

ANÁLISIS Y PROPUESTAS PARA UNA INVESTIGACIÓN AGRONÓMICA NACIONAL.

Jueves 23 de Marzo del 2000

1.- FUNDAMENTACIÓN DE LA NECESIDAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA.

La aplicación de la ciencia en la agricultura ha tenido un gran impacto en desarrollar tecnologías cuyo uso mejoraron tanto la disponibilidad como la calidad de los alimentos, fibras, medicamentos y otros bienes que produce la agricultura. Su impacto en la producción de alimentos ha hecho dudar de la verdad de la tesis de Malthus. Durante muchos años la mayor producción de alimentos se basó en la expansión de las áreas dedicadas a la agricultura pero actualmente esta vía no es posible en la mayor parte de los países, entre estos Chile. Por otra parte, la preocupación ambiental ha puesto nuevas exigencias a los sistemas de producción agrícola. Lo anterior hace más urgente que nunca hacer una agricultura basada en la ciencia.

El impacto de la investigación aplicada de los últimos 30 años a significado que Chile pueda exhibir rendimientos en maíz, remolacha y otros cultivos que se sitúan entre los mas altos del mundo. Si tomamos el caso del trigo este ha aumentado sus rendimientos promedios desde 1.6 a 3.5 ton/ha entre 1982 y 1997. Estos rendimientos son un 50 % mayores a los mundiales y alrededor de 3 veces los latinoamericanos. Por otra parte, es de todos conocida el gran avance en la producción frutícola y hortícola del país. Parte importante de esta tecnología ha sido generada en el país y para sus condiciones ecológicas.

La importancia global de los agronegocios, para diversos países y para Chile, como actividad económica se puede visualizar en el cuadro siguiente que muestra la contribución de la agricultura mas la contribución de la industria y servicios asociados a ella, agronegocios:

País	Contribución al PIB			% de la contribución de industria y servicios
	Agricultura	Industria y servicios asociados	Total agronegocios	
Filipinas	21	50	71	70
India	27	41	68	60
Tailandia	11	43	54	79
Indonesia	20	33	53	63
Malasia	13	36	49	73
Corea del Sur	8	36	44	82
Chile	9	34	43	79
Argentina	11	29	39	73
Brazil	8	30	38	79
México	9	27	37	75
Estados Unidos	1	13	14	91

Fuente: Pryor y Holt. USAID, 1998

La agricultura puede ser vista a varios niveles de integración de la tecnología a usar : el de rubro, del predio, el de una región agroecológica y el del país.

La experiencia adquirida en el primer y segundo nivel, los más accesibles de estudiar usando el método científico, nos permite establecer los principios en lo que se basa una agricultura moderna. Estos son:

- Uso de organismos eficientes para producir el alimento o bien que se desea: variedades vegetales, razas animales o híbridos. La obtención de estos organismos se ha logrado fundamentalmente vía el mejoramiento genético, rama de la genética aplicada, donde las herramientas biotecnológicas ofrecen nuevas posibilidades.
- Proveer al organismo anterior las condiciones ecológicas que permitan expresar su potencial. Esto significa colocarlo en el clima y suelo apropiado, cuidar su sanidad (plagas, enfermedades) y corregir aquellas deficiencias o excesos que encuentra en el medio natural (agua, alimentos). Para lograr esto se requiere de tecnologías que se originan en la aplicación de una variada gama de disciplinas: fisiología, entomología, fito y zoopatología, nutrición de animales y plantas, edafología, agrometeorología, ecología agrícola, etc...
- las tecnologías o prácticas a usar para lograr esto deben ser aplicadas en el momento oportuno, con la intensidad adecuada y ser de tal naturaleza que no deterioren el medio ambiente.
- Cuidar los aspectos económicos. Toda tecnología debe ser cumplir con el requisito de ser económicamente sustentable. Ello requiere de especialistas del área socio-económica.
- Mantenerse al día de los avances tecnológicos, de las condiciones de mercado, laborales y de toda otra información pertinente a la empresa.

En nuestro país el principal organismo responsable de la investigación agronómica aplicada y adaptativa es el Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Por ello se describe y analiza en mas detalle esta institución.

2.- EL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIA).

EL Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) es una organización de Derecho Privado, dependiente del Ministerio de Agricultura cuya misión es crear, captar, adaptar y transferir conocimientos científicos y tecnológicos desarrollando un activo papel como agente de innovación agropecuaria. Entre sus objetivos destacan: generar nuevas opciones productivas, mejorar la calidad y competitividad de la agricultura, cuidar el medio ambiente e identificar los problemas relevantes del sector.

- Organización

INIA tiene como organismos superiores al Consejo y la Dirección Nacional se encargan de fijar políticas que den coherencia a su tarea.

El trabajo institucional se desarrolla de manera descentralizada a través de siete Centros Regionales de Investigación, CRI, (Regiones: IV, Metropolitana, VIII, IX, X, XI y XII) complementados con un Centro Nacional Entomológico (V Región) y otros centros y oficinas locales.

La gestión científico tecnológica de cada Centro Regional se organiza en cuatro Departamentos: Producción Vegetal, Producción Animal, Recursos Naturales y Medio Ambiente y Gestión de Sistemas Productivos. Además existen siete grupos de especialidades: Biotecnología, Frutales y Viñas, Producción Animal, Recursos Genéticos, Recursos Naturales y medio Ambiente, Riego y Drenaje y Trigo.

En todo el país, INIA cuenta con 294 profesionales (incluidos producción y administración de la investigación) de un total de personal de 1.205 que incluye técnicos, laborantes, administrativos y operarios de campo y administración. La mayoría de los investigadores poseen títulos en el área agronómica (234 agrónomos) además de biólogos, bioquímicos, médicos veterinarios, ingenieros comerciales, civiles industriales, asistentes sociales y bibliotecarias. De este grupo un 20% posee título de doctor, 17 % título de Magister y 63% no posee título de post grado. Estos investigadores están repartidos en 5 Centros Regionales de Investigación (CRI) mayores (Intihuasi en La Serena; La Platina en Santiago; Quilamapu en Chillán); Carillanca en Temuco y Remehue en Osorno); 2 CRI menores (TamelAike en Coyhaique y Kampenaike en Punta Arenas) y varios Sub Centros Regionales y Oficinas Técnicas repartidos en distintas localidades desde Vallenar a Chiloé.

Gestión de la investigación.

El Director Ejecutivo es el encargado de la gestión institucional y es asesorado por un Comité Directivo Nacional y dos subdirectores: uno de Investigación y Desarrollo y otro de Administración y Finanzas y. Bajo el primero se encuentra la Coordinación de Investigación.

Cada Centro Regional es gestionado por un Director Regional el que es asesorado por un comité Directivo formado por los Directores de Departamento y los subdirectores de Investigación y de Administración y Finanzas.

- Financiamiento.

El financiamiento de INIA, \$ 15.944,38 millones, en 1998, provino de: Transferencia Fiscal 38,3 %, Contratos de Fondos Concursables 15,2 %, Contratos de Investigación con Sector Privado 3,7 %, Ventas de Bienes y Servicios 26,4 % y Otros 16,4. El gasto fue de 53.3 % en Investigación, 18,2 % en Producción, Administración y otros 28,5 %.

El financiamiento de los sueldos del personal de investigación de planta es principalmente institucional y el operacional es mayoritariamente por la vía de los fondos concursables externos.

La transferencia de tecnología

La transferencia de tecnología la están llevando a cabo las unidades de Vinculación y Transferencia de Tecnología.

Resumen de la estructura, funcionamiento e investigación realizada por los diferentes departamentos de INIA.

2.1. RECURSOS NATURALES.

Un aspecto preocupante de la investigación en recursos naturales del país, en especial en lo que dice relación con el suelo, ha sido la sistemática desaparición de los departamentos de Suelos de muchas Universidades. Ello no solo sucede en Chile sino también en otros países donde los problemas ambientales han tomado prioridad.

2.1.1. Situación actual en INIA.

Este departamento está investigando, adaptando y transfiriendo tecnologías relacionadas con los recursos naturales: suelos, aguas, aire y climas. Focaliza sus trabajos hacia aquellos aspectos relacionados con mejorar la productividad agropecuaria mas que con consideraciones ambientales, aunque sin dejar de mantener una preocupación por estas. Los recursos naturales vegetales, en INIA, son preocupación del departamento de Producción Vegetal. El financiamiento de la operación del departamento es esencialmente por la vía de los proyectos externos.

Desarrolla sus actividades desde la IVª a la XIIª regiones.

2.1.2 Actividades en curso.

El Departamento de Recursos Naturales de INIA está abordando los siguientes campos: riego y drenaje, fertilidad de suelos, nutrición mineral de plantas, agrometeorología, manejo de suelos, mecanización agrícola, agricultura de precisión, contaminación y sistemas de producción con apoyo de sistemas de información geográfica, mineralogía, análisis de imágenes, química y microbiología de suelos.

Sin embargo, son escasos los proyectos de investigación con objetivos ambientales directos o primarios y no derivados de la consecución de objetivos de producción, como los mencionados en el párrafo precedente.

2.1.3 Limitaciones

Estructura y Personal.

Cuadro 1. Número de profesionales del Departamento de Recursos Naturales en 1998 por CRI y en cada área de especialización donde se focaliza la investigación.

Especialidad	Intihuasi	Platina	Quilamapu	Carillanca	Remehue	Otras	Total
Riego	6	9	5	2	1	2	25
Suelo y Manejo	1	6	2	4	4		17
Sistemas Inf. Geograf.		1	2				3
agrometeorología		1					1
Ecofisiólogo		1					1
Ciencias ambientales		1			1		2
Sistemas de Producción			2				2
Siembra directa				1			1
Fisiología y Nutrición				1			1
Maquinaria Agrícola			1				1
TOTAL	7	19	12	8	6	2	54

En él trabajan 54 profesionales 11 con grado de Doctor y 12 con grado de Magister.

Parecería que los campos del riego y de los suelos estarían bien cubiertos y los otros muy débiles. Sin embargo, estimamos que todas las áreas están con falencias en la investigación ya que se está trabajando casi exclusivamente en desarrollo y transferencia de tecnología y no en investigación. Por otra parte debido a la gran diversidad del país en áreas agroecológicas, tipos de suelos, rubros producidos y otros solo estamos abordando una fracción menor del universo. Además, hay una clara falencia en abordar los problemas ambientales que generan las tecnologías en uso, la generación de información científica estratégica para evaluar impactos (niveles críticos), sistemas de vigilancia ambiental e inventario de recursos y conocimientos científicos sobre procesos edafológicos básicos.

2.2.- PRODUCCIÓN VEGETAL

2.2.1 Situación actual.

La investigación en el área de Producción Vegetal (cultivos) se lleva a cabo por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) a través de Centros y Sub Centros Regionales de Investigación distribuidos entre la III y XII Región y por las Universidades tradicionales.

En los CRI mayores dentro del área de Producción Vegetal (PV) laboran en forma permanente (no se incluyen los profesionales contratados por convenio, proyectos ni a honorarios) un total de 91 investigadores. Este número corresponde al 31% del total de profesionales de la Institución los que se encuentran repartidos en cada CRI de la siguiente forma: Intihuasi 8; La Platina 38; Quilamapu 18; Carillanca 20 y Remehue 7.

Actividades en curso.

En el Cuadro 2 se indica el número de profesionales que trabaja dentro del Área de Producción Vegetal de INIA en las áreas más importantes donde se concentra el grueso de las diferentes especialidades de investigación agrónomica en cada uno de los CRI mayores de INIA. Estas áreas

se han dividido arbitrariamente en (1) Mejoramiento genético de plantas, (2) Biotecnología vegetal (3) Conservación de Recursos Genéticos, (4) Estudios Agronómicos, (5) Sanidad Vegetal y (6) Poscosecha. Cada una de estas áreas se ha subdividido en grupos o especialidades para darle una mayor consistencia al análisis de los cultivos y disciplinas.

Cuadro 2. Número de profesionales del Departamento de Producción Vegetal en 1998, por CRI y en cada área de especialización donde se focaliza la investigación.

	Intihuasi	Platina	Quilamapu	Carillanca	Remehue	Otras	Total
Mejoramiento genético plantas.							
trigo, cebada, avena, arroz, papas, leguminosas		4	3	4	2		12
Vides		1					1
hortalizas: ajos y cebollas		1					1
Bio tecnología							
Mejoramiento genético y fisiología		10	1	2			13
Conservación rec. genéticos.							
Mantención banco germoplasma	1	1	1	1			4
Estudios agronómicos de rubros							
Agronomía y fisiología en:							
cultivos anuales	1		2	4	3		10
frutales y viñedos	2	3	4	2		1	12
Hortalizas	2	2	2	1		2	9
Protección o Sanidad de cultivos							
Fitopatología	1	5	3	1	1		10
Entomología	1	5	1	2	1		10
Nematología		2	1				3
Virología		1					1
Malherbología		1	2	2			5
Poscosecha		3					3
TOTAL	8	38	18	20	7	3	94

De este personal 25 tienen grado de Doctor y 25 de magíster.

Áreas de estudio.

Recursos genéticos. Los estudios y colección de germoplasma han estado limitados a proyectos de corta duración dirigiéndose principalmente a la prueba de variedades y nuevas alternativas de cultivo. Esto se ha centrado principalmente en las Universidades tradicionales (avellano, lupino, diversas hortalizas, arbustos frutales, etc.).

Mejoramiento de plantas. Los programas de mejoramiento de plantas de largo plazo y con desarrollo sostenido se han llevado a cabo principalmente en INIA. Programas mas limitados y dirigidos principalmente a la evaluación de germoplasma y variedades, han sido realizados por otras Instituciones como Universidades y privados. Sin embargo, la mayoría de ellos no han continuado en el tiempo o han debido discontinuarse (mejoramiento genético de la SNA). En otros cultivos tales como maíz híbrido, tomate y otras hortalizas, han sido las empresas privadas de semillas las que han introducido las variedades, muchas de las cuales, previo ensayos de adaptación agronómica a las condiciones nacionales, se han comercializado.

Los estudios y colección de germoplasma han estado limitados a proyectos de corta duración dirigiéndose principalmente a las colectas de germoplasma, a la prueba de variedades y nuevas alternativas de cultivo. Estos últimos se han centrado principalmente en las Universidades

tradicionales (avellano, lupino, diversas hortalizas, arbustos frutales, etc.). INIA ha establecido bancos de germoplasma como actividad principal.

Situación actual de la investigación en biotecnología agrícola.

Biotecnología es una especialidad de gran presencia en las Universidades, con una marcada tendencia al desarrollo de tecnología de cultivo in vitro y biología molecular.

En Chile y en INIA el desarrollo de la Biotecnología aplicada a la investigación científica y tecnológica del sector agrícola ha tenido un lento despegue, comparado al estado del arte al nivel internacional. Existen varios factores que condicionan esta situación, aunque probablemente lo más relevante sea el escaso número de investigadores e involucrados en muy diversas temáticas posibles de abarcar en esta área. Esto hace que el impacto de estas áreas, medido tanto por las publicaciones en revistas con comité editorial de circulación internacional, así como por el propio impacto en algún proceso productivo, sea escaso o nulo.

En los últimos años, numerosas fuentes de financiamiento han permitido incrementar el volumen de trabajo en las distintas áreas de la biotecnología, sin embargo se mantiene la limitante mencionada más arriba, relacionada con la escasa posibilidad de disponer de mano de obra calificada.

Sanidad Vegetal.

En este campo la investigación aplicada se ha repartido entre INIA y las Universidades. INIA introdujo en el país el estudio sistemático de herbicidas, control biológico, mejor uso y manejo de agroquímicos lo que contribuyó en buena parte al aumento y calidad de la producción de los cultivos. Fundamentalmente se ha basado en adaptación y validación de técnicas de manejo de plagas y enfermedades, prueba de agroquímicos para las condiciones y plagas nacionales. En esta área es quizás donde exista la más fuerte vinculación entre la empresa privada y las diferentes instituciones de investigación nacionales. La formación de investigadores en esta área dentro de las disciplinas de entomología, fitopatología y malherbología ha sido importante en INIA pero no siempre sistemática y continuada.

2.3. PRODUCCIÓN ANIMAL

2.3.1 Situación Actual

La actividad de investigación en el Departamento de Producción Animal en el país, se ha desarrollado en una proporción importante por el INIA, dado que es la Institución que dispone de la infraestructura de predios, rebaños, laboratorios y personal especializado, que le permite llevar a cabo esta labor en la forma debida. En segunda instancia se ubica la Universidad de Chile con sus Facultades de Agronomía y Medicina Veterinaria, posteriormente la Pontificia Universidad Católica de Chile, le sigue la Universidad Austral de Valdivia y la Universidad de Concepción. Otras Universidades especialmente las privadas, están recién iniciando algunas líneas de trabajos en esta área.

El desarrollo de los trabajos adquiere una tendencia hacia lo básico en las Facultades Universitarias, con la excepción principalmente de Universidad de Chile y de Campos Experimentales a lo largo del país.

El desarrollo de la actividad de Investigación en Producción Animal (PA) en Chile, se ha visto seriamente alterada en los últimos años, producto de una tendencia de las autoridades por disminuir la importancia relativa de este tema (Rubros Tradicionales), frente a otras actividades de la Agricultura Nacional. Además han colaborado en el escaso desarrollo de este último tiempo, políticas de importación y comercialización inapropiadas, que sin lugar a dudas han repercutido negativamente en el interés por invertir en este sector. Claro ejemplo de esto, es observar las precarias condiciones de desarrollo económico logradas por el sector lechero y de carne bovina en los últimos cinco años.

Frente a este panorama poco alentador surge como reacción, constituyendo a la vez un desafío, la imperiosa necesidad de efectuar investigación tanto básica como aplicada, con el objetivo final de generar un incremento en los niveles productivos, derivados de la instauración de nuevas tecnologías que permitan ofrecer modernas y eficientes soluciones ,que tornen mas atractivo la explotación de estos rubros.

En Chile la investigación en P.A. se deberá desarrollar en dos niveles:

1. El básico que siempre se encuentra más cercano a las Universidades y,
2. El aplicado a cargo del INIA, este último aprovecha su vasta distribución geográfica y experiencia en el tema, para abarcar las más diversas condiciones agroecológicas, permitiéndoles tener bajo cobertura, las principales opciones de sistemas animales para el país. (Bovinos de leche y Carne; Ovinos; Caprinos y Camélidos).

2.3.2 Actividades en curso

Cuadro 3. Número de profesionales del Departamento de Producción Animal en 1998, por CRI y en cada área de especialización donde se focaliza la investigación.

Especialidad	Intihuasi	Platina	Quilamapu	Carillanca	Remehue	Otras	Total
Praderas		2	2	2	2	2	10
Producción Leche Bovina		1	1	3	3		8
Producción Carne Bovina			1	1	2	1	5
Producción Ovina	1	1	1				3
Producción Caprina	1						1
Camélidos						1	1
Sistemas ganado-cultivo			1				1
Conservación de forraje			1				1
Total	2	4	7	6	7	4	30

De este personal 11 tienen grado de doctor y 4 de magíster.

Praderas

La producción animal se sustenta en gran medida sobre la base de la producción de las praderas y por ello, su estudio es estratégico para el desarrollo de la actividad pecuaria. Asimismo, juegan un papel importante como herramientas para la recuperación, conservación y protección de los recursos naturales renovables. Por otra parte, Chile tiene un alto potencial de praderas con más de 12,5 millones de ha de suelos aptos para ellas. INIA investiga en praderas naturales y artificiales de secano y de riego. Sin embargo su énfasis principal está en praderas de secano entre las regiones VI a XII. Cuenta con 10 investigadores todos con estudios de post grado. Sin embargo, dado lo amplio del territorio que abarcan, la amplia gama de temas a investigar y lo variado de las especies forrajeras se tiene una situación nacional con serias deficiencias.

Producción de Leche Bovina

La producción nacional de leche ha alcanzado los dos millones de toneladas anuales, lo cual permite mantener un consumo per cápita de 145 litros anuales. (Los países desarrollados 200 o mas litros). Existen unas 616.000 vacas lecheras, además de vaquillas y terneros que ocupan alrededor de un millón de hectáreas. Da ocupación alrededor de 60.000 personas y genera actividad de transporte, industrialización y comercialización de productos derivados. Las áreas temáticas en desarrollo abarcan la calidad de leche, producción y conservación de forrajes, sistemas de producción y transferencia de tecnología.

Producción Ovina

En el campo de la producción ovina se lleva actividades que responde a la necesidad de elevar el perfil de un rubro que ha tenido problemas de desarrollo en los últimos años.

En general son escasas las posibilidades de innovación, al menos con un carácter masificable, por tanto, como en otras regiones se debe optar por la modernización productiva.

En términos de especie, se prefiere la especie ovina, considerando su corto ciclo productivo anual, el potencial de prolificidad y la menor inversión.

Otros rubros de producción animal están siendo abordados actualmente a través de Proyectos específicos tal como: Camélidos y Cabras. En los últimos el INIA tiene rebaños en la IV Región, donde hay investigación permanente.

Producción de Carne bovina.

La investigación en producción de carne bovina en el INIA ha sufrido grandes transformaciones en los últimos años, como consecuencia de los importantes cambios ocurridos en la comercialización de este producto. El Mercosur ha transformado el mercado de la carne, haciendo que Chile deba adaptarse a las exigencias que se han impuesto especialmente en la gestión de los sistemas productivos. Debemos competir con productos que se generan en sistemas extensivos de explotación de bajo costo.

Claramente nuestro país no puede competir con volúmenes, debe en consecuencia generar productos de alta calidad. Para ello se ha formulado la Ley de la Carne, herramienta legal que establece normas precisas que tienden a mejorar los productos cárnicos.

El INIA trabaja en Producción de Carne en varias zonas del país, desde la VI hasta la XII .

En el campo de la producción de carne se ha privilegiado el estudio de sistemas integrales de producción. De igual forma la engorda tradicional basada en sub productos de la agroindustria, sigue siendo una actividad de interés.

2.3.3 Limitaciones

Estructura.

La investigación en Producción Animal es de alto costo económico, pues supone la mantención de rebaños experimentales, los ciclos productivos son largos, recordar que la gestación de una vaca son 9 meses, una lactancia se prolonga por 10 o mas meses, los animales se deben criar (hembras que recién a los 24 meses presentan su primer parto) etc. Por lo tanto un experimento en producción de leche, para evaluar una ración puede fácilmente requerir de un par de años para llegar a conclusiones válidas. En aspectos de selección genética los lapsos como se comprenderá, son aun mayores.

En la práctica los altos costos de este tipo de investigación y la falta de interés de las autoridades para financiar esta área del conocimiento, está limitando en extremo a la producción lechera nacional actual y futura. Similar situación se observa para la producción de carne.

Financiamiento y Política.

Se constituye en el principal factor actual de distorsión para las actividades de investigación.

2.4.- GESTIÓN Y SISTEMAS PRODUCTIVOS.

2.4.1 Situación Actual

El Departamento de Gestión tiene por misión estudiar los sistemas productivos, al nivel predial, y también los factores sociales y económicos que afectan a estos sistemas. Su objetivo es logra la optimización de la combinaciones de rubros productivos y de la rentabilidad predial. Este departamento es nuevo relativamente en INIA ya que solo opera desde 1995.

2.3.4.2 Actividades en curso.

Cuadro 4. Número de profesionales del Departamento de Gestión en 1998, por CRI y en cada área de especialización donde se focaliza la investigación.

Especialidad	Intihuasi	Platina	Quilamapu	Carillanca	Remehue	Otras	Total
Gestión	1		2				3
Sistemas producción frutal		1					1
Sistemas de producción hortalizas		2					2
Sistemas de producción secano		1					1
Sistemas producción pecuaria		1		1			2
Economía		1	3		4		8
Total	1	6	5	1	4		17

De este personal 2 tienen grado de doctor y 5 de magister.

Dentro de los principales tópicos abordados por el Departamento de Gestión y Sistemas Productivos, se pueden indicar los siguientes:

- Desarrollo de Sistemas de Producción Intensivos

Esta temática tiene por finalidad de desarrollar sistemas de producción intensivos que permitan hacer un uso eficiente y racional de los recursos prediales, tales como capital, suelo, maquinarias y mano de obra; así como de los recursos tecnológicos disponibles, con el propósito de mejorar la rentabilidad del negocio agrícola.

- **Reducción de Costos de Producción**

Esta línea de trabajo tiene por objetivo, estudiar la reducción de los costos de producción e incrementar la relación beneficio/costo de los diferentes rubros. Para ello, se han realizado estudios de las estructuras productivas de numerosos rubros, se ha estimado la incidencia en los costos directos de los principales factores productivos y se han elaborado algunos modelos que permiten maximizar el uso de insumos tecnológicos según el criterio de la tasa de retorno al capital.

- **Determinación de Costos de Producción**

Esta temática corresponde a un quehacer permanente de este departamento, por cuanto, en la actualidad se encuentran disponibles Fichas de Cultivo, con los coeficientes técnicos para la mayoría de las especies frutales, hortícolas y de cultivos, las cuales están debidamente valoradas con una estimación de los principales indicadores de resultado económico.

- **Alternativas productivas**

Este Departamento también se ha dedicado a la búsqueda de alternativas productivas, especialmente destinadas a mejorar la rentabilidad de algunos sistemas con menos opciones, como es el caso de las áreas de secano

Transferencia Tecnológica

Todos los proyectos indicados, a través de las distintas líneas de trabajo, consideran en forma importante el componente de transferencia tecnológica y capacitación, actividades dirigidas a pequeños, medianos y grandes productores

- **Gestión Económica**

En todas las actividades de este departamento, se considera un fuerte componente económico, para la correcta toma de decisiones de los sistemas de producción que conlleven a un correcto resultado de la gestión predial. Para esto se analizan las distintas áreas de la agricultura, las que sirven de base para la implementación estudios agroeconómicos adecuados, sustentables y de mejor rentabilidad.

3.- ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

3.1 Instituciones y Recursos Humanos.

INIA cuenta con programas regulares de investigación aplicada en agricultura. Las 9 Universidades tradicionales ejecutan investigación basada en tesis de grado y proyectos de corto y mediano plazo. Estas son las siguientes:

- (1) Universidad de Tarapacá
- (2) Universidad Arturo Prat
- (3) Universidad Católica de Valparaíso
- (4) Universidad de Chile (18 Doctorados (28,6%), 9 Magister (14,2%), 32 Ingenieros Agrónomos (50,8%), 4 otras profesiones), laborando un total de 63 académicos .
- (5) Universidad Católica de Chile
- (6) Universidad de Talca
- (7) Universidad de Concepción
- (8) Universidad de La Frontera
- (9) Universidad Austral (6 Doctorados (31,6%), 5 Magister (26,0%), 4 Ingenieros Agrónomos, 4 otras profesiones (42%) totalizando 19 académicos tiempo completo.

Sólo fue posible obtener información acerca del personal académico de planta de 2 Universidades. De acuerdo a esta información, el % de calificación académica (número de académicos con las máximas calificaciones académicas es cercana al 30%, cifra que coincide con las de INIA.

Los investigadores están siendo sometidos a un aumento excesivo del tiempo que debe dedicar a formular, documentar las ideas, administrar, difundir resultados de los proyectos. Todo esto exigido por "fuerzas externas". En parte es justificable, sin embargo se ha llegado a niveles extremos con sacrificio del tiempo para pensar e investigar. Parece que los administradores de la investigación no comprenden que el tiempo de un investigador es escaso y caro recargándolo con labores para las cuales hay personal igualmente capacitado y más barato.

Es importante agregar que un centro de investigación es exitoso cuando cuanta tiene una masa crítica mínima de 2 investigadores por especialidad/CRI y un número mínimo de especialidades que estimamos en 10. La primera condición asegura la continuidad indispensable para lograr avances concretos y la segunda para producir el sinergismo y la capacidad real de efectuar investigaciones multidisciplinarias. Sin embargo algunas disciplinas y centros regionales no cuentan con esta dotación mínima.

3.2 Líneas de investigación.

INIA ha definido sus líneas de investigación en cada uno de los 4 Departamentos descritos anteriormente y, además, ha establecido 7 Grupos de Especialidad que deben establecer las líneas de Investigación de cada uno de ellos pero dentro del accionar de cada Departamento y de cada CRI.

Buena parte de las líneas definidas son las adecuadas pero, no obstante ello, este es un tema que no es considerado como resuelto a satisfacción y requiere de mejor análisis y mejor fundamentación. El problema nace debido a que INIA adolece en su estructura de un órgano adecuada para ejecutar esta tarea.

3.3 La transferencia de tecnología

Ella debiera realizarse en forma permanente y dirigida a los usuarios de la tecnología (productores y extensionistas rurales). Como institución INIA ha reducido últimamente la transferencia masiva ya que no existen los recursos para hacer un programa macizo, sólido y exitoso al nivel institucional. A excepción del Proyecto PROMM del Banco Mundial y que es un proyecto de desarrollo, los proyectos de investigación no contemplan la transferencia directa de tecnología a los usuarios ya que, por definición, los que contratan la investigación son los apropiadores de los resultados y, a lo más se exige que una vez finalizado el proyecto los principales resultados se publiquen en una revista científica. La transferencia de tecnología es, por lo tanto, otra área estratégica que la institución debiera fortalecer.

3.4 Financiamiento

Como ya se mencionara el grueso del financiamiento de la operación e inversión en Investigación proviene de los fondos concursables. El concepto básico que fundamenta a estos fondos es: el separar el financiamiento de la ejecución de la investigación. Además, ellos tienen como norma priorizar la ejecución de proyectos de investigación que sigan las demandas del mercado. **Otras fuentes de financiamiento provienen de la producción interna y de algunos contratos con empresas privadas.**

Tal como están concebidos estos fondos hay dos factores relevantes que considerar para este análisis, primero que todas las fuentes de financiamiento están acotadas a proyectos que no se prolonguen más allá de tres años, plazo que claramente es insuficiente para completar el desarrollo de un tema global conducente a la obtención de un producto, especialmente en el caso del mejoramiento genético. Debería ampliarse a por lo menos seis años para que sea posible obtener resultados confiables. El otro aspecto, que *a priori* debiera ser un factor positivo por cuanto llevaría a seleccionar temas relevantes, es la necesidad de contar con contrapartes (recursos frescos) provenientes del sector empresarial o productivo; esto tiene una complicación adicional: sólo se seleccionarán aquellos temas de interés productivo-rentable, mientras que el trabajo en cultivos sociales, como podrían considerarse algunos cereales y leguminosas estarían fuera del ámbito de interés principal. Esta situación es un freno para el desarrollo de esos rubros, los cuales de seguir con esta tendencia se verían obligados a ir desapareciendo de la actividad agrícola nacional. Esto último en definitiva no responde a una realidad orgánica, ya que ellos aportan los alimentos de primera necesidad, que hoy día el país está importando, para poder satisfacer la demanda interna.

La política actual de financiamiento a la que se enfrenta INIA hace que la mayor parte de los fondos a que tiene acceso son principalmente para ejecutar actividades de desarrollo. Ello lo está llevando a reducir sus actividades de investigación. Esto es grave porque se le dificultará, en el futuro, optar a los escasos fondos para investigación los que tienen exigencias claras en términos de reconocimiento objetivo de la calidad, continuidad y experiencia de los investigadores en un tema dado, que postulan a ellos.

Actualmente, se asiste a una evidente contradicción: por una parte, una supuesta creciente conciencia de la necesidad de que las actividades humanas se enmarquen dentro del llamado "desarrollo sustentable" y por la otra, una inversión decreciente en búsqueda de información sobre el patrimonio natural, lo que involucra actividades de estudio, vigilancia del estado e investigación. Por otra parte, a pesar de las nuevas normas y exigencias internas y externas sobre el cuidado del ambiente para producir, hay escasos proyectos netamente ambientalistas financiados por los fondos concursables.

3.5 Gestión

Probablemente el punto más crítico es el de la gestión institucional y de fuerte impacto en la productividad y proyección de los investigadores y de la investigación. En esta área se requiere de cambios radicales y hechos con suma urgencia ya que en un sistema donde la ejecución se separa de la administración de los fondos de investigación, se necesita una administración eficiente. Ella es difícil de lograr si los directivos son nombrados políticamente poniendo constantemente en juego a la institución.

La Dirección Nacional se encarga, en teoría, de fijar políticas que den coherencia a la tarea de INIA. Sin embargo ello se dificulta por la fuerte influencia que ha tenido la regionalización, la asignación de fondos de investigación a través de proyectos concursables y el escaso aporte fiscal directo.

Sinópsis Institucional de esta Comisión.

Errores de diagnóstico, desconocimiento de la naturaleza de una institución de investigación, falencias del organigrama institucional, fallas notorias en la gestión y administración de la investigación, deficiencias en la forma en que se generan las autoridades; y, fundamentalmente, la falta de una política coherente y de largo plazo en relación con el rol que la ciencia y tecnología (C&T) y la investigación y desarrollo (I&D) tienen para el crecimiento del sector agrícola, son causas evidentes de la situación por la que actualmente pasa la investigación agronómica y el INIA.

Las dos guías básicas de la asignación de recursos para investigación: el mercado y separar el financiamiento de la ejecución nos merecen los comentarios siguientes:

1.- Estamos convencidos que la verdadera innovación tecnológica siempre ocurre a partir de una oferta y no de una demanda. Si se hubiera hecho un estudio de mercado para decidir si había que investigar y desarrollar microcomputadores lo más probable es que no hubiera existido demanda, su desarrollo se hizo porque visionarios percibieron que ellos resolverían muchos problemas y que existiría un mercado para ellos. Por otra parte, los productos nuevos, cuando son adecuados, crean su propio mercado y no al revés. Creemos que el sistema lógico a implementar uno similar al biológico. En este hay mecanismos que genera variación (innovación) de los germoplasmas (mutaciones y otros) sobre el que opera el principio la selección natural que elimina lo no apropiados. Pensamos que el modelo socio-económico es similar: los innovadores proponen nuevas soluciones y el mercado hace la selección. Este concepto es compartido por la inmensa mayoría de agricultores innovadores nacionales. Por lo tanto pretender organizar una institución de I&D en torno a la demanda, constituye un error conceptual básico. Una institución de I&D debe dar cabida preferente a la búsqueda de solución a problemas que constituyan cuellos de botella sean estos en investigación estratégica, aplicada o adaptativa. Consecuentemente, la demanda debe ser sólo un referente y no debe constituirse en el principal asignador de los recursos.

2.- El separar el financiamiento de la ejecución creemos que ha resultado del hecho que los administradores de las instituciones de investigación han recibido recursos para este propósito y los han usado para otros. Sin embargo, debemos notar que las empresas privadas no usan este sistema que traspasa la decisión de que hacer a terceros y no a la institución supuestamente creada para ese fin. Además, la burocracia que se crea en torno a los fondos, la gran cantidad de horas profesional perdidas tanto por los que formulan proyectos que no se aprueban como por los evaluadores de estos mismos proyectos hace dudar de la eficiencia del sistema.

El sector productivo agrícola no está, por el momento, preparado para asumir un papel central en el financiamiento de la I&D del sector. Resultado de lo anterior, es que los recursos para I&D siguen siendo mayoritariamente aportados por el Estado pero, en vez de ser aportados directamente a las instituciones, se hace a través de fondos concursables, de programas específicos para I&D y de fondos regionales. Esta estrategia tiene el mérito teórico de garantizar la pertinencia de la investigación y de asegurar el involucramiento del sector productivo, pero también tiene serias limitaciones. Una de las más relevantes es que estas instancias de financiamiento no cuentan con mecanismos de fijación de políticas, de priorización o de identificación de demandas. Ello se traduce en que, en muchos casos, se ejecutan proyectos de dudosa relevancia y para los cuales no hay seguimiento ni continuidad. Otra limitante de esta modalidad de financiamiento, es que no permite la ejecución de proyectos de largo plazo o en áreas de interés social, como la conservación de suelos, de los recursos genéticos, el desarrollo de las biotecnologías, etc, pero por sobre todo la transferencia real y efectiva de la tecnología a los usuarios, los agricultores nacionales. Otros inconvenientes son: crecimiento de la burocracia que administra los fondos y efecto de influencias externas.

El país no tiene una política para la investigación en el sector agrícola, existiendo una imperiosa necesidad de una de largo plazo en C&T e I&D para este sector. Tanto la formulación como la implementación de esta política, debe ser hecha sobre la base de una amplia discusión nacional que debe ser liderada por una institución que cuente con respeto y credibilidad, que nosotros creemos podría ser el INIA.

La focalización de las actividades institucionales debe considerar dos aspectos fundamentales: la focalización en investigación y la focalización en áreas temáticas específicas

INIA debe constituirse en una institución distinta de otras instituciones de investigación como las universidades, por lo tanto debe tener capacidad para desarrollar proyectos estratégicos propios que sean palancas de cambio para el sector productivo. Por lo tanto, la investigación que se realice debe estar destinada a resolver problemas concretos del sector productivo. Esto constituye una diferencia fundamental con el sector universitario ya que allí la investigación debe cumplir un rol orientado a la docencia y a la generación de conocimientos, sin que importe mayormente la temática.

Por último hay que señalar que la transferencia tecnológica también forma parte de la misión institucional. Esto no quiere decir que ésta deba ser una actividad principal dentro del INIA, pero sí que debe cumplir un rol central en la orientación del quehacer institucional y en el establecimiento de vínculos que garanticen que la I&D llegue a los usuarios. Para esto, el INIA deberá articularse con otras instituciones, particularmente del MINAGRI, pero sin dejar de incluir a las municipalidades, a la Fundación Chile o a cualquier otra institución o mecanismo que le permita canalizar la tecnología que se genere.

4.- PROPUESTA

La información y discusiones anteriores permiten hacer las proposiciones siguientes:

4.1- Establecer una política nacional en ciencia y tecnología silvoagropecuarias.

Ante la falta de una política nacional de investigación agrícola en los últimos 20 años ya sea por parte de las autoridades tanto del sector público como privado, resulta difícil tratar de enmarcar una institución estatal con fuerte vinculación con el sector privado dentro de un marco de desarrollo institucional. Se requiere llenar este vacío con urgencia a través de una propuesta nacional consensuada que incluya a todos los sectores de la sociedad, algo que se ha insistido, al nivel de autoridades, pero sin obtener respuestas concretas todavía. La sociedad chilena debe decidir si necesita de la investigación agrícola de manera prioritaria y luego decidir cuáles áreas son las más importantes. INIA debe jugar un papel importante en estas decisiones, particularmente en la coordinación e implementación de estos estudios.

4.2 - Líneas de investigación.

Obviamente quienes están en mejores condiciones de realizar la investigación agrícola son el INIA, institución creada especialmente por el Estado para realizar esta labor, y las Universidades.

Fortalecer la investigación como actividad prioritaria de INIA no solamente corresponde a un mandato institucional sino que a la forma más eficiente para captar recursos financieros como ha sido evidente en los últimos años. INIA debe realizar la investigación y crear tecnologías tomando en consideración aquellos casos en que los instructivos de políticas nacionales indiquen que el Estado no debe ser empresario.

En síntesis, las líneas estratégicas institucionales debieran hacerse con aquellos fondos que permitan insertar las áreas que consensuadamente figuren dentro del proyecto institucional a largo plazo.

Se propone revisar el actual esquema de operación de los proyectos de investigación en el contexto de lo que debieran ser las diferentes categorías de proyectos institucionales.

Los tipos de Investigación a las que se debería dar prioridad son:

- la investigación estratégica : investigación básica necesaria para apoyar la aplicada,
- la investigación aplicada: aquella orientada a generar productos o información tecnológica,
- la investigación adaptativa: investigación necesaria para adaptar tecnologías generadas en otros países o regiones a las condiciones nacionales o regionales.

En la mayoría de los países, el financiamiento de la investigación agrícola es en gran medida de origen público y esta se considera como un bien público orientándola, especialmente, a una investigación estratégica de manera que sirva de impulso a la empresa privada. También puede ser orientada hacia objetivos sociales de manera de aumentar la productividad y calidad de vida de la población o para conservar los recursos naturales. Por esta razón INIA debiera focalizar su investigación en 4 grandes áreas:

4.2.1.- **Mejoramiento genético de plantas y animales con el uso de técnicas genéticas y biotecnológica avanzadas.**

Los programas de mejoramiento de plantas actuales son insuficientes, subdotados de personal y recursos, los que operan mayoritariamente con proyectos financiados a corto plazo vía concursos

externos. Por otra parte, la vinculación del mejoramiento tradicional con biotecnología ha sido aceptable pero todavía muy por debajo de lo que podría considerarse suficiente. Se debe focalizar en áreas estratégicas de desarrollo tecnológico de acuerdo a una priorización de corto mediano y largo plazo (cultivos anuales, perennes, etc.).

El mejoramiento de la mayoría de las especies forrajeras, frutales y de hortalizas tiene escasa o ninguna presencia en el país. Parece urgente iniciar programas fuertes de mejoramiento en forrajeras gramíneas y leguminosas, en vid y carozos, en hortalizas para las cuales no se tenga nuevas variedades mejoradas y adecuadas a Chile

Dado que en el país no se hace mejoramiento genético de especies animales y sería recomendable estudiar la conveniencia de iniciarlo.

4.2.2.- Recursos naturales y estudios ambientales.

- Lo ambiental.

Una institución, como INIA, presenta una serie de ventajas comparativas, que le permitirían posicionarse ventajosamente en el ámbito declaradamente ambientalista. Una de estas ventajas deriva de la conformación de sus cuadros profesionales, integrados por especialistas en gestión de los diversos recursos naturales (suelos, aguas, recursos vivos) que conforman los sistemas ambientales.

Los ámbitos donde puede y debe darse este aporte institucional son los de prospección, vigilancia del estado, evaluación de procesos de degradación y valoración, desde perspectivas ambiental y económica, de indicadores de impacto ambiental, además de la inclusión de objetivos de inocuidad ambiental en los proyectos de investigación tradicionales.

Un área relevante es la del establecimiento de indicadores de impacto ambiental. Se trata de un área propia de la investigación científica y tecnológica, que INIA debe y puede asumir con ventajas

- Las nuevas herramientas de diagnóstico.

En especial a nuevos métodos e indicadores de problemas de desórdenes nutricionales e hídricos de plantas y suelos. Ello es cada vez más necesario por los nuevos requerimientos de calidad alimentaria y ambientales. Además, es cada vez más necesario establecer la distribución geográfica precisa de los problemas en base análisis de imágenes que permitan visualizar, diagnóstica y vigilar la globalidad de los sistemas de producción agropecuarios. En este sentido, las tecnologías satelitales (GPS, imágenes de alta resolución y multiespectrales) ofrecen excitantes nuevas oportunidades de investigación.

- El reciclaje de residuos de los agroecosistemas

Las ciudades, los agroecosistemas y los sistemas forestales generan residuos materiales o energéticos que se debe aprender a usar y que se podría aplicar para lograr una agricultura más limpia y más eficiente. Algunos de estos recursos ya están siendo usados pero muchos no.

- La quemigación.

Esta técnica representa un nuevo modo de hacer agricultura de riego. El agua de riego es distribuida en todo el espacio ocupado por las plantas y puede ser usada como vehículo de numerosos agroquímicos: herbicidas, fungicidas, insecticidas, fertilizantes. El desarrollo de la tecnología de quemigación debería ser investigada por ofrecer ventajas para la automatización, para la reducción del uso de agroquímicos y para la aplicación localizada de ellos.

4.2.3.- Conservación de recursos genéticos o germoplasma.

INIA fue nombrado oficialmente como curador de los RRGG nacionales, proyecto desfinanciado desde sus comienzos y que en la actualidad sólo opera como un banco de germoplasma subutilizado y sin cabeza visible. Área de mucha importancia que requiere rediseñar sus objetivos y funciones.

4.2.4 - Estudios agronómicos al nivel de rubros agropecuarios y predios.

Los estudios agronómicos incluyen la sanidad de los cultivos, el riego, la fertilización, las rotaciones y otros temas.

La Sanidad de cultivos. Esta área junto con el mejoramiento genético, el riego y uso de fertilizantes es el área de investigación que mayor impacto han producido a nivel de usuarios de la tecnología a nivel nacional. Agregar a la actual línea de proyectos que incluye el estudio de agente causal - efecto plagas - manejo y control, otra línea que corra en forma paralela la que contenga fuertemente el concepto de sustentabilidad y contaminación ambiental.

El nivel de predial, donde se integra rubros, prácticamente no es estudiado y ello es una gran falla del sistema actual.

4.3 Gestión de la investigación.

La mejora de la gestión de la investigación requiere de por lo menos dos cambios:

- Elección de las autoridades.

La efectividad y la necesaria continuidad de la investigación requiere de manera urgente que, de una vez por todas, se eliminen los nombramientos de directivos de acuerdo a la corriente política del Ministro de turno y que estos sean reemplazados por directivos elegidos vía concursos públicos. Es también urgente una mejor capacitación de los administradores de la investigación en labores administrativas.

- Establecimiento de un Consejo Técnico de Investigación.

Las líneas de investigación y prioridades deberían ser establecidas por un Consejo Técnico autónomo, independiente de las autoridades políticas.

4.4 Financiamiento

El análisis de los problemas que genera el actual sistema de financiamiento de la investigación agronómica requiere de una revisión seria ya que cada disciplina o área temática tiene características únicas. Como el sistema de fondos concursables actual adolece de las fallas indicadas anteriormente, debe cambiarse o revisarse para que logre en forma mejor su cometido. Se debe tener especial cuidado con que este nuevo sistema no interfiera con la gestión de las autoridades institucionales y no se transforme en un freno a la investigación por exceso de burocracia o tramitación. Debe ser un sistema estimulante y no uno desmotivador.

4.5 La transferencia de Tecnología.

Por la gran trascendencia de esta actividad, que es la continuación lógica de la actividad de investigación, se debe volver a efectuar en la proporción adecuada que requiere el país creando unidades que la ejecuten. Es importante establecer que si ella se refuerza no debe ser a expensas de los recursos de investigación (sean estos humanos o monetarios) como ha sido tradición. Se requiere inversiones frescas.

4.6 Los recursos humanos.

Como ya se dijera anteriormente, los recursos humanos son escasos y es necesario establecer una política de capacitación y renovación de estos ya que sin ellos la actividad no es factible.