



ODEPA

Ministerio de Agricultura

Gobierno de Chile

Oficina de Estudios y Políticas Agrarias - Odepa -

La biotecnología en la industria semillera nacional y su aporte al desarrollo de Arica

Alfonso Traub R.

Enero 2011

Contenido

SITUACIÓN INTERNACIONAL	1
SITUACIÓN NACIONAL	6
LOS DESAFÍOS DE ARICA Y PARINACOTA	10

La biotecnología en la industria semillera nacional y su aporte al desarrollo de Arica

Alfonso Traub R.

Publicación de la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias – ODEPA
Ministerio de Agricultura

Director y Representante Legal
Gustavo Rojas Le-Bert

Se puede citar total o parcialmente citando la fuente

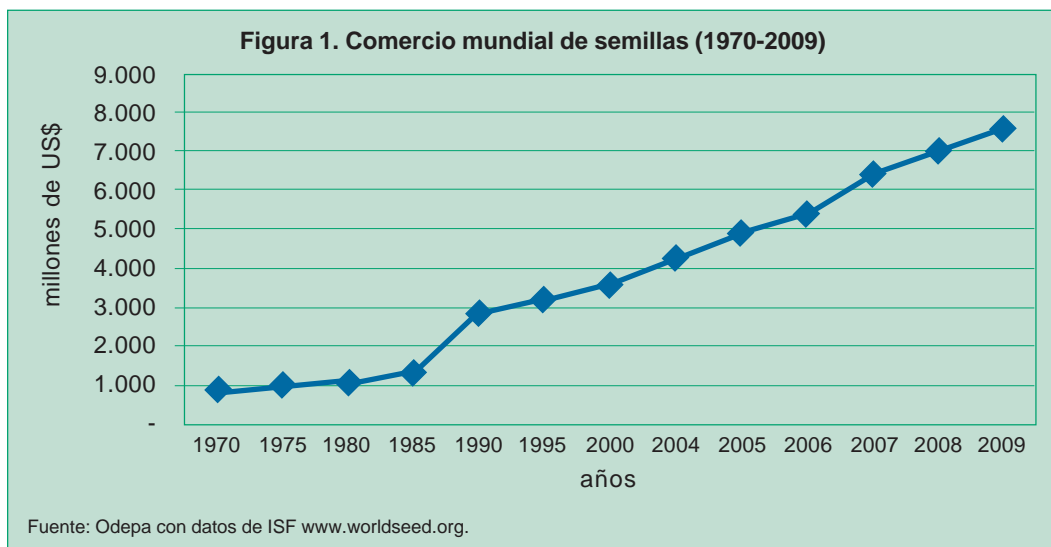
ODEPA
Teatinos 40 Piso 8
Fono: 397 3000 – Fax: 3973044
Casilla 13.320 Correo 21 – Código Postal 6500696
www.odepa.gob.cl
Santiago de Chile

La biotecnología en la industria semillera nacional y su aporte al desarrollo de Arica

Los avances biotecnológicos que exhibe la industria semillera, y que han sido el soporte esencial de su crecimiento, requieren de lugares con condiciones óptimas para su proceso de investigación y desarrollo. Arica posee una situación privilegiada en ese aspecto, lo que ha atraído a las principales multinacionales para invertir en la zona, generando una interesante actividad económica.

SITUACIÓN INTERNACIONAL

El mercado internacional de semillas ha mantenido su tendencia de crecimiento sostenido durante los últimos años. Según la Federación Internacional de Semillas (ISF por su nombre en inglés), las transacciones mundiales en el año 2009 alcanzaron a 7.670 millones de dólares, lo que representa un crecimiento del 8,6% respecto del año anterior, cuyo monto fue de 7.060 millones de dólares. En los últimos veinte años este crecimiento ha sido de 163% (figura 1).



De acuerdo al último informe de la ISF, Chile escaló al quinto lugar dentro de los países exportadores, desplazando a países como Canadá y Dinamarca. Además, mantiene su posición de líder del hemisferio sur, como se observa en la tabla 1.

Estos positivos resultados se lograron aunque las informaciones preliminares señalaban que para el año 2009 estas cifras deberían retroceder, como producto de la crisis internacional que generó un *sobrestock* en el mercado, especialmente de semillas de maíz, que representan el mayor porcentaje de las especies transadas.

La expansión experimentada se explica, en gran medida, por la incorporación de la biotecnología en los procesos productivos, tanto en la utilización más perfeccionada del *breeding* tradicional como por la utilización de biotecnología moderna, de ingeniería genética y biología molecular

Tabla 1. Principales países exportadores de semillas en los años 2008 y 2009

2008			2009		
País	Millones de US\$	% Participación	País	Millones de US\$	% Participación
EE.UU.	1.176	16,60	Holanda	1.299	16,90
Holanda	1.072	15,20	EE.UU.	1.178	15,40
Francia	1.015	14,40	Francia	1.162	15,10
Alemania	493	7,00	Alemania	506	6,60
Canadá	378	5,40	Chile	370	4,80
Dinamarca	355	5,00	Canadá	355	4,60
Chile	335	4,70	México	255	3,30
Hungría	254	3,60	Hungría	235	3,10
Italia	253	3,60	Dinamarca	223	2,90
México	181	2,60	Italia	217	2,80
Otros países	1.552	22,00	Otros países	1.870	24,40
Total	7.064		Total	7.670	

Fuente: Odepa con datos de ISF.

aplicada a la transgenia. Esta técnica ha permitido la incorporación de un gen de una especie en otra distinta o incluso de otro reino, mejorando sus propiedades y agregándole otras que no poseía, posibilitando una mayor productividad en la actividad agrícola. También dentro del campo de la biotecnología moderna está la cisgenia, la cual, utilizando la misma técnica, incorpora genes de la misma especie o de otras muy estrechamente relacionadas.

Este proceso ha contribuido a un cambio de paradigma dentro de la industria semillera. Los estados dejan de hacerse cargo de los programas de mejoramiento de variedades, los cuales, bajo el concepto de seguridad alimentaria, permitían el libre acceso a éstas. Ahora son empresas privadas, la mayoría multinacionales, las que asumen el rol de desarrolladoras de variedades, bajo un marco de normativas y protección de propiedad intelectual internacional, principalmente al amparo de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), organización intergubernamental con sede en Ginebra (Suiza). Para explicar la renuencia por parte de los estados a seguir promoviendo programas de investigación y desarrollo de variedades, se han aducido limitaciones de tipo financiero, dados los altos montos que involucra esta actividad. Son muy pocos los países que invierten o disponen recursos para investigar y producir variedades propias. Estos países, generalmente, son los más desarrollados o los que tienen propuesta de desarrollo como Brasil, China e India. En Chile existen iniciativas más bien aisladas. Las altas inversiones necesarias han llevado a una concentración e integración vertical de las multinacionales de agroquímicos con las semilleras.

Las variedades transgénicas, en el ámbito de los vegetales, ingresaron al mercado en el año 1994, con una variedad de tomate, el «Flavr Savr», que buscaba resolver un problema específico de durabilidad. Hoy, después de quince años de este suceso, los vegetales genéticamente

modificados (VGM) autorizados para ser comercializados superan la docena, siendo los más importantes maíz, soya, raps, remolacha, arroz, algodón, tomate, zapallo, clavel y álamo. En su conjunto estos VGM contienen 33 *eventos* autorizados. Según fuentes de la industria se espera al año 2015 tener, en sus distintas fases de desarrollo, 124 *eventos* distribuidos en cerca de 25 especies, como puede observarse en la tabla 2.

Tabla 2. Estado del arte de eventos transgénicos al año 2015					
Especie	Aprobados comercialmente	En trámite de aprobación comercial	Tramite aprobación regulatoria	Desarrollo avanzado	Total esperado al año 2015
Maíz	9	3	5	7	24
Soya	1	2	4	10	17
Canola (raps)	4	0	1	5	10
Algodón	12	1	5	9	27
Arroz	0	1	4	10	15
Papa	0	0	3	5	8
Otros (*)	7	0	2	14	23
Total	33	7	24	60	124

Fuente: ChileBio.2010.

(*) Dentro de Otros existen varias hortalizas.

El Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiológicas (ISAAA por su nombre en inglés), entidad cuyo objetivo es compartir y diseminar el conocimiento científico y facilitar la transferencia de tecnología a los países en desarrollo, señaló que en el año 2009 se cultivaron 134 millones de hectáreas con cultivos transgénicos en 25 países de todos los continentes. En esta estadística está incluido Chile, con 24.760 hectáreas que se destinaron a la multiplicación de semilla transgénica. El número de países con cultivos biotecnológicos ha aumentado progresivamente, pasando de 6 en 1996 a 18 en 2003 y a 25 en el año 2008, cifra que se mantuvo para el año 2009.

El crecimiento en hectáreas entre 2008 y 2009 fue de 9 millones de hectáreas, es decir, un 7%. Entre los años 1996 y 2009, los cultivos biotecnológicos aumentaron aproximadamente 80 veces, de 1,7 millones de hectáreas en 1996 a 134 millones en 2009. Durante el año 2009 los principales cuatro cultivos transgénicos explican la mayor superficie y representan un alto porcentaje del total cultivado mundialmente de esas especies. Para el caso de la soya, este porcentaje fue de 77%; 49%, en algodón; 26%, en maíz, y 21% en canola o raps. Según el ISAA, el número de agricultores con cultivos transgénicos a nivel mundial llegó a 14 millones, un aumento de 0,7 millones respecto de 2008. De éstos, más de 90%, esto es 13 millones, serían pequeños agricultores. Es probable que, con la determinación del gobierno de China de implementar los cultivos de maíz y arroz transgénicos, la superficie y número de agricultores aumente significativamente en los próximos dos o tres años, una vez concluidas las pruebas de campo.

La incorporación de genes interespecie se denomina *evento*, siendo actualmente los más comunes aquellos destinados a otorgar resistencia a herbicidas y a algunos insectos, así como a aumentar la productividad. En esa misma línea se estudia la resistencia a estrés hídrico y a salinidad. Una misma semilla puede contener dos a más *eventos apilados* o *stacked*. A la fecha se conoce una variedad de maíz que es un apilado de ocho eventos que combina herbicidas, control de insectos y mayor eficiencia en el aprovechamiento del agua. Esta semilla, que es conocida en el mercado como Smart Stax, en su primer año de prueba no tuvo los resultados esperados, aspirando sus obtentores alcanzar mejores logros en las temporadas siguientes. Una vez analizadas y controladas las causas de estos resultados, en unos pocos años más, estaría disponible en el mercado.

A esta etapa de desarrollo la industria la ha denominado de primera generación, que se caracteriza por estar enfocada a reportar beneficios al agricultor a través de mejoras en la productividad, asociadas a una mayor producción y menor costo en el uso de agroquímicos.

Las actuales tendencias de la industria transitan por dos vías. La primera, destinada a aportar valores nutricionales a la semilla, para que sean de provecho del consumidor, como la incorporación de vitamina A y omega 3, entre otras. La segunda es aquella destinada a producir elementos activos para la industria farmacéutica: producción de insulina, de inhibidores del cáncer, entre otros. A estas tendencias se las denomina de segunda y tercera generación, respectivamente. Existe coincidencia en que esta tecnología está en una búsqueda creciente de soluciones a los desafíos alimentarios y de producción agrícola, lo que requiere de grandes inversiones en investigación y desarrollo, como está aconteciendo en Arica.

La liberación de los VGM al ambiente requiere de un protocolo de análisis y de regulaciones bastante exigente, debido a los elementos de riesgo implícitos que perciben los consumidores, y las autoridades deben velar por su cumplimiento. Los ámbitos analizados dicen relación, básicamente, con inocuidad para la salud humana y animal, y el impacto medioambiental. El proceso regulatorio puede significar el retraso de tres o más años para liberar una semilla, lo que influye en su costo. El considerar riesgosa esta tecnología tiene su explicación, entre otras, por la utilización de genes marcadores de antibióticos para su seguimiento, que se utilizó en las primeras etapas. Estos genes potencialmente podían traspasarse al ser humano y crear resistencia a dichos antibióticos. También subyace la incertidumbre del comportamiento de las variedades modificadas genéticamente, por la incorporación de genes de hongos y bacterias. Hoy la tecnología y las percepciones han ido cambiando, pero aún no está resuelta la controversia.

Paralelamente a estos avances de la ingeniería genética y biología molecular, la industria ha venido desarrollando técnicas de manejo de la semilla propiamente tal. Estas técnicas están destinadas a otorgarle mayor eficiencia en su cultivo, al lograr mayor homogeneidad en la germinación y establecimiento de la planta, así como permitir que la semilla exprese todo su potencial, que se traduciría en una mayor productividad para el agricultor. Es la denominada tecnología de semillas y responde a las demandas de las nuevas técnicas de cultivo de precisión y manejos agronómicos en usos.

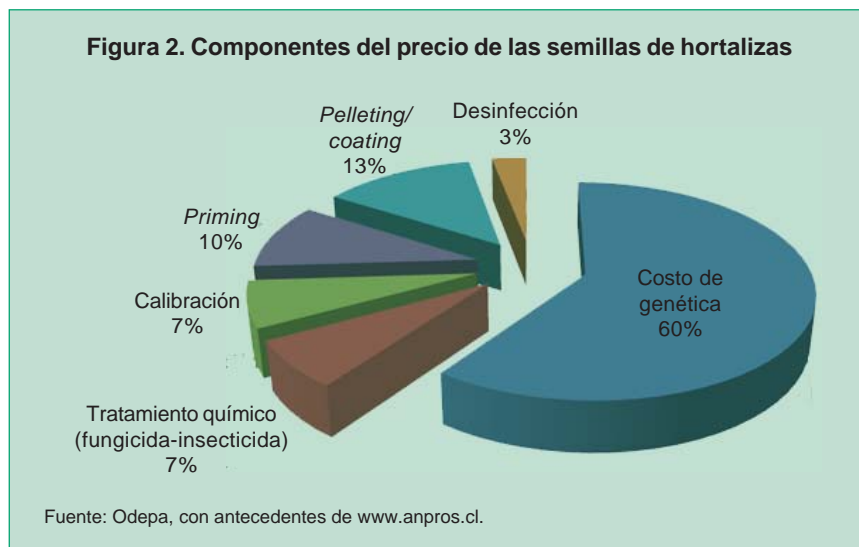
Estas tecnologías se aplican interna y/o externamente a la semilla. Dentro de las primeras aplicaciones están la pregerminación o *priming* y el mejoramiento o *upgrading*. La pregerminación consiste en someter a la semilla a un sistema de hidratación controlada, generando los procesos

hormonales internos, el cual es detenido, mediante deshidratación, justo antes de comenzar la germinación. La semilla queda preparada a través de la hidratación para reiniciar su proceso de germinación una vez sembrada. Con ello se logra una germinación uniforme y más veloz, ampliando el rango de temperatura en el cual puede ser sembrada. Para cultivos de temporada donde la producción requiere de controles de producción más precisos, esta técnica es muy adecuada. Tiene la limitación de que acorta la vida útil de la semilla y requiere de un manejo logístico más riguroso. El *upgrading*, si bien no es una técnica que se aplica al interior de la semilla, si trabaja con sus propiedades internas, por cuanto busca mejorar el porcentaje de germinación de lotes de semillas, removiendo ejemplares identificados con baja germinación. Es un servicio que contratan las empresas semilleras, especialmente para variedades de alto valor que justifican este tratamiento.

Las tecnologías que se aplican al exterior de la semilla o recubrimiento de ésta, tienen como objetivo agregarle propiedades adicionales para su manejo y/o sanidad, incorporándole agroquímicos en forma superficial. Tres son las técnicas que hoy se manejan: el pelculizado o *film coating*, es decir, cubrir la semilla con una delgada película que no modifica su forma física y puede otorgarle un color identificador que contrasta con los sustratos de siembra. Se utiliza generalmente en semillas de mayor tamaño. El segundo sistema es la incrustación, que opera de una forma similar al pelculizado, pero su objetivo es cubrir las irregularidades de la semilla para un mejor manejo físico. La tercera técnica es el *peletizado* o *pildorizado*. Como su nombre lo indica, este recubrimiento está destinado a dar una homogeneidad a la semilla, afectando su forma, tamaño y peso. Se usa en semillas de pequeño tamaño y poco peso específico. En estos recubrimientos es posible incorporar pesticidas, micronutrientes y microorganismos, utilizando sustratos que permiten una mejor absorción de agua, disolución más controlada, aireación y otros atributos. Las técnicas hacia dentro y hacia afuera son perfectamente complementarias para facilitar el cultivo mecanizado; por ejemplo, *priming* con *film coating* en semilla transgénica.

Estos procesos hacen que el valor de las semillas se incremente, percibiéndose por parte de los productores agrícolas como muy caras, en especial por pequeños agricultores, cuando comparan con los precios a los cuales ellos estaban habituados a adquirir este insumo. Esto ha traído como consecuencia que se limite su utilización.

De acuerdo con cifras entregadas por la industria, esta técnica puede representar 23% del costo de la semilla, contra 60% que representa la genética, como es el caso de las hortalizas (figura 2).



El problema de acceso a material de primera línea por parte de los pequeños productores, debido a su alto costo inicial, podría ser abordado por parte de las instituciones gubernamentales, para buscar una fórmula que lo facilite, o a través de fomentar la iniciativa de algunas fundaciones que han contratado a las empresas transnacionales para que les desarrollen variedades de semillas para su libre distribución entre los campesinos de los segmentos más pobres, especialmente de África.

SITUACIÓN NACIONAL

Desde hace más de una década la industria nacional ha venido expandiéndose año a año, conquistando posiciones de liderazgo mundial. Como se señaló, en el último reporte de la ISF (octubre 2010) se sitúa a Chile en el quinto lugar de los principales países exportadores. Es el primero del hemisferio sur y el cuarto de certificación en la OCDE. Es una industria consolidada, que en el año 2009 exportó 382 millones de dólares en semillas y que cuenta con un mercado interno de 120 millones de dólares. Es prestigiada internacionalmente a través de la Asociación Nacional de Productores de Semillas AG Anpros la cual participa en las directivas de las principales organizaciones de representación de la industria mundial. En septiembre de 2011 se realizará en Chile el Tercer Congreso de la Seed Association of the Americas (SAA), organizado por esta institución.

El accionar de esta industria se sustenta en cuatro actividades principales:

- Producción y exportación de semilla comercial.
- Producción y venta de semilla para el mercado interno.
- Exportación de I&D. (*nursery*, *grow out*, incrementos).
- Desarrollo de genética.

Estos méritos han sido logrados a partir de su eficiencia para aprovechar las condiciones naturales y de contraestación respecto del hemisferio norte, para la multiplicación de semillas, especialmente de aquellas modificadas genéticamente. Estas condiciones, más el marco legal y las competencias profesionales que posee, la han hecho una industria altamente competitiva, más allá de los costo de mano de obra y lejanía geográfica. Por ello, las empresas transnacionales más importantes se han establecido en el país, tanto en forma directa como indirecta, según el modelo de negocio que apliquen. El fuerte desarrollo de esta industria está muy asociado a la multiplicación de semillas transgénicas. Entre los años 2000 y 2009, la superficie con este tipo de cultivo se incrementó en 201% (tabla 3).

Tabla 3. Superficie de cultivos transgénicos en los últimos quinquenios						
Especie/ período	2000/ 2001	2004/ 2005	2009/ 2010	% Variaciones		
				2001/2005	2005/2010	2001/2010
Cártamo	-	36,0	8,0	-	-77,8	
Cebada			32,0			
Maíz	1.517,5	7.614,3	17.389,0	402,0	128,4	1.046,0
Maravilla	0,8			-100,0		-100,0
Melón	0,0			-100,0		-100,0
Papa	0,2			-100,0		-100,0
Pino (ensayo bajo invernadero)	0,0			-100,0		-100,0
Canola (raps)	202,8	745,8	1.862,1	268,0	149,7	818,0
Remolacha		1,2	0,0		-98,3	
Soya	6.505,8	273,4	5.473,6	-96,0	1.902,3	-16,0
Tomate	1,1	1,0	0,3	-9,0	-70,0	-73,0
Zapallo		12,7	2,7		-78,5	
Vid			1,0			
Total hectáreas	8.228,2	8.684,3	24.768,8	6,0	185,2	201,0

Fuente: Odepa con datos de SAG.

El incremento de superficie de cultivos transgénicos ha tenido su correlato en el valor de las exportaciones, las cuales aumentaron en 143%, entre los años 2000 y 2009, según los datos ajustados de Anpros, pasando de 157 millones de dólares a 382 millones de dólares.

La presencia de empresas transnacionales trae como consecuencia que el desarrollo de la industria dependa de la demanda exterior y de las decisiones de sus casas matrices. Chile ha cumplido un rol de suplir los incrementos de las demandas del hemisferio norte. La propagación de material genético propio es muy escasa, lo que forma parte de los desafíos que tiene el sector. Tal como se dijo, hoy existen iniciativas por parte de algunos centros de investigación nacionales, que están abocados al desarrollo de especies modificadas genéticamente adaptadas a la realidad chilena,

como es el caso de lo que están realizando la Universidad de Talca y la Universidad Católica de Chile. Sin embargo, la sostenibilidad de estas investigaciones y de esta industria en general requiere de un marco normativo que asegure propiedad intelectual y regular su manejo. Estos aspectos son abordados en los proyectos de ley sobre la regulación de los derechos de los obtentores y el proyecto de ley sobre bioseguridad, que se encuentran en trámite legislativo.

Durante varios años, desde la introducción de los productos VGM, Chile se benefició de la necesidad de las empresas de multiplicar rápidamente sus nuevas tecnologías para entrar primeros al mercado. Esta situación se ha ido morigerando porque los *traits* o eventos existentes en el mercado están en una fase de estabilidad y la introducción de nuevos productos al mercado ha sido más lenta. Los eventos se estarían transformando en un *commodity*.

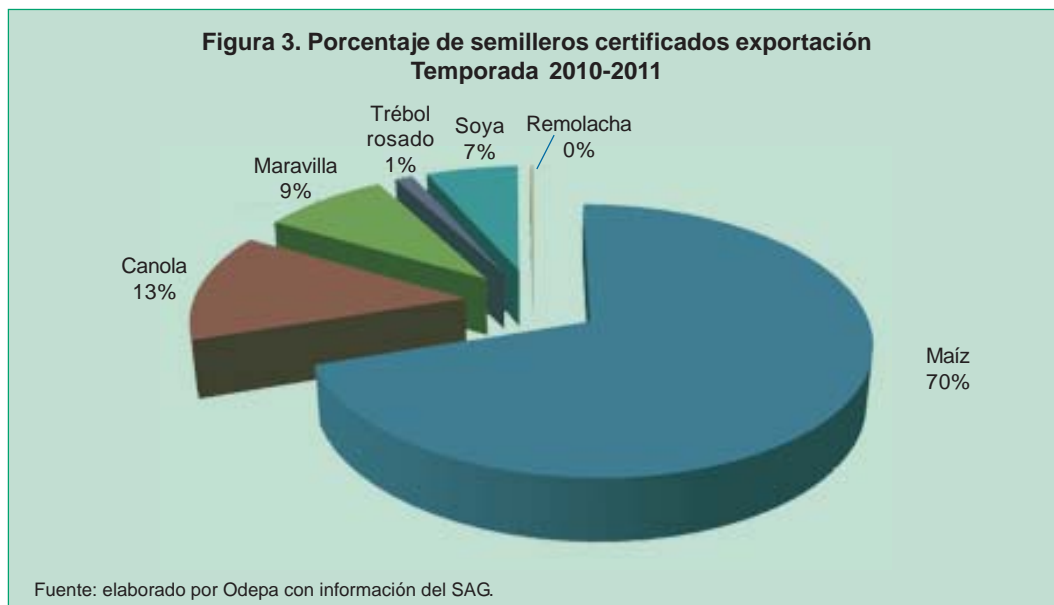
Esta situación, unida a la existencia de grandes stocks mundiales de semillas generados por las expectativas no cumplidas en las temporadas anteriores como efecto de la crisis económica, afecta a nuestra industria local, esperándose un menor desempeño en esta temporada. Para los expertos, sería un ajuste a los niveles normales de negocio. Las expectativas de siembra para semillas certificadas de exportación para la temporada 2010/2011, serían similares a las del año 2007 (tabla 4).

Especie	2005/ 2006	2006/ 2007	2007/ 2008	2008/ 2009	2009/ 2010	2010/ 2011 (*)	% Variación 2009-2010/ 2010-2011
Maiz	13.614	15.546	23.334	24.125	16.406	14.729	-10,2
Maravilla	2.714	2.492	2.498	2.220	1.601	1.850	15,6
Raps	668	309	1.544	4.505	1.952	2.820	44,5
Remolacha	97	95	36	30	45	42	-5,6
Soya	4		243	204	717	1.350	88,3
Trebol	78	1.503	552	305	437	271	-38,0
Otros	1.021	35	107	46	19	1	-94,6
Total	18.196	19.979	28.314	31.435	21.176	21.063	-0,5

(*): cifras preliminares a noviembre de 2010.
Fuente: Odepa con información de SAG.

Esto afecta a todos los países de contraestación en general y a las semillas de grano, como maíz y soya, en particular, no así a las hortalizas, que han incrementado su consumo y que, en la mayoría de las especies, no dependen de características genéticas modificadas. Dada su demanda muy fragmentada en muchas especies y para muchos mercados atomizados, a las empresas aún no les resultaría un negocio tan atractivo como para focalizar esfuerzos investigativos, salvo los casos del tomate y de algunas otras hortalizas, como pimentón.

Las cifras señalan que el maíz, si bien tiene un mayor retroceso, sigue siendo la especie más multiplicada, con el 70%, seguido de canola, maravilla y soya, con 13%, 9% y 7%, respectivamente (figura 3).



Se debe tener presente que esta industria, al igual que varias otras del sector silvoagropecuario, no cuenta con un sistema de información oficial homologable, que permita tener la certeza de los niveles de operación real. A modo de ejemplo, el censo agropecuario realizado en el año 2007, señaló una superficie 81% superior a lo informado por el SAG respecto de los semilleros registrados por procesos de certificación. Si bien no son los mismos conceptos, estas cifras dispares estarían señalando que es una actividad que no está totalmente regulada. Lo anterior merece ser trabajado por las instituciones en conjunto con el sector privado (tabla 5).

Tabla 5. Datos oficiales comparados sobre superficie de semilleros (ha)		
	1997	2007
Censos agropecuarios	29.778	42.511
SAG: semilleros certificados	17.813	23.427
Diferencia en hectáreas	11.965	19.084
Variación	67%	81%

Fuente: Odepa con datos del SAG e INE.

Las exportaciones al mes de noviembre 2010, comparadas con las del mismo mes del año 2009, muestran un retroceso de 21,4% en volumen y de 3,3% en valor, lo que viene a ratificar lo señalado precedentemente y confirma lo expresado por Odepa, en el mes de marzo, en relación con que esta industria tendría un cambio de tendencia. Los precios promedio en general se incrementan en 23,1%. Las especies cuyo precio aumentó más son remolacha, melón, hortalizas y maíz (tabla 6).

En cada temporada las semillas de hortalizas mejoran su participación dentro de las exportaciones, y hoy representan cerca del 30% de total.

Chile mantiene una posición de liderazgo hemisférico por cuanto sus características edafoclimáticas, pero su competitividad se basa principalmente en su institucionalidad y su capacidad profesional. Estas condiciones deben ser cuidadas y profundizadas, para sostener la posición nacional frente a países como Argentina, que ocupó el lugar once en las exportaciones, y Perú, que bastante más atrás, en la posición 53, sigue el modelo chileno para su desarrollo, pero con menores costos de los factores productivos.

Las ventajas competitivas que ha capitalizado el país le han permitido avanzar por otras vías de la industria: la investigación y desarrollo, y sus servicios asociados. Hoy por estos conceptos se están exportando más de 35 millones de dólares y a una tasa creciente. En este ámbito cabe una especial mención a lo que está ocurriendo en la Región de Arica y Parinacota con la industria semillera.

LOS DESAFÍOS DE ARICA Y PARINACOTA

La Región de Arica y Parinacota se ha convertido en un referente obligado de la industria semillera internacional, por cuanto se han instalado allí las principales empresas transnacionales de semillas para desarrollar investigación y desarrollo, aplicando tecnología de punta en sus procesos.

Las condiciones naturales de la región, específicamente en el valle de Azapa, responden a las necesidades de las empresas de acelerar el proceso de desarrollo de nuevos productos y mantener su competitividad. El desarrollo de las semillas depende de los ciclos naturales de siembra y cosecha. Arica, al permitir varias producciones en un año, favorece esta competitividad, otorgando un mayor rango de precocidades, especialmente para la investigación. Esta zona ha venido a desplazar a zonas tropicales como Costa Rica y Hawai, que también logran varios ciclos productivos, pero son muy proclives a las enfermedades y plagas, debido a la humedad de sus territorios.

La instalación de esta industria comenzó en el año 2000. Pionera fue la empresa Maraseed, la cual pagó los costos de la innovación. Hoy son nueve las empresas presentes en la región. La instalación se ha visto favorecida por el apoyo entregado por parte del Estado para promover condiciones de entorno más favorables.

Las principales actividades que se desarrollan en Arica son:

- *Grow out*: siembras de materiales para probar su comportamiento.
- Cruzamientos para probar desempeño como producto futuro.
- Multiplicación de semilla de investigación (pequeños volúmenes).
- *Nursery* o cruzamientos dirigidos.

Tabla 6. Exportaciones de semillas para siembra. Noviembre 2009 y 2010												
Productos	Volumen (toneladas)				Valor (miles de US\$ FOB)							
	Total 2009	enero - noviembre		Total 2009	2009		2010		enero - noviembre		Va. %	
		2009	2010		Var %	2009	2010	Var %	Precio promedio (US\$/Kg)	2009		2010
Papas	525	969	84,6	447	447	1.084	142,7	0,9	1,1	31,5		
Porotos	1.341	2.206	64,6	4.118	4.118	6.745	63,8	3,1	3,1	-0,5		
Trigo duro	0	0		0	0	0		1,1	-	-		
Cebada	663	620	-8,7	243	228	219	-4,1	0,4	0,4	5,1		
Maíz para la siembra	75.213	56.607	-24,7	175.584	175.518	159.278	-9,3	2,3	2,8	20,5		
Sorgo de grano	13	22	69,5	37	37	30	-20,2	2,8	1,3	-52,9		
Habas de soja	12.644	12.778	1,1	28.091	28.091	25.989	-7,5	2,2	2,0	-8,5		
Canola	7.170	3.343	-53,4	20.622	20.622	9.666	-53,1	2,9	2,9	0,5		
Maravilla	2.813	2.169	-22,2	14.515	14.076	9.989	-29	5,1	4,6	-8,8		
Remolacha	4	99	2.517,90	8	8	655	8.597,70	2,0	6,6	232,2		
Forrajeras	1.801	1.139	-36,6	7.722	7.708	2.766	-64,1	4,3	2,4	-43,4		
Hortalizas	2.730	2.307	-15,1	82.931	82.145	102.678	25	30,2	44,5	47,3		
Mei6n	27	16	-41,3	6.870	6.870	4.940	-28,1	257,5	315,4	22,5		
Sandía	14	31	146,8	5.526	5.467	7.313	33,8	432,6	234,4	-45,8		
Las demás semillas	13	121	853	531	519	933	79,6	40,8	7,7	-81,2		
De plantas herbáceas	21	25	26,5	16.406	13.115	14.858	13,3	670,4	600,6	-10,4		
Total semillas	104.990	104.888	-21,4	363.651	358.969	347.142	-3,3	3,4	4,2	23,1		

Fuente: ODEPA con información del Servicio Nacional de Aduanas. * Cifras sujetas a revisión por informes de variación de valor (VV).

- Doble haploide: técnica para la generación de líneas puras a partir de un proceso químico.
- Trabajos con marcadores moleculares: uso de marcadores moleculares mediante el muestreo de hojas, para determinar si las variedades tienen los genes que se requieren.
- *Trait integration*: cruzar una línea de elite no OVM con una OVM para que la cruce herede el *trait* o evento OVM.
- *Selfing*: autopolinización (incrementos de líneas).
- *Crossing*: cruza para crear y testear nuevos híbridos.
- *Top-cross*: búsqueda de nuevos híbridos con un macho en común.

Para realizar estos procesos, las empresas han efectuado fuertes inversiones en centros de investigación con la más alta tecnología. Tal es así que uno de los principales ejecutivos de estas empresas señaló que, de todas las semillas que produzca su empresa en el mundo, algún proceso pasará por Arica. Actualmente las especies que se cultivan o estudian en la zona son soya, maíz, girasol, maíz dulce, canola, hortalizas y flores.

La instalación de esta industria ha reportado importantes beneficios para la región, entre los que se pueden destacar la generación de cerca de 800 empleos de calidad, el desarrollo de programas de formación profesional y técnica con las universidades e institutos de formación técnica de la zona, la generación de una creciente demanda por servicios asociados (hotelería, alimentación, logística, transporte, etc.) y nuevas inversiones en infraestructura. Existen otros aportes, derivados de la responsabilidad social empresarial (RSE), que van en beneficio directo de la comunidad. Ejemplos de ello son la cooperación con la limpieza del valle de Azapa y la no incursión en el valle de Lluta, en resguardo del maíz lluteño y apoyando un estudio destinado a su protección.

No obstante estos beneficios, existen ciertas amenazas a las que se ve expuesta la industria para seguir creciendo. Dentro de éstas, se pueden mencionar la incierta disponibilidad de agua de riego y, muy asociada a ésta, la escasez de suelos, cuya demanda creciente los ha encarecido a rangos muy elevados, que afectarían las inversiones. Otro aspecto es la aceptación por parte de la comunidad del real aporte de esta industria a la región y el impacto por la presencia de los VGM.

Por otra parte tiene desafíos que enfrentar en el corto y mediano plazo para otorgarle sostenibilidad. Entre estos desafíos se pueden mencionar: favorecer el desarrollo de una cadena de proveedores potente, dado que ciertos servicios en la región aún son precarios; participar con la comunidad en la pronta construcción del embalse del río San José, en el valle de Azapa, como también para el proyectado embalse para el valle de Lluta. Es importante generar información regional que permita visualizar el impacto de la industria en la región y trabajar con las autoridades locales para generar condiciones para su expansión.

La constitución del Comité Anpros Arica-Parinacota y las redes que ha generado en la región, forma parte de la estrategia de posicionamiento de la industria en la zona y, en un trabajo público-privado, deberá llegar a conformar un cluster semillero.