689.098,07					371.689.098,07
2016	371.689.098,07					371.689.098,07
2017	371.689.098,07					371.689.098,07
2018	371.689.098,07					371.689.098,07
2019	371.689.098,07					371.689.098,07
2020	371.689.098,07					371.689.098,07
TIR	58%					

Fuente: elaboración propia.

### CONCLUSIONES

El estudio pionero de Griliches (1957) sobre maíz híbrido es considerado el primer estudio económico importante de economía de tecnología agrícola. El estudio evalúa la rentabilidad de la introducción (en una parte porcentual de la superficie) del maíz híbrido por parte de agricultores de diferentes estados de los EE.UU. Dicha innovación fue considerada un hito en la productividad agrícola del cultivo de maíz. A partir de allí, la rentabilidad de la

investigación y extensión agrícola ha sido objeto de numerosos estudios en todas partes del mundo. Se han desarrollado metodologías para estudiar dicha rentabilidad para agregados de productos y productos en particular, como así también para las investigaciones básica y aplicada y la adaptación y transferencia de tecnologías y prácticas de manejo agrícola.

Evenson (2001) señala que “dado el amplio rango de TIR en cada categoría, es difícil establecer fuertes conclusiones respecto a las diferencias en promedios entre

categorías. Se puede observar, sin embargo, que las categorías con la mayor proporción de casos excediendo tasas del 40% son la investigación pre-ciencia, los gastos en I+D en el sector privado, la investigación en arroz y la investigación en frutas y vegetales”.

Los estudios sobre la rentabilidad de la investigación (TIR promedio del 59%) tienen mayor proporción de casos con tasas de retorno que exceden el 40%, a comparación de los estudios sobre la rentabilidad de la extensión (TIR promedio del 51%). La investigación de programas particulares (TIR promedio del 62%) tiene una rentabilidad más alta que la investigación en agregados (TIR promedio del 57%).

En el presente trabajo, se ha estimado la TIR de la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar en un 152% y la de la línea Variedad de soja Munasqa RR en un 58%. Esto significa que un peso (\$1) invertido en la línea de investigación Maduración química de la caña de azúcar rindió un 152% anual. El mismo peso invertido en la línea de investigación Variedad de soja Munasqa RR rindió un 58%. Esto confirma la hipótesis de que si cada peso de impuesto pagado por los contribuyentes tucumanos fuera destinado a costear proyectos de investigación aplicada de la EEAOC, dicha inversión supondría la consecución de un alto rendimiento en términos de tasa interna de retorno.

### **AGRADECIMIENTOS**

Se agradece a la EEAOC por el apoyo financiero brindado en virtud del convenio de locación de obras entre la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC) y la Facultad de Ciencias Económicas (FCE) de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT), para evaluar la rentabilidad de la investigación y extensión de la EEAOC.

### **BIBLIOGRAFÍA CITADA**

- Alston, J. M.; M. C. Marra; P. G. Pardey and T. J. Wyatt. 2000.** Research returns redux: a meta-analysis of the returns to agricultural R&D. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 44 (2): 185–215.
- Devani, M. R.; F. Ledesma; J. Lenis; L. D. Ploper y D. E**

**Gamboa. 2001.** Munasqa RR: nuevo cultivar de soja para el norte argentino. *Avance Agroind.* 22 (4): 24-27.

**Devani, M. R.; J. M. Lenis; F. Ledesma; L. D. Ploper; M. A. Gandur y M. A. Zamorano. 2002.** Nuevo cultivar de soja transgénico de la EEAOC: Munasqa. *Rev. Ind. y Agríc. de Tucumán* 79 (1-2): 23-30.

**Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). 2009.** En el mañana hoy: un recorrido por los cien años de innovaciones tecnológicas de la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC). 1. ed. EEAOC, Tucumán, R. Argentina.

**Evenson, R. E. 2001.** Economic impacts of agricultural research and extension. En: Gardner, B. L. and G. C. Rausser (eds.), *Handbook of Agricultural Economics*, vol. 1, Part 1, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 573-628.

**Evenson, R. E. and E. R. Da Cruz. 1989.** The impacts of the PROCISUR Program: an international study. IICA/BID/PROCISUR, New Haven, USA.

**Fontaine, E. 1981.** Evaluación social de proyectos. Instituto de Economía, Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.

**García, A. R. 2003.** Rentabilidad de la investigación en la Estación Experimental Agroindustrial Obispo Colombres (EEAOC), Tucumán 1964-2002. *Revista de la AAEP*. [En línea]. Disponible en [http://www.aape.org.ar/espaa/anales/resumen\\_03/GarciaAntonio.htm](http://www.aape.org.ar/espaa/anales/resumen_03/GarciaAntonio.htm) (consultado 11 mayo 2011).

**Griliches, Z. 1957.** Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. *Econometrística* 25: 501-522,

**Pérez, D.; M. Devani; F. Ledesma; C. Fandos y F. Soria. 2003.** El cultivo de soja en el noroeste argentino, evolución y estado actual de producción. *Avance Agroind.* 24 (4): 15-19.

**Romano O., L. 1990.** Impacto económico agregado de la investigación y extensión agropecuaria en Colombia. *Revista Desarrollo y Sociedad* 26: 83-93.

**Romero, E. R.; M. Rufino; J. Scandaliaris y L. Alonso. 2001.** Impacto agronómico, fabril y económico de la maduración química de la caña de azúcar. *Publ. Espec. EEAOC* (20): 10-13.