

EPN
MAY 2004

ISSN: 1510 - 9305



**INCORPORACIÓN DE INNOVACIONES EN EL AGRO
URUGUAYO: EL CASO DE LAS SEMILLAS**

Dardo Fagúndez

Febrero, 2008

**INSTITUTO DE ECONOMIA
Serie Documentos de Trabajo
DT 06/07**

INCORPORACIÓN DE INNOVACIONES EN EL AGRO URUGUAYO: EL CASO DE LAS SEMILLAS

Dardo Fagúndez, febrero de 2008¹

RESUMEN

En la década de los noventa el sector agropecuario nacional experimentó un importante desarrollo tecnológico en casi todos sus rubros más importantes. El mismo se procesó sobre la base de la incorporación al proceso productivo, de determinado tipo de innovaciones: mecánicas (siembras y cosechas), químicas (fertilizantes y defensivos agrícolas) y semillas mejoradas (de alto potencial de rendimientos).

En la mayoría de los países, este tipo de desarrollo agrícola suele acompañarse de un proceso de integración agroindustrial con la industria procesadora de alimentos y la abastecedora de insumos y maquinaria. Con respecto a esta última, en el período considerado, se constataba que, a pesar del crecimiento de la mecanización y el consumo de agroquímicos, ambos eran cubiertos por las importaciones y no por un desarrollo de la industria nacional.

Distinto fue el caso de la producción de semillas, donde se verificara el surgimiento de un sector proveedor de este insumo que podría constituirse en el *embrión* de una "industria nacional" de las mismas.

El objetivo de este trabajo es explorar, para el período 1990–2000, las características, el desarrollo, los aspectos institucionales y económicos de las innovaciones de naturaleza biológica en el agro uruguayo a través de su componente principal: las semillas mejoradas.

También se describen las particularidades de la innovación agropecuaria y se hacen algunas consideraciones sobre la naturaleza estratégica –desde el punto de vista económico– de las semillas como innovación. Por último, se estudia el desarrollo del sector semillerista en nuestro país desde el punto de vista de la oferta, la demanda y las empresas productoras.

Del análisis de la información se desprende que, en el período considerado, el país ha consolidado una "industria" nacional de semillas básicamente destinada al abastecimiento del mercado interno.

Sin embargo, la misma ha estado amenazada por la competencia extranjera y acotada a aquellos rubros donde los procesos de I+D son más simples y menos costosos.

¹ Correo electrónico: dardo@iecon.ccee.edu.uy

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
I. PRESENTACIÓN.....	6
II. EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS MEJORADAS.....	8
III. URUGUAY: LAS SEMILLAS COMO INSUMO ESTRATÉGICO.....	11
III.1 Efectos sobre los costos.....	11
III.2 Relación de precios insumo (semilla)/producto (grano).....	12
III.3 El caso del maíz.....	13
IV. EL MERCADO DE SEMILLAS EN URUGUAY.....	18
IV.1 Demanda.....	18
IV.2 Oferta.....	22
IV.2.1 Regulación estatal – INASE.....	22
IV.2.1.1 La institución.....	23
IV.2.1.2 De las semillas.....	23
IV.2.1.3 Protección de la propiedad de los nuevos cultivares.....	23
IV.2.1.4 Aspectos técnicos y definiciones.....	24
IV.2.2 Producción de semillas.....	24
IV.2.2.1 Etapa I (obtención de innovaciones).....	24
IV.2.2.2 Etapa II (“multiplicación” de la innovación).	26
IV.2.3 Exportaciones de semillas.....	27
IV.3 Las empresas semilleristas	28
REFLEXIONES PRELIMINARES E INTERROGANTES.....	31
BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXO I. ESTADÍSTICO.....	35
ANEXO II. EVOLUCIÓN RESUMIDA DE LOS MÉTODOS DE MEJORAMIENTO DE SEMILLAS.....	45
ANEXO III. GLOSARIO TÉCNICO.....	49

INTRODUCCIÓN

En los años cincuenta la agricultura de granos en Uruguay tuvo una evolución particular:

- Sus rendimientos disminuyeron al ritmo de 3.3% (a. a.).
- En consecuencia su producción se redujo en un 2,2% (a. a.).

En las décadas sucesivas este comportamiento comenzaría paulatinamente a revertirse:

- Su área sembrada cayó levemente: 0,96% (a.a).
- Los rendimientos físicos aumentaron un 3,1% (a.a.) y fueron la causa exclusiva del crecimiento de la producción: 2,1% (a. a.).

Como resultado de esta evolución, en los años noventa se conformó una nueva agricultura, en la cual la incorporación del progreso técnico fue de tal magnitud que fue capaz de revertir el efecto provocado por la disminución de la “frontera agrícola”. Con menos tierra se obtuvo más producción.

Estas características constituyen el aspecto central que diferencian el caso uruguayo de los desarrollos agrícolas contemporáneos –en particular los del MERCOSUR–, ya que existe consenso de que éstos han sido el resultado simultáneo de la expansión conjunta de sus “fronteras”: “agrícola” y “tecnológica”.

Los cultivos que componen este tipo de agricultura en el país son los característicos de zonas templadas:

- Cereales: maíz, trigo, cebada cervecera y sorgo.
- Oleaginosos: girasol y soja.

Por otra parte, en la pecuaria, rubro de mayor ponderación en el país, la inversión en pasturas (praderas y siembras en cobertura), que en décadas anteriores había permanecido estancada, creció en los noventa a más de un 5% acumulado anual.

Este tipo de desarrollo agrícola se hizo posible sobre la base de un complejo proceso de adopción de tecnología que consta, en apretada síntesis, de tres fases sucesivas que se integran paulatinamente:

- mecanización de las tareas agrícolas;
- utilización de insumos químicos (fertilizantes y plaguicidas);
- empleo de semillas mejoradas.

Dicho desarrollo suele ser acompañado, en la mayoría de los países, por un proceso de integración agroindustrial con la industria procesadora de alimentos y la abastecedora de insumos y maquinaria. A comienzos de la década de los noventa, en el Uruguay se constataba que, a pesar de un fuerte crecimiento de la mecanización y del consumo de agroquímicos, ambos eran cubiertos por las importaciones y no por un desarrollo de la industria nacional. En el caso de los plaguicidas, la intervención de empresas nacionales se limitaba al fraccionamiento o combinación del producto base, y en los fertilizantes a la obtención de los de menor valor agregado y de procesos productivos más simples (molienda de roca fosfórica).

Distinta era la situación en materia de producción de semillas, donde en una investigación del Instituto se señalaba hace más de quince años: “el surgimiento de un sub-sector productor de semillas entre los productores de avanzada en cada cultivo, configurándose en proveedor de semilla comercial o certificada². Esto constituiría el embrión de una ‘industria de semillas’ integrada en una estructura productiva en funcionamiento y con una infraestructura sólida de investigación”³.

Este trabajo explora, para el período 1990–2000, las características, el desarrollo, los aspectos institucionales y económicos de las innovaciones de naturaleza biológica en el agro a través de su componente principal: las semillas mejoradas. Se trata de una primera aproximación a una temática compleja y poco analizada en el país.

Una revisión de la literatura especializada permite agrupar los estudios realizados conforme a varios enfoques:

- Análisis de la significación creciente de las innovaciones biológicas como portadoras del cambio técnico y agentes decisivos en los procesos contemporáneos de desarrollo agropecuario, sea en un país o de modo comparado.
- Estudio de los efectos económicos de estas innovaciones en el ámbito sectorial (industrias productoras de semillas) y a nivel de las empresas agrarias como demandantes de estos insumos.
- Las políticas públicas a través de instituciones de investigación y difusión, y los departamentos de regulación y control de la producción de semillas. De modo resumido: las políticas tecnológicas en su sentido más amplio, incluyendo las evaluaciones económicas correspondientes.

Tomando dichos abordajes, en este documento se avanzará en los dos primeros puntos, en tanto las políticas públicas de creación y difusión de tecnología serán el objeto de otra etapa en la investigación.

El documento se ha estructurado del siguiente modo: el primer punto opera como una presentación y en él se describen brevemente las particularidades de la innovación agropecuaria (punto I); el segundo contiene un breve análisis del proceso productivo de semillas mejoradas a nivel general (punto II), y en el tercero se hacen para el caso uruguayo algunas consideraciones sobre la naturaleza estratégica –desde el punto de vista económico– de las semillas como innovación (punto III). Por último se estudia para el período considerado el desarrollo del sector semillero en nuestro país: oferta, demanda y empresas (punto IV).

² Ver definiciones en Anexo III. Glosario técnico.

³ *La agroindustria en Uruguay 1975/90. Su estructura y dinámica de largo plazo*, FCEyA, Instituto de Economía, FCU. Varios autores: 1993.

I. PRESENTACIÓN

Como marco general se resumirán algunos elementos esenciales de la innovación agropecuaria en particular, con sus especificidades *vis à vis* las innovaciones dominantes en la economía contemporánea concentrada en la industria y los servicios.

Es conocido que la especificidad de la producción agropecuaria resulta de tres órdenes de factores: su carácter biológico (animales y plantas), el empleo intensivo de recursos naturales (tierra, agua, sol) y el peso permanente de la naturaleza en todo el ciclo productivo.

El desarrollo de los ciclos biológicos implica la utilización intensiva y asociada de recursos naturales: agua, sol y fundamentalmente grandes extensiones de tierra, lo que inviabiliza el crecimiento de las empresas agropecuarias más allá de ciertos límites. Ello se debe a que, para expandirse en capital y mano de obra, se requiere concentrar tierra, proceso que tiene limitaciones demográficas, sociales e institucionales (Caballero 1989), y su obligada consecuencia ha sido la existencia desde miles a millones de empresas agrarias en cada país.

De allí que las empresas agropecuarias sean económicamente pequeñas y se hayan mantenido históricamente en ese nivel: se pueden considerar PYMES aunque muy específicas (por la tierra y su peso gravitante en las economías y sociedades menos desarrolladas). Por eso carecen del tamaño económico necesario para realizar investigación, no pueden montar ni sostener laboratorios y departamentos de I+D: son tomadoras de innovaciones, tanto mecánicas como químicas o biológicas. Estos procesos, desde la investigación hasta la creación o modificación de nuevos productos, se desarrollan teniendo como eje articulador la industria de bienes de capital o de insumos especializados. Desde allí se irradian las innovaciones hacia las empresas agrarias. Esta peculiar forma de incorporación de innovaciones en el medio rural ha sido el factor determinante para que el desarrollo agrícola se configurara, invariablemente, como parte de un proceso de integración "hacia atrás" con la industria procesadora de insumos y bienes de capital para la agricultura.

Por otra parte, la naturaleza biológica del proceso productivo involucra otros dos aspectos: por un lado, éste se realiza como parte del ciclo vital (nacimiento, crecimiento, reproducción y muerte) de seres vivos particulares (trigo, arroz, vacunos, ovinos) y, por el otro, dentro de un ambiente (natural) en el cual estas especies viven (producen) de manera integrada (alimentándose unas de otras) conformando una "cadena alimentaria".

La interfaz planta-animal es el eslabón más importante de esta cadena: técnicamente todas las especies involucradas en la producción animal son herbívoras o se alimentan de productos vegetales (granos). Por eso, a nivel económico, la alimentación tiene una ponderación decisiva en los costos de producción. En la pecuaria, por ejemplo, éstos serán bajos si la interfaz es pastoril extensiva en el uso del recurso tierra (vacunos y ovinos) y se irán incrementando en la medida en que ésta evolucione hacia modalidades que incorporen el confinamiento y la alimentación sobre la base de granos: avicultura, porcicultura, lechería y algunas formas de engorde de vacunos a corral. En otras palabras, el grado de capitalización de la producción animal depende fundamentalmente de la manera en que se administre el alimento al ganado.

En consecuencia, a pesar de que los productos obtenidos por el sector son indistintamente de origen vegetal (cereales, oleaginosos y hortifrutícolas) o animal (carnes, lácteos, huevos), en sus procesos productivos los vegetales tienen importancia decisiva. Estos producen gran parte de los bienes de consumo final (alimentos) y son el principal insumo para la "industria" animal (forrajes y granos).

Ésta ha sido la causa determinante de que la mayor parte de los esfuerzos (y los recursos) dedicados a investigación y desarrollo en el sector agropecuario se hayan dirigido al estudio del ciclo biológico de los vegetales y especialmente a sus aspectos reproductivos: semillas. Estas "constituyen el primer eslabón de la cadena de producción alimenticia y, por lo tanto, se puede decir que quien controla su selección y producción controla también todo el sector agroalimentario" (Katz 1990).

Por último, la producción agropecuaria considerada en toda su generalidad y abstracción nunca ha "creado" nuevos productos. Estos bienes, surgidos de cultivos y animales domésticos que se utilizan desde finales del neolítico (en torno al Mediterráneo) más las especies descubiertas durante la conquista del "Nuevo Mundo", constituyen, sin modificaciones, la base material del sistema agroalimentario actual. Incluso, los nuevos "eventos" (seres transgénicos) creados mediante la aplicación de los principios de la ingeniería genética son ontológicamente similares a sus pares no transgénicos. *Esto ha llevado a que tradicionalmente la agricultura fuera considerada un sector de la economía sin innovaciones en materia de productos.*

II. EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS MEJORADAS⁴.

Los objetivos de todo programa de mejoramiento genético de vegetales son básicamente tres:

- aumento, en cantidad y calidad, del volumen producido por unidad de recurso tierra;
- selección de variedades resistentes a enfermedades o plagas, que no requieran tratamientos sanitarios;
- creación de variedades adaptadas a regiones ecológicas determinadas⁵.

Sobre la base de lo expuesto precedentemente, **se considerarán mejoradas aquellas semillas a las que se le han incorporado ciertos atributos que se expresan físicamente en mayores rendimientos por hectárea, resistencia a enfermedades, mejor adaptación a una región geográfica determinada, etc.** El proceso de producción (oferta) de estas semillas se divide en dos etapas:

- la obtención de una nueva variedad,
- y la multiplicación de la misma a una escala suficiente para abastecer la demanda de los agricultores. Una descripción resumida de ese proceso se expone en el Diagrama 1.

En la primera etapa se materializa el verdadero “descubrimiento” de la innovación. Ésta será el resultado de la aplicación de los conocimientos científicos, generados en los programas de investigación y desarrollo, que se incorporan como nuevos atributos a una especie vegetal. De esta manera se obtiene una nueva variedad vegetal, que presenta una mayor eficacia productiva (con respecto a las variedades anteriores) en algunos de los aspectos señalados precedentemente.

Esta particularidad de la incorporación de innovaciones a las semillas determinó la evolución posterior de su producción. Desde el punto de vista sectorial esta actividad pasó de estar integrada al sector agrícola –casi como un sub-rubro de la empresa agropecuaria– a constituirse paulatinamente en uno de los componentes más importantes del sector industrial productor de insumos para la agricultura. Sin embargo, dicha evolución ha sido incompleta y heterogénea, y su grado de avance es función de las características biológicas de cada cultivo o especie vegetal en particular.

⁴ A pesar del carácter excesivamente técnico resulta indispensable realizar este planteo, porque está en la base o condiciona muchos de los aspectos económicos.

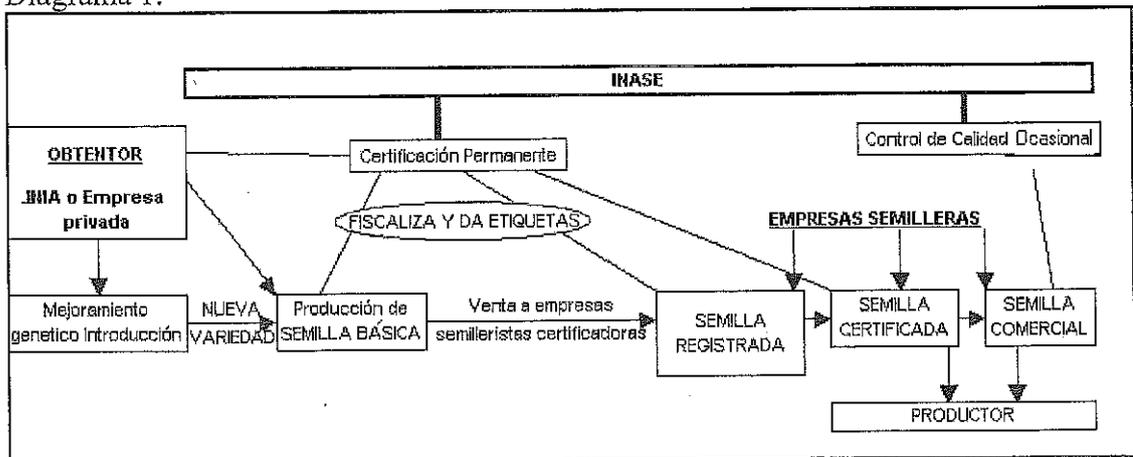
⁵ El maíz, la soja y el arroz constituyen buenos ejemplos. Con respecto a los primeros, la reciente introducción al país de dos “eventos” transgénicos (maíz BT y soja RR) implicó, en ambos casos, una importante disminución de costos de producción. En el primero por ahorro de insumos (insecticidas) y en el segundo por reducción de mano de obra y del número de labores culturales. La reciente incorporación al país de semillas de soja RR (innovación biológica) posibilitó el uso de herbicidas pre-emergentes (innovación química) y ambas han permitido el empleo del método de siembra directa (innovación mecánica). Esto ha sido una de las principales causas que permitieron la reciente expansión de la soja en el país: más del 80% de su área sembrada ha sido implantada con este método. Por último, la investigación nacional en arroz, en los últimos veinte años, se ha orientado hacia la obtención de variedades adaptadas a determinadas regiones agroecológicas. La variedad El Paso 144 (adaptada a ambientes sub-tropicales) ha permitido el desarrollo exitoso del cultivo en la región norte del país.

Por otra parte, la estructura de mercado emergente de esta evolución, en la que participan las empresas dedicadas a la obtención de innovaciones (primera etapa), está ligada directamente a la naturaleza del proceso innovativo y éste, a su vez, estuvo pautado por el predominio de diferentes métodos científicos para la creación de innovaciones (Bercovich y Katz 1988 y 1990)⁶. Estos métodos son: selección, hibridación y biotecnología o ingeniería genética. Una descripción resumida de los mismos y de sus principales efectos económicos se expone en el Anexo II.

El resultado físico de esta actividad es una pequeña cantidad de semillas de la variedad mejorada a la cual, por su naturaleza originaria en cuanto al contenido de una determinada innovación, se la denomina “madre”, “fundación” o “básica”⁷.

La segunda etapa comienza luego de concluida la anterior y consiste exclusivamente en aumentar la cantidad de dicha semilla, a una escala suficiente, a los efectos de conformar la oferta definitiva de la innovación. De manera que su proceso productivo no difiere significativamente de la producción comercial del grano común. Esto elimina las barreras a la entrada que caracterizan el negocio en la etapa anterior y permiten que esta actividad sea realizada, dentro del propio sector agropecuario, por una amplia gama de empresas (semilleras) y agricultores individuales.

Diagrama 1.



Adaptado de Gamarra 1996.

Estas peculiaridades técnicas de la producción provocan efectos económicos que determinan una compleja estructura sectorial caracterizada por la participación de diferentes tipos de empresas (escalas, estructuras de mercados, etc.) y una fuerte presencia del Estado a través de la producción directa y la regulación de todo el sistema. La intervención estatal se hace preceptiva a los efectos de garantizar la propiedad intelectual de la innovación y el control de calidad de todo el proceso.

Con respecto al primer punto, el Estado debe garantizar los pagos de royalties y regalías, y en los casos en que sea imposible hacerlo (trigo, arroz, cebada y la mayor parte de las forrajeras) asume el rol de productor (obtentor) de innovaciones (primera etapa). (Ver Anexo II)

⁶Bercovich N, Katz J, *Biología y Economía Política: Estudios del Caso Argentino*, Bibliotecas Universitarias. Centro Editor de América Latina. CEPAL. Buenos Aires 1990.

⁷ Ver definiciones en Anexo III. Glosario técnico.

El control de calidad implica la evaluación de la innovación (primera etapa) y la preservación de ésta a lo largo de su multiplicación a escala comercial (segunda etapa). Para ello debe verificarse que todo el procedimiento se ajuste a ciertos niveles de calidad, establecidos en normas internacionales que rigen la materia y a las que adhieren la mayoría de los países.

Este proceso (*de certificación*) implica la producción simultánea, con niveles decrecientes de control de calidad, de cuatro categorías de semillas: básica, registrada, certificada y comercial. Las dos últimas constituyen la “oferta” de la “industria de semillas” a los agricultores. (Ver diagrama 1.)

III. URUGUAY: LAS SEMILLAS COMO INSUMO ESTRATÉGICO

Una vez en el mercado una nueva semilla mejorada (de un cultivo en particular) será preferida (incorporada) por los agricultores sustituyendo a las existentes, siempre y cuando sea capaz de asegurarles un retorno superior a las empleadas anteriormente.

En el país no existen antecedentes que vinculen la incorporación de nuevas variedades con su impacto diferencial sobre la tasa de ganancia. En consecuencia, en este trabajo se procederá de dos maneras. Primero se aplicará el método empleado en la investigación del texto ya clásico sobre el cambio técnico en la Pampa Húmeda⁸ de medir el efecto de la innovación en semillas a través de: i) su influencia sobre los costos de producción de las empresas y ii) la evolución de la relación precio de la semilla como insumo, con respecto al precio del grano como producto.

Por último, se analizará para el caso concreto (zafra 2003–2004) del cultivo del maíz en el Uruguay, el impacto de la incorporación de semilla mejorada sobre los ingresos (brutos y netos) de los agricultores dedicados a esta actividad.

III.1 Efectos sobre los costos

Las semillas siempre han sido un insumo que ha pesado de manera diferencial en los costos de producción de los cultivos de granos. A los efectos de medir el impacto de la introducción de los diferentes tipos de semillas mejoradas en distintos cultivos se incluye el cuadro 1. En él se muestra la evolución, para períodos similares, de la incidencia de tres componentes fundamentales (semillas, fertilizantes y combustibles) de los costos de producción por hectárea de cuatro cultivos: arroz, trigo, girasol y maíz⁹. De éste interesa destacar las distintas ponderaciones que tienen las semillas varietales frente a las híbridas¹⁰. En los casos de girasol y maíz, cultivos que fueron sustituyendo a las primeras por las segundas en su “paquete tecnológico” a lo largo del período, la incidencia de este rubro en los costos aumentó considerablemente. En girasol el comportamiento fue paradigmático, pasando de ser la tercera parte del combustible en el trienio 1990/92 a representar casi el doble del mismo en 1999/00. La dinámica de incorporación de híbridos en este cultivo significó un crecimiento de la incidencia de la semilla en los costos de producción del orden del 16% acumulado anual.

Por otra parte, en los cultivos que solo usan semilla de tipo varietal (trigo y arroz) la participación de ésta en los costos ha permanecido relativamente constante a lo largo de los 10 años.

Estas diferencias se deben a los mayores precios que los agricultores pueden pagar por las semillas híbridas frente a las varietales, debido a que les aseguran frente a éstas la obtención de sustanciales diferencias de rendimientos que deberían impactar positivamente en sus retornos económicos.

⁸ “Semillas mejoradas: desarrollo industrial e impacto sobre la producción agrícola”, capítulo IV de *La agricultura pampeana. Transformaciones productivas y sociales*, Fondo de Cultura Económica y otros. Buenos Aires. 1988.

⁹ En el costo total están incluidos todos los gastos realizados en una hectárea del cultivo desde la preparación del suelo hasta el transporte del grano al acopiador o molino. Incluye: combustibles, lubricantes, reparación y amortización de maquinarias, fertilizantes, fitosanitarios, semillas, mano de obra, fletes (de insumos y productos) y costo financiero.

¹⁰ Ver definiciones en Anexo III. Glosario técnico.

1. Incidencia de los insumos más importantes en el costo total de producción (por hectárea), según cultivos. En porcentaje.

CULTIVOS	AÑOS			
	Arroz	1987/89	1990/92	1993/95
Semillas	5,9	5,8	5,1	5,3
Fertilizantes	7,6	7,6	8,2	6,7
Combustibles	20,0	20,7	14,9	15,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Trigo	1988/90	1991/93	1994/96	1997/00
Semillas	16,1	14,3	14,4	12,7
Fertilizantes	28,6	26,4	27,5	28,6
Combustibles	19,9	17,0	14,7	15,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Girasol	1990/92	1993/95	1996/98	1999/00
Semillas	7,2	17,0	17,3	32,6
Fertilizantes	11,0	10,5	11,3	8,2
Combustibles	21,9	16,2	18,5	17,1
Total	100,0	100,0	100,0	100,0
Maíz	1988/90	1991/93	1994/96	1997/00
Semillas	16,1	14,3	14,4	22,9
Fertilizantes	24,4	20,1	23,6	17,2
Combustibles	20,2	17,9	16,0	12,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0

Fuente: Elaborado sobre información de OPYPA - MGAP.

III.2 Relación de precios insumo (semilla)/producto (grano)

El precio de las semillas de una nueva variedad no podría exceder el aumento de su margen de productividad potencial frente a las que ya se están empleando. La relación precio de semilla/precio de grano es un indicador indirecto: desde el lado de la oferta (empresas semilleras), de la capacidad de captar rentas diferenciales a través de una innovación, y de la demanda (agricultores) de poder sustentar el aumento de precios a partir de una mejora en sus retornos, derivados de la incorporación de esta innovación. Cuanto más alta y estable sea la relación, mayor será la potencialidad de la innovación introducida.

En el cuadro 2 se presenta la evolución de esta relación entre los años 1990 y 2000 para los seis principales cultivos sembrados en el país. El primer aspecto a destacar es la notoria diferencia de los valores adoptados por la relación, a lo largo de todo el período, entre los cultivos que solo emplean semilla “varietal” (arroz, cebada y trigo) y aquellos que comenzaron el proceso de sustitución de ésta por “híbridos” (maíz, sorgo y girasol). Si bien los tres últimos son cultivos que requieren entre 12 y 25 veces menos semillas por hectárea (que el trigo y la cebada por un lado y el arroz por otro), una diferencia de tal magnitud en el precio se debería más al tipo de innovación incorporada en cada caso. Los retornos que los híbridos aseguran a los agricultores posibilitan adquirir sus semillas a precios más altos *vis à vis* las variedades.

Por otra parte, dentro del segundo grupo se registraron diferencias importantes entre cultivos. Considerando la evolución de la relación en el período, el girasol consolidó claramente la tendencia al crecimiento en el empleo de semilla híbrida (aproximadamente 30% acumulado anual), seguido del maíz: 6.5% a.a. En sorgo permaneció estable y con fuertes oscilaciones. Esto demostraría que, si bien el uso de semilla de alto rendimiento está consolidado en su paquete técnico, la marginalidad creciente del cultivo –el que más disminuyó su superficie en el período– ha determinado su estancamiento.

2. Evolución de los precios relativos de las semillas con respecto al grano producido para consumo (Período 1990 -2000)

AÑOS	CULTIVOS					
	Arroz	Cebada	Trigo	Girasol	Maíz	Sorgo
1990	1,2	1,5	2,1	5,9	12,3	22,0
1991	1,0	1,8	1,9	40,9	12,4	19,9
1992	2,5	1,7	3,1	48,5	13,4	19,2
1993	1,7	1,9	2,3	35,9	12,4	18,5
1994	1,4	1,8	3,0	27,2	13,5	16,8
1995	1,9	1,7	3,0	30,0	12,2	18,6
1996	1,7	1,2	2,3	31,5	15,4	21,3
1997	1,7	1,8	3,0	36,2	25,5	29,8
1998	1,5	1,7	3,0	26,8	26,2	32,2
1999	2,3	1,7	2,8	37,0	31,8	27,6
2000	1,5	1,9	2,6	76,6	23,0	22,5

Fuente: Elaborado sobre la base de información de DIEA - MGAP.

III.3 El caso del maíz

De todos los cultivos de granos que componen la agricultura uruguaya, el maíz es el que mejor resume los aspectos más destacados de su evolución reciente y resulta, por múltiples razones, el caso más interesante para analizar la incorporación de progreso técnico en este sector.

El cuadro 3 presenta la evolución del mismo, para el período 78/79–02/03, en términos de un conjunto de variables: rendimientos físicos, precio del producto (grano), costos de producción e ingresos brutos y netos.

3. Maíz. Evolución del precio del grano y costo de producción

Años	Rendimiento kg/ha.	Precio U\$\$/ton.	Costos		Relación precio del grano/costo de producción	Ingresos en U\$\$/ha		Rendimiento de equilibrio Kg/ha
			U\$\$/ha	U\$\$/ton.		Brutos	Netos	
1978/79	541	146	144	266	0,55	79	-65	986
1979/80	904	199	157	174	1,15	180	23	789
1980/81	1.237	184	166	134	1,37	228	62	902
Promedio	894	176	156	191	0,92	157	1	886
1987/88	1.592	129	184	116	1,12	205	21	1.426
1988/89	788	134	186	237	0,57	106	-80	1.388
1989/90	1.610	132	168	104	1,27	213	45	1.273
1990/91	1.781	135	200	112	1,20	240	40	1.481
1991/92	1.561	148	220	141	1,05	231	11	1.486
1992/93	1.964	155	213	108	1,43	304	91	1.374
1993/94	2.360	137	207	88	1,56	323	116	1.511
1994/95	3.210	156	223	69	2,25	501	278	1.429
1995/96	2.650	184	226	85	2,16	488	262	1.228
1996/97	3.100	136	268	86	1,57	422	154	1.971
1997/98	4.270	125	258	60	2,07	534	276	2.064
1998/99	4.890	118	260	53	2,22	577	317	2.203
1999/00	1.777	112	240	135	0,83	199	-41	2.143
2000/01	5.320	103	216	41	2,54	548	332	2.097
2001/02	3.710	117	203	55	2,14	434	231	1.735
2002/03	5.240	120	190	36	3,32	629	439	1.583

Fuente: Equipo de Economía Agropecuaria.

Del análisis del cuadro se desprende que la tendencia a lo largo del período, en particular la adoptada luego de la inflexión ocurrida a comienzos de la década de los noventa, cuando empezara a generalizarse el empleo de semillas mejoradas (híbridas), confirma lo establecido anteriormente para la agricultura en su conjunto. En términos técnicos y económicos se verificó:

- Un fuerte aumento de los rendimientos unitarios: 10% acumulado anual.
- Un estancamiento en los precios del producto: -0,7% acumulado anual.
- Un leve crecimiento de los costos por hectárea: 1% acumulado anual.

El impacto económico del aumento de rendimientos fue capaz de revertir el efecto contrario del estancamiento de los precios del grano y el crecimiento de los costos por hectárea, provocando:

- Una disminución de los costos por unidad de producto de 8% acumulado anual.
- Un aumento en los ingresos del agricultor del orden de 9% (a. a.) y casi 20% (a. a.), según fueran éstos brutos o netos respectivamente

La “maduración” de este proceso implica la consolidación de “paquetes tecnológicos”, esto es: la armonización, a través de medidas de manejo agronómico, de las innovaciones incorporadas en las tres fases antes mencionadas. Dada la profunda

articulación entre los distintos componentes de estos “paquetes”, resulta difícil descomponer los impactos individuales de cada uno de ellos, al analizar los efectos físicos y económicos del conjunto.

Sin embargo, también se sabe a nivel especializado que los rendimientos agrícolas son, en mayor medida, una función del uso conjunto (sinérgico) de fertilizantes y semillas. Cada especie vegetal tiene (genéticamente) asociada una capacidad potencial de producción que configura una determinada “curva de respuesta” a la fertilización, en cada caso. Un aumento en la dosis de fertilizante provocará un desplazamiento a lo largo de la misma, mientras la introducción de una nueva semilla implicará la sustitución de dicha “curva” por otra. En otras palabras, la fertilización provocará aumentos de rendimientos, dentro de los límites específicos, impuestos por la restricción biológica del individuo vegetal considerado, a tal punto que éste se transformará en el factor limitante fundamental (de última instancia) al incremento de los mismos.

De aquí se deriva la importancia estratégica que adquiere para el agricultor la existencia de una corriente continua de innovaciones biológicas (semillas mejoradas) que desplacen permanentemente la frontera tecnológica en materia de potenciales de rendimientos. Éstas, al impactar positivamente en los ingresos, “rentabilizarán” mayores gastos en insumos (fertilizantes y fitosanitarios) e inversiones (maquinarias) transformándose en vehículo del cambio técnico en la agricultura.

A los efectos de ponderar los impactos (físicos y económicos) de la incorporación de semillas mejoradas, en el cuadro 4 se presenta, para el cultivo de maíz en la campaña agrícola (2003–2004), cuatro alternativas tecnológicas desagregadas según la estructura de sus costos. En tal sentido se clasificó a los agricultores según el tipo de semilla empleada y también el pequeño segmento que utiliza riego.

4 . Maíz: Costos de producción por nivel tecnológico, según estructura.
Cosecha 2003 - 2004.

Estructura	Semilla							
	Propia varietal		Comprada (híbrida)					
			Secano				Riego	
	U\$S	%	U\$S	%	U\$S	%	U\$S	%
Laboreo	6	10,9	6	3,5	6	3,1	6	2,1
Combustible	24	43,6	24	14,1	24	12,3	24	8,6
Semillas	---	---	50	29,4	65	33,3	80	28,6
Herbicidas	---	---	14	8,2	14	7,2	14	5,0
Fertilizantes	---	---	47	27,6	47	24,1	66	23,6
Fitosanitarios	---	---	6	3,5	6	3,1	6	2,1
Fletes	---	---	3	1,8	3	1,5	4	1,4
Riego	---	---	---	---	---	---	50	17,9
Cosecha	25	45,5	20	11,8	30	15,4	30	10,7
Costo/ha	55	100,0	170	100,0	195	100,0	280	100,0
Costo/ton	52	---	43	---	31	---	28	---
Rendimiento (kg/ha)	1.061	---	3.964	---	6.274	---	10.000	---
Nº de agricultores	2.230	---	673	---	158	---	88	---
Superficie (ha)	6.096	---	14.696	---	18.135	---	3.811	---
Producción (ton)	6.467	---	58.259	---	113.771	---	---	---

Fuente: Equipo de Economía Agropecuaria.

Del análisis del cuadro se destacan algunas consideraciones:

- La semilla es el insumo que establece las diferencias de desempeño entre los distintos niveles tecnológicos.
- Los bajos rendimientos potenciales de la semilla varietal (propia) inviabilizan el empleo del “paquete químico” (fertilizantes, fitosanitarios y herbicidas) y determinan el menor costo por hectárea de la alternativa.
- Los insumos ligados directamente a los rendimientos (semillas y fertilizantes) representan, en las otras tres alternativas, más del 50% del costo por hectárea: 57% en las dos de secano y 52% en la de riego. La ponderación de la infraestructura, maquinarias y combustible necesarios para regar hace descender la participación relativa de ambos en esta última.
- A medida que crecen los costos por hectárea aumentan los rendimientos y consecuentemente disminuyen los costos por tonelada producida.

En términos del número de adoptantes:

- Todavía más del 70% de los agricultores no usan semilla mejorada (tienen el mayor costo por tonelada pero solo representan el 4% de la producción total).
- En el otro extremo, 8% de los agricultores pertenecientes a las dos alternativas de mayores rendimientos y menores costos por tonelada producen el 64% de la producción.

A partir de la información contenida en los cuadros 3 y 4 puede establecerse que el proceso continuo de incorporación de innovaciones que experimentara el cultivo del maíz en el Uruguay contribuyó a la formación de una agricultura particular: estancada en lo productivo (la producción total no aumentó) y sobre una base empresarial dual, conformada por:

- Un reducido núcleo de grandes agricultores que acumulan la mayor parte de la producción destinada al mercado.
- Una mayoría de pequeños agricultores que dedican sus escasos volúmenes producidos al autoconsumo predial.

La incorporación de innovaciones no fue homogénea en ambos grupos. Es de presumir que el elevado costo de la semilla mejorada, dada su ponderación de 30% en el total por hectárea, haya jugado un papel negativo al momento de decidir su adopción por parte de los pequeños productores.

Distinto ha sido el comportamiento de los grandes empresarios. Éstos, sobre la base de su capacidad de acceso al crédito o disponibilidad de recursos propios, han sido capaces de solventar el incremento en los costos por hectárea y de esta manera acceder a los mayores beneficios económicos que la incorporación de esta innovación otorga.

IV. EL MERCADO DE SEMILLAS EN URUGUAY

Se presentará primero la demanda, luego la producción (oferta) correspondiente y, dentro de ésta, el marco regulatorio del proceso productivo.

IV.1 Demanda

En términos generales la demanda de semillas de un cultivo en particular en un momento dado (una campaña agrícola) es función de:

- las decisiones económicas de los agentes (agricultores) relativas al volumen de producción;
- la *densidad de siembra*¹¹.

Las primeras determinan qué (cultivo) y cuánto producir (área sembrada), y la segunda la cantidad de semillas necesarias para plantar una determinada superficie.

La densidad de siembra también determina la demanda en términos de valor. Como aquélla es inversamente proporcional al tamaño de la semilla: a menor tamaño, menor densidad y mayor precio. Ésta es la causa de los precios relativamente superiores de las forrajeras “finas” frente a las demás especies.

Sin embargo, es la naturaleza de las innovaciones incorporadas a las semillas la que introduce los mayores diferenciales de precios y establece mercados con estructuras distintas. En tal sentido, las especificidades reproductivas de algunas especies (arroz, trigo, cebada cervecera y la mayoría de las forrajeras) determinan la posibilidad de que el agricultor pueda producir su propia semilla sin perder “calidad genética”, mientras que esto no ocurre en los casos de variedades “híbridas” (maíz, sorgo, girasol)¹². De esta manera, las primeras podrán ser “fabricadas” por los productores sin perder rendimientos futuros y en consecuencia tendrán precios y volúmenes de venta menores, con respecto a las segundas que necesariamente deben ser compradas todos los años.

La evolución de la demanda total de semillas (en volumen físico) en el Uruguay, en el período 1990–2000, muestra una dinámica de crecimiento: 3% acumulado anual considerado globalmente; 3.5% (a.a.) en los granos y 2% (a.a.) en los forrajeros. En el ámbito de los cultivos individuales, considerando los más importantes, el arroz experimentó el mayor crecimiento 11% (a.a.), en tanto el trigo permaneció estancado. En los forrajeros, a excepción de la avena que experimentó un leve decrecimiento, los demás cultivos mostraron un fuerte dinamismo, destacándose el trébol rojo y el lotus,

¹¹ Se expresa en kilogramos por hectárea (kg/ha) y depende de la cantidad de semilla por unidad de peso (densidad) y del número de plantas que pueden desarrollarse en una unidad de superficie. El primer aspecto está relacionado con el tamaño de la semilla (a menor tamaño más semillas entran en un kilogramo) y el segundo con las necesidades biológicas del cultivo en particular. Estas últimas determinarán los requerimientos (agua y nutrientes) necesarios para completar el ciclo biológico de la especie en cuestión y en consecuencia la cantidad de plantas que “entran” en una hectárea. De los cereales, el arroz es el de mayor densidad, 200 kg/ha, seguido de trigo y cebada: 100 kg/ha. Las forrajeras son, en general, especies con semillas muy pequeñas (“finas”); en consecuencia, sus densidades de siembra son considerablemente menores.

¹² Ver Anexo II

12% y 8% acumulado anual respectivamente. La información se presenta en el Cuadro 5¹³.

En términos de estructura, de un promedio aproximado global (cereales, oleaginosos y forrajeros) para la década de 100 mil toneladas de semillas, más de 60% correspondieron a cultivos para grano y el resto a forrajeros. Considerando la participación de especies individuales, dos cereales (arroz y trigo) y una forrajera (avena¹⁴) concentraron aproximadamente el 50% de la demanda: arroz (29%), trigo (20%) y avena (21%). En consecuencia, el consumo de semillas de uso estrictamente forrajero no superó el 20% del total.

5. Demanda de semillas en miles de toneladas, por años según especies (Período 1990–2000)

Cultivos	AÑOS										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Grano	50.0	55.2	48.6	57.2	59.6	57.5	62.8	73.3	74.9	71.1	70.5
Trigo	24.7	22.6	11.7	14.9	21.5	19.0	16.8	25.0	24.5	19.3	24.6
Cebada	8.0	7.1	8.3	12.5	8.8	7.3	13.1	14.6	11.9	7.3	5.5
Maíz	1.1	1.5	1.6	1.4	1.1	0.1	1.2	1.2	1.2	1.2	0.8
Sorgo	0.3	0.2	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.4
Girasol	0.3	0.3	0.4	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.5	0.8	0.3
Soja	2.2	1.5	0.7	0.7	0.8	0.9	0.7	0.6	0.6	0.7	1.0
Arroz	13.4	22.0	25.5	27.1	26.8	29.3	30.1	31.0	36.0	41.6	37.9
Forrajeros	36.9	31.6	27.8	28.8	32.6	34.5	41.8	48.9	37.0	44.0	45.5
Avena	25.4	20.4	16.9	17.3	17.4	17.1	22.6	27.8	17.3	23.0	24.4
Trébol blanco	0.5	0.5	0.5	0.6	0.9	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	0.7
Trébol rojo	1.0	1.1	1.2	1.3	1.8	2.1	2.3	2.4	2.5	2.5	3.3
Lotus	2.2	2.4	2.5	2.7	4.1	5.0	5.1	5.4	5.8	5.7	4.6
Festuca	1.6	1.8	1.9	2.0	2.9	3.4	3.6	3.8	4.0	4.0	2.4
Raigrás	2.6	2.4	2.3	2.4	3.0	3.2	3.7	4.2	3.6	4.0	4.5
Maíz forrajero	2.3	1.9	1.6	1.6	1.6	1.6	2.1	2.6	1.6	2.3	3.9
Sorgo forrajero	1.3	1.1	0.9	0.9	0.9	0.9	1.2	1.5	0.9	1.2	1.7
Total	86.9	86.8	76.4	86.0	92.2	92.0	104.6	122.2	111.9	115.1	116.0

Fuente: Elaborado sobre la base de información de DIEA - MGAP.

Los precios relativos aumentaron en el período en relación directa a la complejidad del proceso de incorporación de innovaciones en la producción de semillas e inversa al tamaño de las mismas y tuvieron un fuerte impacto en el dinamismo productivo, que se manifestó de dos maneras: determinando un crecimiento de la demanda de semillas en

¹³ En el país no existen series de información sobre producción (oferta) y consumo (demanda) de semillas, de manera que el Cuadro 5 fue elaborado sobre la base de coeficientes técnicos del MGAP. Para cada año se dispone de información de las superficies sembradas de todos los cultivos cerealeros y oleaginosos a partir de encuestas que con periodicidad cuatrimestral y muestreo probabilístico realiza la DIEA-MGAP. Multiplicando la superficie de cada cultivo por su densidad de siembra se obtiene el consumo de semilla de cada uno. En el caso de los forrajeros se procedió de la misma manera, pero la información del área sembrada se obtuvo de las Declaraciones Juradas de DICOSE.

¹⁴ El destino de la producción de ésta es mayoritariamente forrajero, por esta razón fue agrupado como tal, aunque una proporción muy menor es utilizada como cereal, por lo cual en términos estrictos es considerado un cultivo de doble propósito.

valor de 6.3% acumulado anual –más del doble que el registrado en términos de volumen físico– y una reversión en las fuentes de dicho dinamismo; la demanda de forrajeros creció más que la de granos: 7.4% y 4.4% acumulado anual respectivamente. (Ver Cuadro 6¹⁵.)

Este impacto también se manifestó en el ámbito de la estructura del consumo en valor, que resultó opuesta a la del volumen físico. El promedio de aquél en el período fue de 77.5 millones de dólares, pero en este caso más del 60% le correspondía a semillas forrajeras y el resto a cultivos para granos. Los varietales de mayor significación en volumen (arroz, trigo y cebada) representan menos de un 30% en valor y los híbridos (maíz, sorgo y girasol) acumulaban 2% y 9% en volumen y valor respectivamente. Por último, el consumo de semillas de uso estrictamente forrajero superó el 50% del total, siendo el lotus la especie más destacada con una participación cercana a un 20%. (Ver el Cuadro 6.)

6. Demanda de semillas en millones de U\$S corrientes, por años según especies (Período 1990–2000)

Cultivos	AÑOS										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Granos	18.2	18.3	21.6	23.8	24.4	26.0	32.5	38.5	35.6	29.6	28.1
Trigo	7.0	5.1	2.6	5.9	8.4	6.6	8.2	10.8	9.6	5.6	8.6
Cebada	2.3	1.6	1.9	5.0	3.5	2.6	6.4	6.3	2.1	1.3	1.0
Maíz	1.9	3.2	3.3	2.5	2.2	1.8	3.3	4.2	3.8	4.5	5.8
Sorgo	0.5	0.5	0.8	0.6	0.4	0.5	0.8	0.6	0.7	0.5	0.9
Girasol	2.8	2.1	2.6	2.1	2.3	3.8	2.5	3.9	3.0	4.5	4.5
Soja	0.9	0.6	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.7
Arroz	2.8	5.3	10.2	7.3	7.2	10.2	10.8	12.4	16.2	12.9	6.4
Forrajeros	30.3	22.6	28.2	28.6	41.5	39.1	69.7	74.6	74.7	49.3	61.7
Avena	3.9	3.3	8.1	8.7	6.6	6.5	11.3	13.4	9.2	8.4	9.8
Trébol blanco	3.0	1.6	2.1	1.5	4.8	3.6	7.5	7.4	7.4	5.9	3.4
Trébol rojo	4.0	2.5	2.4	3.3	6.7	6.8	10.5	10.9	11.3	5.4	11.0
Lotus	7.1	6.2	5.7	7.1	9.7	11.9	25.2	25.1	26.0	16.7	13.7
Festuca	4.4	4.2	3.8	2.3	6.7	4.7	10.1	11.7	13.7	8.7	5.8
Raigrás	1.7	2.7	1.9	2.0	1.8	2.0	2.7	3.1	3.0	1.7	2.8
Maíz forrajero	3.9	1.0	3.3	2.9	3.3	3.1	1.5	1.8	3.3	1.5	12.7
Sorgo forrajero	2.4	1.2	0.9	0.8	1.8	0.6	0.9	1.3	0.8	1.0	1.2
Total	48.5	40.8	49.9	52.4	65.9	65.0	102.2	113.1	110.3	79.0	89.7

Fuente: Elaborado sobre la base de información de DIEA - MGAP.

Una parte del consumo es abastecida por producción de los propios agricultores; por consiguiente, la fracción comercializada vía mercado es menor al consumo total. En el cuadro 7 se presenta una estimación del valor de mercado efectivo para el período comprendido entre los años 1990 y 2000, efectuada sobre la base de coeficientes técnicos e información aportada por informantes calificados para cada especie en particular.

¹⁵ Como parte del consumo –variable según cada especie– se abastece de la producción del agricultor y otra vía mercado, el cuadro 6 es resultado de una valorización de éste con los precios de mercado para cada cultivo. En consecuencia se trata del *valor aparente* y no real de la demanda de semillas.

En el período el mercado de semillas aumentó a un ritmo de 7.0% acumulado anual. Este comportamiento resultó superior, de forma leve, al registrado por el valor del consumo total (6% a.a.), y fuerte con respecto al crecimiento del mismo en términos físicos (3,0% a.a). De esta manera, el dinamismo fue causado más por el aumento de precios que de volúmenes comercializados. Este comportamiento se acentuó en los cultivos forrajeros y se atenuó en los cereales y oleaginosos. En estos últimos el crecimiento del consumo en volumen físico fue originado fundamentalmente por la expansión de las siembras de arroz¹⁶ en una magnitud superior al descenso del área de cultivos de secano.

En promedio para la década, el valor efectivamente comercializado del consumo de semillas –esto es, el mercado– fue de 60:6 millones de dólares, representando aproximadamente un 80% de la demanda total. El segmento de los granos presenta una fracción comercializable mayor (más de 80%) que el de los forrajeros (77%). Sin embargo, si se compara la importancia relativa dentro de la estructura del mercado, los últimos tienen una ponderación mayor, 63%, frente un 37% de los cereales y oleaginosos.

7. Mercado efectivo de semillas en millones de U\$S corrientes, por años según especies
(Período 1990 - 2000)

Cultivos	AÑOS										
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Granos	13.7	13.6	17.5	19.1	18.9	21.2	26.6	31.0	29.3	25.0	24.7
Trigo	4.2	3.1	1.6	3.6	5.0	4.0	4.9	6.5	5.7	3.4	6.9
Cebada	2.3	1.6	1.9	5.0	3.5	2.6	6.4	6.3	2.1	1.3	1.0
Maíz	0.6	1.0	1.1	0.8	0.7	0.6	1.7	2.1	2.7	3.1	4.7
Sorgo	0.5	0.5	0.8	0.6	0.4	0.5	0.8	0.6	0.7	0.5	0.9
Girasol	2.8	2.1	2.6	2.1	2.3	3.8	2.5	3.9	3.0	4.5	4.5
Soja	0.7	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.7
Arroz	2.6	4.8	9.4	6.7	6.7	9.4	10.0	11.4	14.9	11.9	5.9
Forrajeros	24.2	17.6	22.3	22.1	33.4	29.4	51.7	55.6	57.0	37.2	49.3
Avena	2.3	2.0	5.7	6.1	5.3	3.9	6.8	8.0	5.5	5.0	6.8
Trébol blanco	2.1	1.1	1.5	1.1	3.4	2.6	5.3	5.2	5.2	4.1	2.4
Trébol rojo	2.8	1.7	1.7	2.3	4.7	4.7	7.3	7.6	7.9	3.8	7.7
Lotus	5.0	4.3	4.0	5.0	6.8	8.3	17.6	17.6	18.2	11.7	9.6
Festuca	4.4	4.2	3.8	2.3	6.7	4.7	10.1	11.7	13.7	8.7	5.8
Raigrás	1.4	2.1	1.5	1.6	1.5	1.6	2.2	2.4	2.4	1.4	2.3
Maíz forrajero	3.9	1.0	3.3	2.9	3.3	3.1	1.5	1.8	3.3	1.5	12.7
Sorgo forrajero	2.4	1.2	0.9	0.8	1.8	0.6	0.9	1.3	0.8	1.0	1.2
Total	37.9	31.2	39.9	41.2	52.3	50.6	78.3	86.6	86.4	62.2	74.0

Fuente: Elaborado sobre la base de información de DIEA - MGAP.

El efecto precio ligado al tipo de innovación se manifiesta claramente en la evolución de algunos mercados: girasol y maíz. Ambos cultivos experimentaron una reducción de sus áreas de siembra y cambios tecnológicos más pronunciados en el caso de este último.

¹⁶ Este cultivo tiene además la mayor densidad de siembra, la que determina un alto consumo por hectárea de semilla.

Como consecuencia del primer aspecto, el consumo de semillas en términos físicos cayó, pero en valor creció 5% y 12% según los casos, como consecuencia del aumento de precios. Por último, estas diferencias se hacen más marcadas al considerar la evolución del mercado: mientras en girasol el crecimiento es igual al del consumo, en maíz alcanza el 22% acumulado anual, la tasa más alta de todas las especies consideradas. Este dinamismo es consecuencia del efecto combinado del aumento de precios y fundamentalmente de la sustitución de semilla propia (“varietal”) por comprada (“híbrida”). El girasol procesó la mayor parte de su incorporación de tecnología antes de la década de los noventa y el maíz en el transcurso de la misma, de ahí que en este último, la mayor sustitución entre ambos tipos de semilla se haya dado en esta etapa.

En los forrajeros, se destacan por su dinamismo los cultivos que integran las siembras de praderas permanentes, en especial trébol blanco y raigrás. También el lotus que es utilizado en siembras en cobertura sobre campo natural. El crecimiento (en valor) de la demanda de semillas de maíz forrajero se explica por la expansión del área sembrada (con destino a pastoreo directo o silo) y el mayor precio como consecuencia de la utilización de semilla híbrida.

Por último, a los efectos de dimensionar el mercado de semillas se incluye para algunos rubros la relación entre el mercado efectivo de las mismas con el VBP de cada una. (Ver el Cuadro 8.)

8. Relación entre el valor del mercado efectivo de semillas y el VBP por años según rubros. (Período 1990–1998)

Rubros	AÑOS								
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Cereales y Oleaginosos	6,3	5,4	6,2	9,3	6,6	5,5	6,2	8,8	6,7
Trigo	6,4	9,4	3,1	6,8	7,7	4,3	5,5	10,2	8,7
Arroz	2,9	3,2	6,1	7,1	5,3	5,7	4,4	5,3	5,3
Maíz	3,4	6,4	6,1	7,0	4,5	2,9	6,1	12,3	13,7

Fuente: Elaborado sobre la base de información de DIEA - MGAP y BCU.

IV.2 Oferta

En todos los países desarrollados, el complejo proceso de producción de semillas (descrito en el punto II) es materia de regulación estricta.

Se presentará primero el marco regulatorio y luego la producción correspondiente.

IV.2.1 Regulación estatal – INASE

En Uruguay ha tenido su expresión en la ley N° 16.811 del año 1997, en la que se declara de interés nacional la obtención, producción, circulación y comercialización – interna y externa– de las semillas y las creaciones fitogenéticas (art. 10).

Este texto legal sintetiza y ordena todos los aspectos que se relacionan con esta materia. Dado que su análisis desborda el contenido de este trabajo, se señalarán los aspectos más relevantes para la investigación.

IV.2.1.1 La institución

INASE se crea como persona jurídica de derecho público no estatal, el Instituto Nacional de Semillas (Arts. 2 a 4), que actuará como organismo rector en todo lo referente a semillas y descubrimientos fitogenéticos teniendo como objetivos principales:

- Fomentar la producción y el uso de la mejor semilla con identidad y calidad superior.
- Estimular el desarrollo de la industria semillera nacional.
- Proteger las creaciones y descubrimientos fitogenéticos, otorgando los títulos de propiedad que correspondan.
- Impulsar la exportación de semillas.
- Fiscalizar el cumplimiento de las regulaciones establecidas al respecto.

IV.2.1.2 De las semillas

El Título II de la ley (Arts. 30 a 65) regula todos los aspectos vinculados a las semillas, desde la producción y comercialización interna hasta su comercio exterior, incluyendo las formas de protección de los productores agrícolas.

De estos 35 artículos pueden jerarquizarse los siguientes aspectos:

- Se crea el Registro Nacional de Cultivares –bajo responsabilidad de INASE– habilitando la certificación y comercialización de los cultivares inscriptos en él sometidos a un conjunto riguroso de controles (Arts. 44 a 47).
- El INASE será el responsable de la certificación de las semillas y tendrá todos los cometidos vinculados al control de las diferentes etapas del proceso (Arts. 51 a 54).

IV.2.1.3 Protección de la propiedad de los nuevos cultivares (Título III – Arts. 66 a 81)

- El INASE llevará el registro de Propiedades de Cultivares para dar garantías al **obtentor** de una variedad vegetal nueva, mediante un título conforme a las disposiciones internacionales (Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales de 1961).
- Se establece un conjunto de requisitos para que un cultivar pueda ser objeto de protección (Arts 69/70 y siguientes).
- La protección durará entre 15 y 20 años a partir de la expedición del título correspondiente (Art. 75).
- Se establecen iguales derechos para los creadores radicados en el extranjero, siempre que cumplan un conjunto amplio de requisitos ante el INASE (Arts. 76/77).

IV.2.1.4 Aspectos técnicos y definiciones (Título IV)

Dadas las especificidades técnicas y la precisión que se requiere internacionalmente, la ley dedica su Art. 83 a definir un conjunto de expresiones –17 en total–; entre otras, las palabras o términos siguientes:

- Semilla
- Cultivos
- Variedades
- Híbridos
- Proceso de certificación
- Semilla comercial
- Criadero, semillero
- Creador

IV.2.2 Producción de semillas

Como se describió antes, el proceso productivo de semillas consta de dos etapas: la *obtención* de un nuevo cultivar y su escalamiento a una magnitud suficiente para satisfacer una determinada demanda. (Ver punto II.)

A continuación se describen por su orden ambas etapas.

IV.2.2.1 Etapa I (obtención de innovaciones)

A los efectos de esta investigación se considerarán innovaciones en semillas a la solicitud de inscripción de un nuevo cultivar en el Registro Nacional de Cultivares de INASE, independientemente de su proceso de evaluación posterior y del eventual otorgamiento de una patente.

De esta manera, se pretende medir el resultado del esfuerzo de (I+D) en la obtención de innovaciones en términos de lo que el productor (obtentor) considere su producto (innovación) terminado.

Con la información obtenida en INASE se puede presentar un primer panorama al respecto. Entre 1992 y 2002 se presentaron 115 solicitudes de inscripción de nuevas patentes en el Registro Nacional de Cultivares: 64 correspondieron a instituciones nacionales y 51 a empresas extranjeras. De las primeras, 38 (aproximadamente 60%) fueron obtenidas por el sector público (con participación casi exclusiva de INIA¹⁷) y el resto por empresas particulares. (Cuadro A-I.4 del Anexo Estadístico.)

Los resultados de la investigación nacional se concentraron básicamente en cereales (47%) y forrajeros (52%) y fueron prácticamente nulos en oleaginosos. Dentro de los primeros, el énfasis se distribuye en partes casi iguales entre las especies en que el método de mejora genética empleado es la selección y la innovación una semilla varietal: arroz, cebada y trigo (Cuadro A-I.4 del Anexo Estadístico). En el caso de los oleaginosos, en los que el empleo de semilla híbrida crece en el período, como

¹⁷ De los 38 cultivares inscritos, 36 pertenecen a INIA y 2 a la Facultad de Agronomía. Ambas son las únicas instituciones del Estado que participan en la investigación y producción de cultivares.

consecuencia del cambio técnico más del 90% de los cultivares registrados son de origen importado. (Ver el Cuadro 9.)

9. Invencción de nuevos cultivares por origen del obtentor según rubros, en porcentaje. (Período 1992-2002)

Cultivares	Total	Origen			
		Nacional			Importado
		Total	INIA	Otros	
Total	100,0	55,7	31,3	24,3	44,3
Cereales	100,0	69,8	46,5	23,3	30,2
Oleaginosos	100,0	7,1	7,1	0,0	92,9
Forrajeros	100,0	56,9	25,9	31,0	43,1

Fuente: Elaborado por el Equipo sobre la base de información de INASE.

Los sectores público y privado nacional registran ciertas diferencias entre ambos. Mientras INIA ha dedicado la mayor parte de su investigación a la obtención de innovaciones en cultivos de granos, la actividad privada se ha centrado en los forrajeros: 64%. Esta tendencia se expresa en el ámbito de las especies: el trigo ha sido el cultivo, individualmente considerado, del cual INIA ha producido la mayor cantidad relativa de variedades (22%) y el sector privado se ha dedicado casi en la misma proporción al lotus. (Ver cuadro A-I.4 del Anexo I Estadístico.)

Las empresas extranjeras que han registrado patentes en Uruguay entre los años 1992 y 2002 han desarrollado sus investigaciones en 10 países distintos. De los 51 cultivares extranjeros inscriptos en el Registro Nacional, 22 pertenecen a empresas radicadas en Argentina, 15 en Nueva Zelanda y 6 en Estados Unidos. (Ver cuadro A-I.6 del Anexo Estadístico.) El primer país participa con 85% de las importaciones de material genético de soja y 46% de los cereales. El segundo concentra 60% de las de forrajeros, destacándose particularmente dentro de este rubro en festuca (75%), raigras (82%) y tréboles (67%). Por último, Estados Unidos tiene una elevada ponderación en las importaciones de cebada cervecera y alfalfa: 40% en ambos. (Ver el Cuadro 10.)

10. Importaciones de invenciones en nuevos cultivares por países, según especies en porcentaje. (Período 1992-2002)

Cultivares	PAISES										
	Total	Alemania	Argentina	Chile	China	Dinamarca	Francia	Italia	N. Zelanda	Suiza	E. Unidos
Total	100,0	2,0	43,1	2,0	2,0	3,9	2,0	2,0	29,4	2,0	11,8
Cereales	100,0	7,7	46,2	0,0	7,7	0,0	7,7	7,7	0,0	7,7	15,4
Arroz	100,0	0,0	0,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cebada	100,0	20,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Trigo	100,0	0,0	57,1	0,0	0,0	0,0	14,3	14,3	0,0	14,3	0,0
Oleaginosos	100,0	0,0	84,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4
Soja	100,0	0,0	84,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4
Forrajeros	100,0	0,0	20,0	4,0	0,0	8,0	0,0	0,0	60,0	0,0	8,0
Alfalfa	100,0	0,0	60,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	40,0
Festuca	100,0	0,0	25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,0	0,0	0,0
Raigras	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,2	0,0	0,0	81,8	0,0	0,0
Tréboles	100,0	0,0	0,0	33,3	0,0	0,0	0,0	0,0	66,7	0,0	0,0
Otros	100,0	0,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,0	0,0	0,0

Fuente: Elaborado sobre la base de información de INASE.

IV.2.2.2 Etapa II (“multiplicación” de la innovación)

Como se consignó, en esta etapa se configura la “oferta” de semillas a los agricultores. En Uruguay no existen estadísticas sobre producción nacional de este insumo. En su defecto, se la ha estimado a partir de las cifras (en volumen físico) de consumo interno e importaciones. (Ver cuadro 11¹⁸.)

Del análisis del cuadro se desprende que la demanda de semillas en la década pasada fue mayoritariamente abastecida con producción nacional. Para el período en que se dispone de información sobre importaciones –desde el año 1993 al 2000– éstas representaron en promedio apenas 5% del consumo total en términos físicos. En el ámbito de los rubros, esta proporción se mantuvo en los cereales, decreció en los forrajeros (3%) y fue significativamente superior en los oleaginosos: 68%. (Ver el Cuadro 11.)

En arroz y trigo –semillas “varietales”– la demanda fue cubierta casi exclusivamente por producción nacional. Las pequeñas cantidades importadas del primero fueron material genético con fines de investigación y del segundo se trataba de variedades “duras” –correctoras de la calidad “panadera” de la harina– que no se producen en el país.

Distinta fue la situación en los casos de maíz y girasol –semillas “híbridas”– considerando el promedio para los siete años: casi el 60% del área sembrada del primero fue con semilla importada. En el segundo, las cantidades importadas fueron superiores a las necesidades de siembra: 10% en promedio. Esto puede deberse a dos razones: estrategias especulativas de las grandes empresas semilleras, de mantener stocks ante expectativas de subas de precios o expansión del área sembrada¹⁹, u operaciones de triangulación intrafirma. En este sentido debe destacarse el relativamente elevado coeficiente de exportación de semillas de girasol en los años 1994 y 1998: 37% y 17% respectivamente. (Ver el Cuadro 12.)

En los forrajeros, la incidencia de las importaciones fue baja, aunque la tendencia creciente en los tréboles y fundamentalmente en raigras demostraría una debilidad de la oferta nacional de acompañar el dinamismo de la ganadería en la implantación de pasturas artificiales.

¹⁸ El Cuadro 11 muestra la evolución de la relación entre las importaciones y el consumo interno de semillas en volumen físico para el período 1993–2000. Debido a los criterios de clasificación empleados por el BCU en las distintas nomenclaturas arancelarias utilizadas en estos siete años, no fue posible construir la relación para todos los cultivos, incluyendo solo los más importantes. Por otra parte, en algunos de éstos la misma debe manejarse con cuidado: en maíz no fue posible diferenciar entre usos –forraje o grano– y el raigras está distribuido entre dos códigos distintos de importaciones.

¹⁹ Apoyarían esta interpretación el ajuste producido –disminución del volumen importado por debajo de la demanda para siembra– a partir del año 1999. (Ver el Cuadro 5.)

11. Evolución de la relación importaciones/consumo interno de semillas en volumen físico por años según cultivos. (Período 1993 - 2000)

Cultivos	AÑOS							
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Total	3,5	2,6	3,3	6,9	6,1	7,1	4,5	7,8
Cereales	2,8	2,7	3,2	8,5	8,1	7,2	5,3	6,6
Trigo	0,3	1,8	0,7	2,7	4,9	2,5	0,3	1,9
Arroz	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,2	0,0
Maíz (1)	50,0	44,0	66,1	81,5	57,4	74,2	51,9	41,0
Oleaginosos	119,8	57,0	54,9	61,7	86,7	95,0	33,6	37,8
Girasol	112,8	121,9	111,3	117,1	130,5	165,9	61,3	58,0
Forrajeros	0,6	0,6	1,1	1,9	1,2	4,3	2,1	8,7
Tréboles	6,0	4,4	5,1	10,3	6,3	9,0	4,1	23,9
Festuca	0,6	0,9	4,1	1,4	0,7	3,0	0,5	3,1
Raigras	0,0	0,0	0,0	0,3	0,4	2,0	0,4	18,2

Fuente: Elaborado sobre la base de información del BCU y DIEA - MGAP.

(1) En maíz se consideró en forma conjunta el destinado a grano y pastoreo.

En el período comprendido entre los años 1993 y 2001, el 80% del volumen total importado de semillas provenía de Argentina, Estados Unidos participó con 8%, Oceanía (Australia y Nueva Zelanda) con 4% y Brasil solo 3.5%. (Cuadro A-I.10 del Anexo Estadístico.)

La participación argentina fue mayoritaria de manera absoluta en las dos especies "híbridas" para granos con más peso relativo en las importaciones –maíz (97%) y girasol (87%)–, y relativa en tréboles (37%). En estos últimos también participaron Chile 32%, Australia 26% y Estados Unidos 18%.

IV.2.3 Exportaciones de semillas

La producción nacional de semillas en el período comprendido entre los años 1993 y 2000 fue destinada casi con exclusividad al abastecimiento del mercado interno y muy marginalmente, acotada dentro de las forrajeras a una especie en particular, a la exportación. En promedio, las cantidades totales exportadas representaron 2.4% de la demanda interna. En los cultivos para granos fueron inferiores a 1% en los cereales (nulas en trigo y 1.4% en arroz) y 3% en oleaginosos, en los que se destaca el girasol (7.5%), aunque en este caso probablemente se trate de reexportaciones y no de producción nacional.

En los cultivos forrajeros la relación fue apenas superior (5% en promedio); sin embargo, merece destaque la inserción exportadora obtenida por el raigras, 32% en promedio para todo el período, con años –1996 y 1999– en los que las cantidades exportadas superaron en más de la mitad a las destinadas al mercado interno. No obstante, las fuertes oscilaciones entre años revelan la inestabilidad de la misma. (Ver el Cuadro 12.)

12. Evolución de la relación exportaciones/consumo interno de semillas en volumen físico por años según cultivos. (Período 1993–2000)

Cultivos	AÑOS								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	
Total	1,8	1,7	1,0	2,8	3,9	1,8	5,2	0,7	
Cereales	0,0	0,0	0,0	0,9	3,2	0,0	1,4	0,0	
Trigo	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	
Arroz	0,0	0,0	0,0	1,5	7,2	0,0	2,2	0,0	
Oleaginosos	0,5	11,7	2,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	
Girasol	1,4	37,1	4,8	0,0	0,0	17,1	0,0	0,0	
Forrajeros	5,2	4,3	2,6	6,0	5,0	5,1	11,3	1,8	
Tréboles	2,5	2,1	2,1	0,8	2,1	3,5	6,4	0,9	
Festuca	4,2	0,2	0,3	0,4	1,7	0,1	1,3	0,9	
Raigras	42,2	16,1	14,2	56,0	37,5	18,2	60,1	9,8	

Fuente: Elaborado sobre la base de información del BCU y DIEA - MGAP

El principal destino de las exportaciones de semillas en volumen fueron los países del MERCOSUR (más de 60%): 41% correspondió a Argentina y 22% a Brasil. En segundo lugar se ubicaron los países del NAFTA (23%): Canadá y Estados Unidos, 15% y 8% respectivamente. La CEE acumuló el 12%, del cual el país más importante fue Italia: 8%. (Cuadro A-I.17 del Anexo Estadístico.)

Por último, a pesar de su carácter marginal, el comercio exterior uruguayo de semillas registró en los ocho años del período 1993–2001 un déficit permanente en su balanza comercial del orden de los 5:5 millones de dólares en promedio. Éste ha sido motivado fundamentalmente por las importaciones de semillas híbridas de maíz, sorgo y girasol (cereales y oleaginosos), que no han podido ser neutralizadas por las exportaciones de forrajeros, en los años en que éstas dejaron superávit. (Ver el Cuadro 13.)

13. Saldo de la balanza comercial de semillas en millones de US\$ corrientes (Período 1993–2001)

CULTIVOS	Años									
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
Cereales	-1.8	-1.5	-2.1	-5.3	-5.2	-5.4	-3.5	-4.1	-2.9	
Oleaginosos	-1.9	-1.6	-3.0	-3.5	-3.5	-3.2	-2.2	-0.7	-1.5	
Forrajeros	0.8	1.8	0.5	-0.1	1.2	0.8	2.2	-3.9	-0.3	
Total	-2.8	-1.3	-4.6	-8.9	-7.5	-7.8	-3.5	-8.7	-4.7	

Fuente: Elaborado sobre la base de información del BCU.

IV.3 Las empresas semilleristas

El análisis más actualizado puede realizarse con los datos del Censo Agropecuario 2000. El cuadro 14 presenta en su columna (A) el total de empresas agropecuarias que siembran cultivos de granos y forrajeros en sus tres modalidades: praderas artificiales, siembras en cobertura sobre el tapiz natural y cultivos forrajeros anuales. Éstas componen la demanda de semillas de los distintos cultivos para ese año según cada rubro. En la columna (B) se desglosa la superficie total de las mismas y en la (C) la ocupada por el rubro en cuestión.

14. Explotaciones y superficie según rubros

Rubros	Nº de Exp.	Superficie en miles de hectáreas					
		Total de las explotaciones		Ocupada por el rubro			
		(A)	(B)	Promedio	(C)	Promedio	%
				(B)/(A)		(C)/(A)	
Cultivos de granos	8.269	3.521,4	426	597,6	72	17,0	
Praderas artificiales	20.154	8.993,0	446	1.287,2	64	14,3	
Siembras en cobertura	5.376	4.428,4	824	487,1	91	11,0	
Forrajeros anuales	14.595	5.946,4	407	492,2	34	8,3	

Fuente: Elaborado sobre la base de la información del Censo Agropecuario 2000.

El cuadro 15 detalla para el mismo año a la totalidad de las empresas que *producen semillas* de los mismos cultivos: esto es *la oferta*. La estructura es similar a la anterior, con el agregado de la parte ocupada por la actividad semillerista.

15. Explotaciones con semilleros y superficie ocupada según rubros

Rubros	Nº de Exp.	Superficie en miles de hectáreas								
		Total de las explotaciones		Ocupada por el rubro			Ocupada por los semilleros			
		(A)	(B)	Promedio	(C)	Promedio	%	(D)	Promedio	%
				(B)/(A)		(C)/(A)			(C)/(B)	
Cultivos de granos	865	785,2	908	168,1	194	21,4	31,4	36	18,7	
Praderas artificiales	1.037	996,7	961	209,6	202	21,0	35,9	35	17,1	
Siembras en cobertura	98	179,5	1.832	33,8	345	18,8	4,1	41	12,0	
Forrajeros anuales	520	620,5	1.193	65,1	125	10,5	16,4	32	25,2	

Fuente: Elaborado sobre la base de la información del Censo Agropecuario 2000.

Del análisis de los cuadros se destacan algunas comprobaciones:

- El carácter marginal de la agricultura en la estructura productiva del sector agropecuario se manifiesta en la columna (C)/(B) del cuadro 14; la superficie dedicada a este rubro no supera el 20% de la superficie total ocupada por las empresas que se dedican a esta actividad.
- Las empresas productoras de semillas son de tamaños mayores en términos de superficie total de la explotación y magnitud de los rubros.
- Por otra parte, son más especializadas, ya que la superficie ocupada por el rubro es levemente superior a las demás.
- Por último, la actividad de semillero constituye apenas una parte de la empresa y del rubro en particular. Esto se evidencia en la columna (D)/(C) del cuadro 15.

Dada la forma en que el Censo Agropecuario releva la información, no es posible obtener una cifra total del número de empresas semilleristas debido a las duplicaciones que pueden registrarse al existir productores que eventualmente hagan semilleros de más de un rubro. Por consiguiente, los establecimientos inscriptos en INASE en el Registro Nacional de Criaderos, Productores y Comerciantes de Semillas –productores

y comerciantes “legales”– solo pueden compararse rubro a rubro con los semilleros del censo.

Los productores de semillas de cultivos de granos y praderas artificiales que declaran esta actividad en el Censo Agropecuario del 2000 –cuadro 15 columna (A)– fueron 16% y casi 40% superiores, respectivamente, a los inscriptos en INASE. Si se considera que en este último registro están incluidos los comerciantes que no tienen actividad agropecuaria, la cantidad de productores “en negro” puede ser sensiblemente superior. Una medición de estos efectos deberá ser incluida en una etapa próxima.

REFLEXIONES PRELIMINARES E INTERROGANTES

1) Las semillas como insumo estratégico de la producción agraria tienen características y especificidades que las hacen diferentes a la fertilización y mecanización. Se manifiestan a dos niveles: en el proceso de investigación e innovación y en su reproducción a escala comercial.

Los métodos de introducción de innovaciones (selección, hibridación y biotecnología) no constituyen etapas superadoras en una trayectoria innovativa en la cual el más reciente sustituye al anterior. Por el contrario a partir de la selección, los otros dos solo se incorporaron en aquellas especies vegetales en las que la particularidad de sus ciclos biológicos los hizo técnicamente viables. La selección continúa siendo el método predominante en la obtención de semillas mejoradas, empleado de manera exclusiva en la mayoría de los casos (trigo, cebada cervecera, arroz y gran parte de las forrajeras) o en combinación con la hibridación (maíz, sorgo, girasol y soja). Los transgénicos son de aparición reciente y han tenido una expansión desigual, destacándose los casos ya señalados de soja y maíz más algunas hortalizas.

Esta coexistencia de diferentes métodos de mejoramiento determina que la oferta final de semillas mejoradas esté constituida por un producto de gran heterogeneidad desde dos puntos de vista: i) genético (semillas: varietales, híbridas o transgénicas) y ii) precios. Ésta es la base material que conforma una estructura de mercado extremadamente compleja, caracterizada en términos resumidos por:

- El predominio de la selección como método de obtención de nuevos cultivares hace que el Estado continúe participando decisivamente en las innovaciones biológicas.
- Por otra parte, el carácter legal del control de calidad (certificación) hace que la intervención de éste tenga carácter preceptivo tanto en aspectos productivos como comerciales.
- Las empresas multinacionales controlan, con matices según el país, la producción de híbridos y transgénicos.
- La multiplicación de la innovación –desde la semilla madre a la comercial– es realizada por empresas (“criaderos”) ligadas contractualmente a los “obtentores”: transnacionales o Estado. Éstos suelen ser, en su mayoría, agricultores “de punta” que reúnen los requisitos para la actividad –inscripción en registros, inspecciones, etc.– pero la realizan como parte del proceso productivo agropecuario y, en muchos casos, como fuente secundaria de ingresos.
- En las especies en que las semillas continúan siendo varietales (insumo=producto) el agricultor tiende a guardar semilla de una cosecha a otra reduciendo el mercado. Por otro lado, tener asegurada la identidad genética posibilita las ventas directas entre agricultores fuera de los sistemas de certificación, fomentando la aparición de “mercados negros”.

2) En la última década el país ha consolidado una “industria” nacional de semillas básicamente destinada al abastecimiento del mercado interno. El comportamiento de la demanda, en el período, ha experimentado un gran dinamismo tanto en valor como en volumen físico. Por otra parte, la “fracción comercializada” del consumo

–esto es la compra de semilla vis à vis su producción en el predio– presentó un crecimiento mayor, demostrando la especialización de un sector productor de semillas. En volumen físico el consumo de semillas de cultivos de granos fue más dinámico que el de forrajeros, situación que se invirtió al considerarlo en términos de valor debido al impacto diferencial de los precios relativos.

Cabe completar la apreciación anterior:

- Si se considera exclusivamente los cultivos de grano, el autoabastecimiento alcanza fundamentalmente en las especies que emplean semillas varietales (trigo, arroz, cebada y avena) que requieren menores gastos de I+D, tienen menor valor agregado, menores precios, son producidas por el Estado y pasibles de ser comercializadas “en negro”, esto es al margen de las normas de certificación. Los cultivos que emplean variedades híbridas tienen una considerable dependencia del exterior que varía según los casos, de parcial en maíz a casi absoluta en girasol.
- La producción nacional de nuevos cultivares (cuadros 9 y 10 y A-I.4, A-I.5 y A-I.6 del Anexo Estadístico) ha estado fuertemente amenazada por la competencia extranjera, acotada a aquellas especies en las cuales la investigación es más simple y menos costosa, y a medida que la incorporación del progreso técnico en algún cultivo en particular aumentó los requerimientos en calidad y cantidad de semillas, la dependencia del exterior se acentuó.

3) Un avance muy fecundo será vincular los resultados de la investigación biológica con las especificidades naturales del Uruguay agrario: a dominante ganadero pastoril extensivo y con ausencia de alternativas tecnológicas para importantes extensiones del territorio nacional. De los cultivares forrajeros anotados en el Registro Nacional de Patentes (cuadro A-I.4 del Anexo Estadístico) solo uno (lotus) estaría demostrando su adaptabilidad a estas regiones²⁰. Las siete variedades registradas en el período fueron innovaciones de origen nacional: el Estado participó en una y las restantes seis correspondieron a empresas privadas²¹. Aparte de los temas antes señalados, sería muy útil proseguir la investigación profundizando en torno a estas ofertas tecnológicas de bajos costos para estas regiones efectuando las evaluaciones y mediciones correspondientes.

²⁰ Esta forrajera se ha destacado por su buena adaptación en suelos ganaderos pobres y esto habría sido la causa de la expansión del mejoramiento de campo, mediante el método de siembras en cobertura sobre el tapiz natural, ocurrido en la última década.

²¹ El sector de “obtenedores” privados nacionales está compuesto por instituciones de diverso tipo: filiales de transnacionales, empresas nacionales, cooperativas de agricultores y productores individuales; sin embargo, serían estos últimos los que habrían tenido decisiva participación en el descubrimiento y mejoramiento de ejemplares de lotus. Estos –como se dijo– son productores ganaderos quienes generalmente realizan la producción de semilla mejorada como un rubro secundario dentro del giro global de su empresa y no cuentan para el desarrollo de esta actividad con costosos laboratorios de investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Astori D. et al.** (1979), *La evolución tecnológica de la ganadería uruguaya 1930 – 1977*. Ediciones de la Banda Oriental. Uruguay.
- Beintema N., Bianco M., Hareau G., Pardey P.** (2000), *Agricultural R&D in Uruguay Policy, Investment, and Institutional Profile*. FONTAGRO, INIA, IFPRI. Washington, D.C.
- Bercovich N., Katz J.** (1990), *Bioteología y economía política: estudios del caso argentino*, Bibliotecas Universitarias. Centro Editor de América Latina. CEPAL. Buenos Aires.
- Díaz R., Porzecanski I.** (1986), *Ciencia y Tecnología en el Uruguay*, Ministerio de educación y Cultura – CINVE. Uruguay.
- Durán C., Fagúndez D., Failde A., Peaguda M., Reig N., Rivas E., Torello M.** (1993), *La agroindustria en Uruguay 1975/90. Su estructura y dinámica de largo plazo*, FCEyA Instituto de Economía. FCU. Montevideo.
- Evenson R.** (1990), *Ventajas y obstáculos para el desarrollo de una tecnología agrícola apropiada*. Fondo de Cultura Económica. México.
- Fagúndez D.** (1993), *Evolução da Agricultura Uruguaia e o Ajuste Produtivo sob a Política Agrícola Liberalizante*. Disertación de maestría. Instituto de Economía da UNICAMP. Campinas.
- Gamarra G.** (1996), *Arroz: Manual de producción*. Editorial Hemisferio Sur. Uruguay.
- Gutiérrez M.** (1988), “Semillas mejoradas: Desarrollo industrial e impacto sobre la producción agrícola”. Capítulo IV de *La agricultura pampeana. Transformaciones productivas y sociales*. Fondo de Cultura Económica y otros. Buenos Aires.
- Millot J., Risso D., Methol R.** (1987), “Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay”. Informe técnico (borrador) para la Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. Montevideo.
- Obschatko E., Piñeiro M.** (1986), *Agricultura pampeana: Cambio tecnológico y sector privado*, CISEA. Buenos Aires.
- Peláez V., Poncet C.** (1999), *Estratégias industriais e mudança técnica: uma análise do processo de diversificação da Monsanto*. São Paulo. Brasil.
- Poehlman J.** (1979), *Mejoramiento genético de las cosechas*, México.
- Rosengurtt B., Arrillaga B., Izaguirre P.** (1970), *Gramíneas uruguayas*. Universidad de la República.
- Schultz T.** (1990), *Aspectos económicos de la investigación agrícola*. Fondo de Cultura Económica. México.

Scobie G., Posada R. (1990), *El impacto de los cambios técnicos sobre la distribución del ingreso: el caso del arroz en Colombia*. Fondo de Cultura Económica. México.

ANEXO I. ESTADÍSTICO

A-I.1: Evolución de los rendimientos (kg/ha) por años según principales cultivos (Período 1950-2000)

Cultivos	Promedios decenales				
	1950/60	1960/70	1970/80	1980/90	1990/00
Trigo	862	893	980	1.596	2.169
Cebada	764	772	971	1.475	2.168
Maíz	595	610	911	1.265	2.526
Girasol	465	502	496	640	1.044

Fuente: Elaborado en base a información de DIEA - MGAP.

A-I. 2. Tractores por año de Censo según tramo de potencia

Potencia en HP	AÑOS							
	1951	1956	1961	1966	1970	1980	1986	1990
Hasta 25 HP	7.927		12.549	10.576	9.649	5.083	4.154	3.589
Más de 25 a 50 HP	0	0	0	12.338	12.514	13.860	13.507	11.305
Más de 50 a 85 HP	0	0	0	0	0	11.596	13.316	13.349
Más de 85 a 110 HP	0	0	0	0	0	0	0	3.866
Más de 110 a 150 HP	0	0	0	0	0	0	0	1.109
Más de 150 HP	0	0	0	0	0	0	0	340
Más de 85 HP	0	0	0	0	0	2.339	4.297	0
Más de 50 HP	0	0	0	4.942	7.414	0	0	0
Más de 25 HP	4.759	0	12.146	0	0	0	0	0
Total	12.686	21.777	24.695	27.856	29.577	32.878	35.274	33.558

Fuente: Elaborado sobre la base de información de los Censos Agropecuarios.

A-I.3. Superficie sembrada (en miles de hectáreas) y fertilizada (en porcentaje) por año según cultivos.

Cultivos	AÑOS													
	1956		1961		1966		1970		1980		1986		1990	
	Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%	Sup.	%
Trigo	791,5	3,8	520,5	4,5	546,6	16,6	450,5	29,7	319,5	70,9	237,9	75,7	246,7	88,7
Maíz	323,6	1,9	284,4	2,4	230,5	5,1	227,0	7,6	144,6	30,5	82,7	41,6	56,2	46,4
Arroz	19,4	6,7	17,8	---	30,5	3,4	35,7	20,5	54,6	75,5	84,7	95,5	66,9	90,4
Cebada	25,2	3,5	31,9	---	14,9	49,1	30,3	50,0	44,7	74,9	74,5	88,1	80,3	94,2
Sorgo	---	---	---	---	---	---	31,6	---	41,8	58,9	54,2	67,2	32,9	73,2
Girasol	183,1	0,9	143,8	---	161,5	---	123,7	5,0	69,3	25,7	84,6	23,7	56,3	18,2
Lino	110,0	0,6	124,8	---	68,5	2,0	144,3	4,0	72,0	16,4	14,9	17,5	2,5	---
Soja	---	---	---	---	0,6	---	0,4	---	40,4	91,3	29,9	92,2	27,7	92,2
Remolacha	---	---	8,7	81,7	15,0	86,5	9,7	92,7	10,6	96,0	8,1	98,0	3,9	97,9
Cafía	---	---	4,8	87,9	6,0	76,6	8,8	96,2	10,2	93,0	11,5	90,3	10,6	99,7
Total	1452,9	2,8	1136,7	3,6	1074,1	12,1	1062,0	19,1	807,8	56,4	683,1	68,2	584,1	78,0

Fuente: Elaborado sobre la base de los Censos Generales Agropecuarios. DIEA-MGAP

A-I.4. Invenición de nuevos cultivares por origen del obtentor según especies
(Período 1992-2002)

Cultivares	Total	%	Origen							
			Nacional						Importado	
			Total	%	INIA	%	Otros	%	Total	%
Total	115	100,0	64	100,0	36	100,0	28	100,0	51	100,0
Cereales	43	37,4	30	46,9	20	55,6	10	35,7	13	25,5
Arroz	10	8,7	9	14,1	5	13,9	4	14,3	1	0
Cebada	12	10,4	7	10,9	3	8,3	4	14,3	5	9,8
Maíz	4	3,5	4	6,3	4	11,1	0	0	0	0
Sorgo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trigo	17	14,8	10	15,6	8	22,2	2	7,1	7	13,7
Oleaginosos	14	12,2	1	1,6	1	2,8	0	0	13	25,5
Girasol	1	0,9	1	1,6	1	2,8	0	0	0	0
Soja	13	11,3	0	0	0	0	0	0	13	25,5
Forrajeros	58	50,4	33	51,6	15	41,7	18	64,3	25	49,0
Achicoria	2	1,7	2	3,1	1	2,8	1	3,6	0	0
Alfalfa	5	4,3	0	0	0	0	0	0	5	9,8
Avena	6	5,2	6	9,4	2	5,6	4	14,3	0	0
Bromus	3	2,6	3	4,7	2	5,6	1	3,6	0	0
Dactylis	2	1,7	1	1,6	1	2,8	0	0	1	2,0
Falaris	1	0,9	1	1,6	0	0	1	3,6	0	0
Festuca	6	5,2	2	3,1	0	0	2	7,1	4	7,8
Lotus	7	6,1	7	10,9	1	2,8	6	21,4	0	0
Ornithopus	1	0,9	1	1,6	1	2,8	0	0	0	0
Raigras	14	12,2	3	4,7	2	5,6	1	3,6	11	21,6
Sudangrass	1	0,9	1	1,6	1	2,8	0	0	0	0
Tréboles	8	7,0	5	7,8	3	8,3	2	7,1	3	5,9
Triticale	2	1,7	1	1,6	1	2,8	0	0	1	2,0

Fuente: Elaborado sobre la base de información de INASE.

A-I.5. Invención de nuevos cultivares por años, según origen del obtentor
(Período 1992-2002)

Cultivares	AÑOS										
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Total	2	4	1	3	9	8	15	9	9	18	37
Nacionales	1	4	1	3	6	8	8	4	4	6	18
Registrados	1	4	1	3	6	8	8	4	2	5	13
INIA	0	4	1	2	4	8	1	3	0	0	8
Otros	1	0	0	1	2	0	7	1	2	5	5
Solicitados	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	5
INIA	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Otros	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3
Importados	1	0	0	0	3	0	7	5	5	12	19
Registrados	1	0	0	0	3	0	4	5	4	12	9
Solicitados	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	10

Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Nacionales	50,0	100,0	100,0	100,0	66,7	100,0	53,3	44,4	44,4	33,3	48,6
Importados	50,0	0,0	0,0	0,0	33,3	0,0	46,7	55,6	55,6	66,7	51,4

Fuente: Elaborado sobre la base de información de INASE

A-I.6. Importaciones de invenciones en nuevos cultivares por países, según especies.
(Período 1992-2002)

Cultivares	PAISES										
	Total	Alemania	Argentina	Chile	China	Dinamarca	Francia	Italia	N. Zelanda	Suiza	E. Unidos
Total	51	1	22	1	1	2	1	1	15	1	6
Cereales	13	1	6	0	1	0	1	1	0	1	2
Arroz	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Cebada	5	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Trigo	7	0	4	0	0	0	1	1	0	1	0
Oleaginosos	13	0	11	0	0	0	0	0	0	0	2
Soja	13	0	11	0	0	0	0	0	0	0	2
Forrajeros	25	0	5	1	0	2	0	0	15	0	2
Alfalfa	5	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2
Festuca	4	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0
Raigras	11	0	0	0	0	2	0	0	9	0	0
Tréboles	3	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
Otros	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Elaborado sobre la base de información de INASE.

A-I.7. Importaciones de semillas en miles de toneladas, según especies. (Período 1993–2001)

CULTIVOS	Años								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Cereales	1,6	1,6	1,8	4,8	5,8	5,3	3,7	4,6	2,6
Trigo	0,0	0,4	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
Trigo duro	0,0	0,0	0,0	0,5	1,2	0,6	0,0	0,5	0,0
Cebada	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Avena	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,1	1,1	0,0
Maíz	1,5	1,2	1,7	2,1	2,2	2,1	1,7	1,9	1,4
Arroz	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
Sorgo	0,0	0,0	0,0	2,1	2,4	2,0	1,8	1,1	1,2
Otros cereales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Oleaginosos	1,3	0,7	0,8	0,9	1,0	1,0	0,5	0,5	1,3
Girasol	0,4	0,4	0,7	0,8	0,8	0,8	0,5	0,2	0,3
Soja	0,9	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,0	0,3	1,0
Algodón	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Forrajeros	0,2	0,2	0,4	0,7	0,6	1,6	0,9	4,0	2,2
Alfalfa	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Tréboles	0,1	0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,9	0,9
Festuca	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0
Raigras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,8	0,6
Otras forrajeras	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,9	0,5	2,0	0,6
Total	3,0	2,4	3,0	6,4	7,4	7,9	5,1	9,1	6,0

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.8. Importaciones de semillas en millones de US\$. (Período 1993–2001)

CULTIVOS	Años								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Cereales	1.9	1.6	2.2	5.7	5.8	5.5	3.8	4.2	3.1
Trigo	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Trigo duro	0.0	0.0	0.0	0.3	0.2	0.2	0.0	0.1	0.0
Cebada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Avena	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0
Maíz	1.8	1.5	2.1	3.3	3.7	3.6	2.5	2.7	2.4
Arroz	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sorgo	0.0	0.0	0.0	2.0	1.9	1.5	1.2	1.1	0.8
Otros cereales	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Oleaginosos	1.9	1.8	3.1	3.5	3.5	3.6	2.2	0.7	1.5
Girasol	1.5	1.7	3.0	3.4	3.4	3.5	2.2	0.6	1.1
Soja	0.4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.4
Algodón	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
Forrajeros	0.5	0.6	0.9	2.1	1.4	3.0	1.9	4.7	3.1
Alfalfa	0.2	0.2	0.2	0.6	0.4	0.7	0.9	0.5	0.2
Tréboles	0.3	0.3	0.5	1.2	0.7	1.0	0.4	2.2	1.9
Festuca	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.0
Raigras	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.6	0.5
Otras forrajeras	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.9	0.4	1.3	0.5
Total	4.2	3.9	6.2	11.3	10.7	12.1	7.9	9.7	7.8

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.9. Precios promedios de las importaciones de semillas en U\$S/kg. (Período 1993–2001)

CULTIVOS	Años								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Cereales	1,19	1,00	1,18	1,18	0,99	1,03	1,02	0,92	1,22
Trigo	0,40	0,31	0,35	0,74	0,47	0,66	0,66		5,93
Trigo duro				0,58	0,17	0,27	0,33	0,25	0,66
Cebada				0,57	2,78	0,53	0,55	17,32	0,25
Avena						0,29	0,25	0,23	
Maíz	1,21	1,21	1,24	1,59	1,66	1,71	1,44	1,41	1,72
Arroz				0,40	1,76	0,80	0,57		0,75
Sorgo				0,96	0,78	0,75	0,67	1,04	0,66
Otros cereales				1,08	2,21	1,91		0,00	
Oleaginosos	1,49	2,71	3,68	3,71	3,41	3,49	4,28	1,53	1,17
Girasol	3,85	3,84	4,22	4,50	4,44	4,28	4,36	3,44	3,79
Soja	0,42	0,40	0,40	0,53	0,54	0,50	2,91	0,42	0,41
Algodón	0,58		0,70	0,65	0,75	1,46	1,53	5,01	
Forrajeros	2,85	2,87	2,53	3,20	2,46	1,89	2,08	1,18	1,44
Alfalfa	3,97	4,26	3,80	3,94	3,84	4,01	4,21	3,80	2,79
Tréboles	2,61	2,87	3,16	3,49	3,29	2,92	2,92	2,27	2,12
Festuca	1,13	0,96	1,36	2,01	2,57	2,35	3,06	1,57	2,31
Raigras				3,86	2,25	1,41	2,90	0,79	0,80
Otras forrajeras	1,79	1,61	2,14	1,90	1,00	1,02	0,88	0,63	0,95
Total	1,41	1,61	2,03	1,76	1,44	1,52	1,53	1,07	1,29

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.10. Importaciones de semillas en miles de toneladas por años según países (Período 1993–2001)

Países	AÑOS								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Mercosur	2.8	2.1	2.7	5.1	6.7	6.8	4.3	7.3	4.5
Argentina	2.6	2.1	2.6	4.7	6.4	6.4	4.2	7.1	4.5
Brasil	0.2	0.0	0.1	0.4	0.3	0.4	0.1	0.2	0.0
Nafta	0.2	0.2	0.3	1.1	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
Estados Unidos	0.2	0.2	0.3	1.1	0.5	0.5	0.4	0.3	0.3
CEE	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.4	0.3
Oceanía	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.3	0.6	0.6
Resto del mundo	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3
Total	3.0	2.4	3.1	6.4	7.5	7.9	5.1	9.0	6.0

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.11. Importaciones de semillas en millones de U\$S por años según países
(Período 1993-2001)

Países	AÑOS								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Mercosur	3.4	3.0	4.9	8.5	9.1	9.7	5.9	7.1	5.3
Argentina	3.3	3.0	4.8	8.2	8.8	8.9	5.8	7.0	5.3
Brasil	0.1	0.0	0.1	0.3	0.3	0.8	0.1	0.1	0.0
Nafta	0.8	0.8	0.9	2.3	1.1	1.4	1.1	0.5	0.6
Estados Unidos	0.8	0.8	0.9	2.3	1.1	1.4	1.1	0.4	0.5
CEE	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.3
Oceania	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.7	0.4	1.1	0.9
Resto del mundo	0.0	0.1	0.3	0.1	0.2	0.3	0.4	0.7	0.7
Total	4.2	4.0	6.2	11.2	10.7	12.2	7.9	9.7	7.8

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U..

A-I.12. Precios promedios de las importaciones de semillas en U\$S por kilogramos por años según países. (Período 1993-2001)

Países	AÑOS								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
MERCOSUR	1,23	1,41	1,83	1,69	1,35	1,41	1,36	0,96	1,17
Argentina	1,29	1,41	1,85	1,75	1,38	1,39	1,38	0,98	1,17
Brasil	0,36		0,85	0,91	0,92	1,82	0,83	0,30	0,25
Nafta	3,33	3,40	2,77	2,01	2,27	2,61	2,72	1,26	1,97
Estados Unidos	3,33	3,40	2,77	2,01	2,27	2,61	2,72	1,15	1,93
CEE		2,16	2,90	2,41	1,45	1,50	2,58	0,93	0,99
Oceania	1,10	3,95	2,01	2,01	2,03	1,78	1,43	1,77	1,50
Resto del mundo	23,56	1,49	29,48	2,17	2,88	2,29	3,56	2,07	2,20
Total	1,41	1,61	2,03	1,76	1,44	1,52	1,53	1,07	1,29

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.13. Importaciones de semillas de maíz en toneladas según países.
(Período 1993-2001)

Países	Años								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
MERCOSUR	1467	1099	1552	2064	2193	2005	1648	1939	1346
Argentina	1467	1099	1482	1684	1980	1591	1586	1939	1346
Brasil	0	0	70	380	213	414	62	0	0
Estados Unidos	55	89	141	23	14	50	54	3	1
CEE	0	0	0	0	0	1	1	1	4
Resto del mundo	0	17	0	0	0	45	34	1	14
Total	1522	1204	1693	2087	2208	2101	1738	1944	1366

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.14. Exportaciones de semillas en toneladas. (Período 1993-2001)

CULTIVOS	Años								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<i>Cereales</i>	20	3	24	511	2.314	10	956	23	1.113
Trigo			2	26					65
Cebada									20
Avena					8				
Maíz	20	3	22	48	40	6	24	23	7
Arroz				431	2.246	3	932		990
Sorgo				6	20	1			31
<i>Oleaginosos</i>	5	136	31			83			
Girasol	5	136	31			83			
<i>Forrajeros</i>	1.499	1.416	911	2.060	2.465	1.903	4.970	818	4.411
Alfalfa	0			4		0	5	1	
Tréboles	46	59	70	25	76	133	241	36	172
Festuca	85	5	9	14	66	3	51	2	27
Raigras	1.002	476	461	1.816	1.560	658	2.389	434	2.827
Otras forrajeras	366	877	371	201	762	1.109	2.284	326	1.385
Total	1.525	1.556	966	2.571	4.778	1.996	5.926	841	5.524

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.15. Exportaciones de semillas en miles de US\$. (Período 1993-2001)

CULTIVOS	Años								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<i>Cereales</i>	98.3	37.8	55.8	381.4	633.9	43.5	275.6	96.0	228.5
Trigo	0.0	0.0	3.6	11.9	0.0	0.0	0.0	0.0	19.5
Cebada	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.6
Avena	0.0	0.0	0.0	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	0.0
Maíz	98.3	37.8	52.2	141.6	103.3	42.6	85.9	96.0	37.4
Arroz	0.0	0.0	0.0	204.6	504.4	0.9	189.7	0.0	134.6
Sorgo	0.0	0.0	0.0	23.3	18.0	0.0	0.0	0.0	21.4
<i>Oleaginosos</i>	17.5	206.5	52.9	0.0	0.0	443.2	0.0	0.0	0.0
Girasol	17.5	206.5	52.9	0.0	0.0	443.2	0.0	0.0	0.0
<i>Forrajeros</i>	1,281.8	2,400.1	1,483.0	2,025.1	2,634.0	3,867.2	4,052.4	821.0	2,816.8
Alfalfa	2.6	0.0	0.0	27.3	0.0	1.8	23.9	7.6	0.0
Tréboles	148.7	186.4	286.5	123.4	265.4	369.5	456.3	131.1	378.2
Festuca	88.6	14.3	24.8	41.3	183.9	10.8	52.4	26.5	26.5
Raigras	364.7	197.7	270.0	1,144.1	939.8	458.6	1,008.4	184.9	889.3
Otras forrajeras	677.2	2,001.7	901.7	689.0	1,244.9	3,026.5	2,511.4	470.9	1,522.8
Total	1,397.6	2,644.4	1,591.7	2,406.5	3,267.9	4,353.9	4,328.0	917.0	3,045.3

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.16. Precios promedios de las exportaciones de semillas en U\$S/kg
(Período 1993-2001)

CULTIVOS	Años								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Cereales	4.9	11.2	2.3	0.7	0.3	4.2	0.3	4.2	0.2
Trigo	---		1.9	0.5					0.3
Cebada									0.8
Avena					1.0				
Maíz	4.9	11.2	2.3	2.9	2.6	6.7	3.6	4.2	5.5
Arroz				0.5	0.2	0.3	0.2		0.1
Sorgo				3.8	0.9				0.7
Oleaginosos	3.5	1.5	1.7			5.3			
Girasol	3.5	1.5	1.7			5.3			
Forrajeros	0.9	1.7	1.6	1.0	1.1	2.0	0.8	1.0	0.6
Alfalfa	7.5			6.5		10.0	4.7	7.5	
Tréboles	3.2	3.2	4.1	4.9	3.5	2.8	1.9	3.6	2.0
Festuca	1.0	2.8	2.6	2.9	2.8	3.6	1.0	1.2	1.0
Raigras	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.7	0.4	0.4	0.3
Otras forrajeras	1.8	2.3	2.4	3.4	1.6	2.7	1.1	1.4	1.1
Total	0.9	1.7	1.6	0.9	0.7	2.2	0.7	1.1	0.6

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.17. Exportaciones de semillas en toneladas por años según países
(Período 1993-2001)

Países	AÑOS								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
MERCOSUR	874	416	473	1.853	4.173	925	3.350	558	3.781
Argentina	819	326	117	1.660	1.862	745	2.341	496	2.300
Brasil	55	90	330	140	2.286	179	1.009	62	1.480
NAFTA	554	1.037	388	130	108	485	1.956	48	1.200
Canadá	469	726	320	95	90	360	1.165	20	625
Estados Unidos	84	309	68	35	18	125	791	28	575
CEE	99	143	97	555	461	501	602	152	431
Italia	37	63	40	510	440	316	343	71	283
Resto del mundo	25	10	9	33	36	84	18	83	112
Total	1.552	1.606	966	2.571	4.778	1.995	5.926	841	5.524

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.18. Exportaciones de semillas en miles de dólares por años según países
(Período 1993-2001)

Países	AÑOS								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Mercosur	658.2	573.3	731.4	1,381.2	2,496.4	1,222.0	2,091.0	479.2	1,652.8
Argentina	480.9	396.9	156.0	1,126.3	1,735.6	821.6	1,715.9	304.6	989.1
Brasil	177.3	176.4	563.0	226.0	748.1	396.6	375.2	174.7	663.7
NAFTA	434.8	1,689.1	564.2	428.5	404.1	1,617.9	1,529.8	23.7	741.0
Canadá	300.1	1,132.7	428.1	296.7	331.8	1,171.8	1,110.7	13.5	417.6
Estados Unidos	132.2	551.4	136.1	131.8	72.3	446.1	419.1	10.2	323.4
CEE	294.7	364.8	265.6	570.4	317.5	1,063.0	683.9	318.6	606.9
Italia	134.5	171.0	101.0	405.7	232.5	528.6	328.7	162.4	387.8
<i>Resto del mundo</i>	<i>14.4</i>	<i>29.1</i>	<i>30.7</i>	<i>26.5</i>	<i>50.0</i>	<i>451.0</i>	<i>23.2</i>	<i>95.5</i>	<i>44.6</i>
Total	1,402.1	2,656.3	1,591.9	2,406.6	3,268.0	4,353.9	4,327.9	917.0	3,045.3

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

A-I.19. Precio promedio de las exportaciones de semillas en US\$ por kilogramos
por años según países. (Período 1993-2001)

Países	AÑOS								
	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Mercosur	<i>0,75</i>	<i>1,38</i>	<i>1,55</i>	<i>0,75</i>	<i>0,60</i>	<i>1,32</i>	<i>0,62</i>	<i>0,86</i>	<i>0,44</i>
Argentina	0,59	1,22	1,34	0,68	0,93	1,10	0,73	0,61	0,43
Brasil	3,20	1,96	1,71	1,61	0,33	2,21	0,37	2,84	0,45
NAFTA	<i>0,78</i>	<i>1,63</i>	<i>1,46</i>	<i>3,30</i>	<i>3,74</i>	<i>3,34</i>	<i>0,78</i>	<i>0,49</i>	<i>0,62</i>
Canadá	0,64	1,56	1,34	3,14	3,69	3,26	0,95	0,66	0,67
Estados Unidos	1,57	1,79	2,01	3,73	4,01	3,57	0,53	0,37	0,56
CEE	<i>2,99</i>	<i>2,56</i>	<i>2,73</i>	<i>1,03</i>	<i>0,69</i>	<i>2,12</i>	<i>1,14</i>	<i>2,09</i>	<i>1,41</i>
Italia	3,64	2,72	2,51	0,80	0,53	1,67	0,96	2,27	1,37
<i>Resto del mundo</i>	<i>0,58</i>	<i>2,91</i>	<i>3,61</i>	<i>0,80</i>	<i>1,38</i>	<i>5,34</i>	<i>1,30</i>	<i>1,15</i>	<i>0,40</i>
Total	0,90	1,65	1,65	0,94	0,68	2,18	0,73	1,09	0,55

Fuente: Elaborado sobre la base de información del B.C.U.

ANEXO II. EVOLUCIÓN RESUMIDA DE LOS MÉTODOS DE MEJORAMIENTO DE SEMILLAS.

Las semillas son el resultado de la reproducción natural de los vegetales. Como todo proceso biológico, esto implica, en su aspecto sustancial, que su ejecución es controlada por un complejo sistema de órdenes (información genética) almacenado en estructuras celulares microscópicas (genes), organizados en forma de código (“código genético”) que se ejecutan de manera secuenciada. Esta información es transmitida a la descendencia –conservando las características vitales de los progenitores– a través de un complejo sistema gobernado por determinadas leyes (de herencia), que constituyen la parte esencial de la reproducción de todos los seres vivos.

*Las innovaciones biológicas (nuevas semillas que darán origen a ejemplares con atributos superiores a los de sus progenitores) se obtienen **introduciendo** (natural o artificialmente) **modificaciones** en la forma en que los vegetales **conservan** y **transmiten** esa **información** a su descendencia. Esto constituye en esencia el proceso productivo de la etapa 1.*

De este modo el sistema de **conservación** y **transmisión** intergeneracional de información genética constituye la parte esencial del proceso productivo de las semillas y su **modificación** es la forma a través de la cual se obtienen las **innovaciones**.

Los conocimientos generados por la investigación sobre la reproducción vegetal permitieron el descubrimiento y desarrollo de tres métodos distintos de introducir modificaciones en el sistema de transmisión de información genética: selección (primero natural, luego científica), hibridación y transgénesis, que dan origen a tres tipos diferentes de semillas mejoradas: varietales, híbridas y transgénicas respectivamente.

1) Selección

Una cualidad natural de los seres vivos es que durante el proceso reproductivo que media entre una generación y la siguiente una pequeña proporción de sus genes cambia (muta), determinando la aparición de una reducida cantidad de individuos distintos a los demás dentro de una misma especie. El conocimiento desde tiempos prehistóricos de esta propiedad ha sido la base que dio origen al método de la selección: natural en un principio –elección de los mejores ejemplares mediante simple observación– y posteriormente, recién a partir de la segunda mitad del siglo XIX, con base científica (leyes de Mendel) y aplicación de métodos cuantitativos.

1.1) Durante el predominio de la **selección natural** el mejoramiento vegetal se limitó exclusivamente a la detección de las mejores plantas con el objetivo de conservar sus semillas para las siembras del año siguiente. *De manera que la producción de las mejores semillas se desarrollaba dentro de la finca del agricultor y como parte del proceso productivo primario (agrícola).* Las instituciones de investigación y desarrollo predominantes en esta etapa fueron básicamente dos: las “órdenes de los caballeros del campo” (agrupamientos de los mejores agricultores de una región o país) y los jardines

botánicos. A ellos debe acreditarse el notable impulso dado a la botánica, en particular en los aspectos relacionados con la taxonomía de especies.

1.2) Para que *la selección científica* fuese posible se necesitaron laboratorios que implicaban voluminosas inversiones en equipamientos y formación de recursos humanos, que excedían largamente la capacidad financiera de un agricultor individual. Esto determinó que en esta etapa la investigación y desarrollo en semillas mejoradas se escindiera del proceso productivo agrícola y pasara a constituir una nueva rama de actividad especializada en la materia.

Sin embargo, a pesar de esta especialización, dos aspectos esenciales permanecieron intactos: en primer lugar; el proceso productivo de semillas mejoradas siguió siendo biológico, y segundo, su resultado (innovación) en tanto cuanto **principal insumo (semillas)** del proceso agrícola posterior, continuó siendo **genéticamente idéntico al producto final (grano)** de este último.

La naturaleza biológica del proceso productivo es determinante: de sus tiempos muertos y de la incertidumbre asociada a sus resultados. En consecuencia, es causa, entre otros efectos, del extenso período de producción de las innovaciones y de los elevados requerimientos de inversión necesarios en equipamiento, investigación y desarrollo de nuevos productos.

Por otra parte, la *identidad genética insumo-producto* hacía que los **costos de apropiación de la innovación** por parte de terceros (empresas competidoras o agricultores) no guardara relación con el elevado monto de las inversiones en que incurría la empresa semillerista, que había realizado el descubrimiento, dificultando (o haciendo imposible) el retorno de los voluminosos capitales invertidos.

A los efectos de proteger los **derechos de propiedad** sobre las invenciones biológicas se recurrió a la legislación sobre **patentes**, pero éstas solo otorgaban salvaguardia ante la competencia (empresas semilleristas) y no frente a los agricultores. Estos solo necesitan adquirir la semilla portadora de la innovación **una única vez** y luego reproducirla como parte de su propio proceso productivo primario, haciendo que el **precio de mercado** de ésta no pudiera superar los costos de producción que asumía el agricultor, en el caso de adoptar dicha alternativa. (Bercovich y Katz 1990)

Esta dificultad para obtener lucros y en consecuencia rescatar la inversión realizada fue la razón fundamental que:

- Por una parte, mantuvo al capital privado alejado de la transformación de la producción de semillas en una rama particular, dentro de las llamadas “industrias para la agricultura”.
- En consecuencia, ésta solo pudo desarrollarse a iniciativa del sector público, asumiendo el **Estado el rol de productor directo de innovaciones** (a través de estaciones experimentales y universidades estatales) en primera instancia y posteriormente ejerciendo la coordinación de diferentes instituciones de investigación –cofinanciadas, en su gran mayoría, en conjunto con fundaciones internacionales sin fines de lucro– en el marco de políticas públicas de promoción al desarrollo de la actividad agropecuaria.

La selección ha sido el método más empleado en el mejoramiento genético de los vegetales utilizados en la producción agrícola. El tipo de semilla obtenida de su aplicación dará origen a una nueva variedad (de ahí su nombre: semilla varietal) de una misma especie vegetal (trigo, girasol, arroz, etc.) que contiene una **innovación** que, como se anotara anteriormente, luego de incorporada se reproducirá idénticamente entre las generaciones futuras de dicha variedad.

2) Hibridación

Por otra parte, estas mismas especies se clasifican, según su sistema reproductivo, en autógamas y alógamas. En las primeras, los individuos se reproducen exclusivamente mediante autofecundación (autogamia), siendo su descendencia genéticamente idéntica a sus progenitores; tal es el caso del trigo, arroz, cebada y la gran mayoría de las forrajeras.

Las otras (el maíz es un caso clásico) admiten en su proceso reproductivo cierto grado de cruzamiento (alogamia) entre individuos de una misma especie, dando origen a una descendencia **híbrida**.

Asociados a esta cualidad, en la segunda década del siglo XX se identificaron dos aspectos: en primer término, estos **híbridos** poseían un atributo (*vigor híbrido o heterosis*²²) que permitía obtener rendimientos físicos unitarios superiores al doble de los logrados hasta ese momento y, por otra parte, esta condición (**innovación**) se perdía en el transcurso de una generación (campaña o zafra agrícola).

Los efectos económicos de este descubrimiento provocarían una radical transformación de la “industria de semillas”. La adopción de esta **innovación** al proceso productivo agrícola determinó, por una parte, el surgimiento de un nuevo patrón tecnológico de altos rendimientos y, por otra, **la ruptura de la identidad insumo (semilla)-producto (grano)**, característica fundamental de la etapa anterior. En efecto, que la **innovación** incorporada al **insumo semilla (híbrida)** no se encontrara –dado que se perdía a lo largo de una campaña– en el **producto (grano)**, obligó a los agricultores a abandonar la milenaria práctica de conservar el **grano** obtenido en una cosecha para ser usado como **semilla** en la próxima siembra. (Bercovich y Katz 1990)

Del lado de la demanda, la combinación de ambos efectos determinó que los agricultores, como única vía para mantener o aumentar sus niveles de rendimientos, debieran comprar semillas todos los años. De esta manera se conformaba, por primera vez, un mercado cautivo de agricultores, restringido a un tipo de semillas mejoradas en particular: las obtenidas a través del método de la hibridación.

Además, la “*desaparición*” de la innovación en el transcurso de un ejercicio agrícola resguarda a su “*inventor*” de la competencia de sus pares, otorgándole por esta vía una protección (patente) “*de facto*” sobre su “*invento*”.

²² Aumento de vigor, tamaño, rendimiento o actividad funcional de una progenie híbrida sobre sus progenitores, resulta de cruzar organismos distintos genéticamente. Se mide considerando el aumento de rendimiento de una progenie híbrida, con respecto al promedio de sus progenitores.

Sobre la base de estas dos condiciones se configuró, para la oferta de semilla híbrida, una estructura de mercado que aseguró desde sus orígenes la obtención de retornos superiores a sus costos de producción, posibilitando por primera vez la masiva irrupción del capital privado en la producción de semillas mejoradas.

El aumento de estos costos y la elevada ponderación, dentro de los mismos, de los gastos en investigación y desarrollo (I+D) determinaron una estructura de mercado oligopólica de grandes empresas. Por otra parte, la especificidad del proceso productivo de esta innovación y los requerimientos para su distribución masiva determinaron que las mismas provinieran, en su gran mayoría, de ramas afines –por las posibilidades que ofrecía el uso alternativo de su capacidad instalada, así como el aprovechamiento de “know how” y fundamentalmente la formación y entrenamiento de sus recursos humanos– y con redes de comercialización previamente orientadas a abastecer la demanda de insumos de los agricultores.

3) Transgénicos

De esta manera, del sector de agroquímicos (fertilizantes y plaguicidas) surgirían las primeras empresas dedicadas a la producción de semillas híbridas. Posteriormente, a través de sucesivas conglomeraciones, éstas se irían integrando con industrias provenientes de los rubros petroquímicos y farmacéuticos.

La investigación sobre los híbridos aportó los conocimientos²³ para el desarrollo de la biotecnología o ingeniería genética y su principal producto: las semillas transgénicas. Éstas dieron origen a nuevos individuos (eventos) en los cuales la introducción de nueva información genética se hace por manipulación directa, produciendo seres vivos “a la medida”: resistentes a una plaga en particular (Maíz BT) o a un determinado herbicida (Soja RR), aumentando el control de las empresas semilleras sobre sus mercados de agricultores.

El caso de la Soja RR es paradigmático: uno de los principales inconvenientes de esta oleaginosa era su susceptibilidad a la mayoría de los herbicidas que se empleaban para el combate a las malezas, haciendo en muchos casos impracticable su control. A los efectos de defender el mercado de un herbicida cuya patente expiraba a corto plazo, la empresa propietaria de ésta desarrolló, por medio de la implantación de un gen extraño en el genoma de otro (soja), un “evento” resistente al mismo. De esta manera se aseguraba la continuidad de su monopolio sobre un producto (herbicida) a través de la creación de otro (semilla) configurando, por medio de la articulación entre ambos, un mercado cautivo para un “paquete tecnológico”.

²³ Estos habrían estado disponibles a comienzos de los años setenta del siglo pasado, pero la decisión de producir semilla transgénica recién se habría adoptado a comienzo de la década de los noventa, probablemente en el marco de un cambio en la estrategia competitiva de las empresas multinacionales de semillas. Un estudio exhaustivo de este punto se encuentra en: Peláez V., Poncet C.: “Estratégias industriais e mudança técnica: uma análise do processo de diversificação da Monsanto. História Econômica História de Empresas, São Paulo. Brasil.

ANEXO III. GLOSARIO TÉCNICO

Cereales: plantas gramíneas que dan frutos (semillas) farináceos: trigo, cebada, arroz, maíz, sorgo, etc. *Se consideran solamente los cosechados para grano seco*. Quedan excluidos los cosechados como grano húmedo (silo de grano húmedo), heno, o corte en verde para alimento, ensilaje, henilaje o pastoreo directo. En todos estos casos constituyen insumos de la producción animal.

“Creador” (Obtentor): persona física o jurídica que dirigió el proceso de creación de un nuevo cultivar.

Cultivos anuales: son aquellos cultivos cuyo ciclo biológico es inferior a un año (generalmente seis meses). Los principales corresponden a los granos básicos en la alimentación a nivel mundial: arroz, trigo, maíz, girasol, soja o especies forrajeras para consumo animal; raigras, avena, sorgo de pastoreo. También se incluyen otros como cebada cervecera.

Cultivos forrajeros: cultivos sembrados con destino al consumo animal directo (pastoreo) o diferido a través de diferentes métodos de conservación: silo de grano húmedo, silo de materia verde, heno o henilaje.

Cultivos de riego: son cultivos cuyo ciclo biológico se desarrolla total (o parcialmente) con administración controlada de agua que proviene de represas, bombeo de ríos, etc.

Cultivos de secano: son aquellos cultivos a los que les alcanza el agua aportada por la lluvia para completar su ciclo biológico (productivo).

Oleaginosos: cultivos que producen frutos (semillas) que se utilizan principalmente para la extracción de aceites industriales o comestibles, excluidos los aceites esenciales. Son cultivos oleaginosos: girasol, soja, lino, etc.

“Proceso de certificación”: se aplica a la serie de operaciones, supervisadas por el Instituto Nacional de Semillas, que se suceden para llegar a la obtención de la semilla certificada acondicionada para la venta con los controles técnicos establecidos.

Semilla: estructura vegetal usada con propósitos de siembra o propagación de una especie.²⁴

Especie: unidades taxonómicas de organización que integran individuos aislados de otros por barreras reproductivas, que de este modo mantienen características propias y diferenciables o sistemas de poblaciones aisladas entre sí por discontinuidades en el tipo de variación, que deben tener una base genética.

Cultivar: indica un conjunto de plantas cultivadas que se distingue de las demás de su especie por cualquier característica (morfológica, fisiológica, citológica, química u otras) y que al reproducirse sexualmente o asexualmente mantienen las características que

²⁴ La mayoría de estas definiciones pertenecen a la Ley N° 16.811 Título IV Capítulo I Art. 82.



les son propias. El término “variedad”, cuando se utiliza para indicar una variedad cultivada, es equivalente al de “cultivar”.

Híbrido: indica un cultivar proveniente de cruzamiento controlado de padres lo suficientemente uniformes como para repetir la producción sistemática del mismo sin cambios en su constitución. Se considera “híbrido de primera generación” a todo cultivar obtenido del cruzamiento entre material parental selecto de cuya primera generación por efecto del “vigor híbrido” se obtiene una producción superior que no se mantiene en las generaciones siguientes debido a la segregación genética.

Semilla básica: producida a partir de la semilla del genetista y manejada de tal forma que se conserve fielmente la identidad genética y la pureza de una variedad. La producción de semilla básica es supervisada o aprobada por una institución oficial. La semilla básica es el punto de partida para la obtención de semilla certificada.

Semilla certificada: la progenie de una semilla básica, registrada o certificada, que se produce y usa de forma tal que mantenga una pureza e identidad genética satisfactoria, y que ha sido aprobada y certificada por un organismo oficial de certificación.

Semilla comercial: cualquier semilla que se ofrezca a la venta sin haber cumplido o alcanzado los requerimientos establecidos para la certificación de semillas pero que reúne las condiciones establecidas por la ley y su reglamentación.

Semilla del genetista: semilla (o material de propagación vegetativa) producida por el fitotecnista o la institución patrocinadora de la forma original y que se utiliza como fuente para la producción de semilla básica.

Semillas híbridas (maíz, sorgo, girasol): provienen del cruzamiento entre individuos de constitución genética distinta. Es un método de creación de nuevas variedades, que utiliza las cruas para obtener recombinaciones genéticas. Las plantas obtenidas de semillas híbridas poseen una cualidad (que las diferencia de las varietales) conocida como **vigor híbrido o heterosis:** aumento de vigor, tamaño, rendimiento o actividad funcional de una progenie híbrida sobre sus progenitores, que resulta al cruzar organismos distintos genéticamente. Se mide considerando el aumento del vigor o crecimiento de una progenie híbrida, con respecto al promedio de sus progenitores.

Semillas varietales (trigo, cebada cervecera, arroz): son resultado de la subdivisión de una especie. Se entiende por *variedad agronómica* a un grupo de plantas semejantes que, por sus características de estructura y comportamiento, se pueden diferenciar de otras variedades dentro de la misma especie.

Semillas transgénicas (soja, maíz): Un organismo transgénico es aquel que tiene incorporado un gen extraño (de otro organismo).

Sus semillas son obtenidas a partir de la manipulación genética directa (ingeniería genética), introduciendo en el genoma de la especie en cuestión genes (información) provenientes de otras especies (vegetales o animales) que le aportan determinadas cualidades: resistencia a herbicidas (soja), a plagas (maíz) y a bajas temperaturas (tomate “larga vida”).