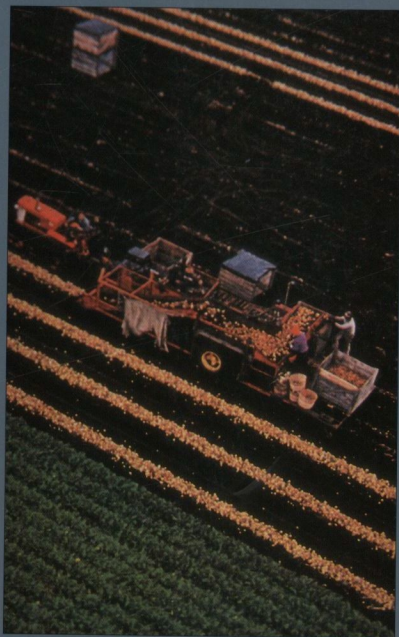


PROGRAMAS
NACIONALES
DE CIENCIA Y
TECNOLOGIA

NUEVAS TECNOLOGIAS PARA RECREAR EL AGRO

BASES PARA UN PLAN DEL PROGRAMA NACIONAL
DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

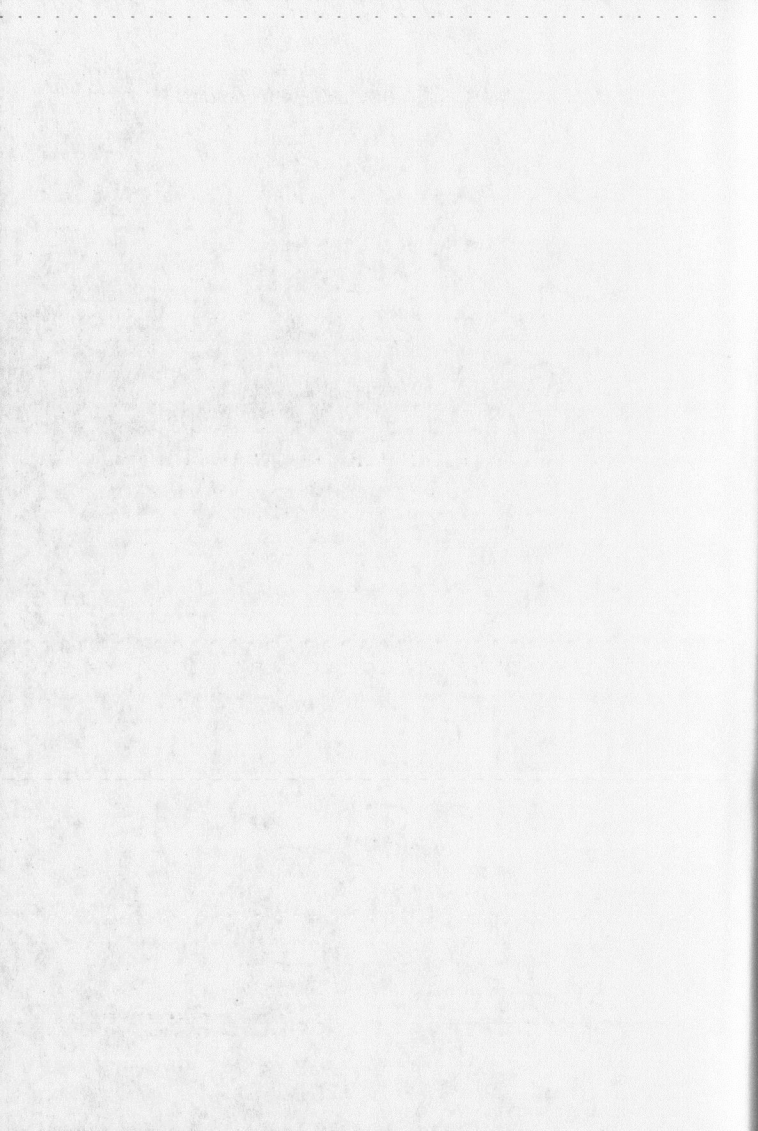


COLCIENCIAS

PROGRAMAS

Once Programas Nacionales conforman en la actualidad el sistema nacional de ciencia y tecnología: CIENCIAS BÁSICAS, CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS, BIOTECNOLOGÍA, ESTUDIOS CIENTÍFICOS DE LA EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE LA SALUD, CIENCIA Y TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS, ELECTRÓNICA, TELECOMUNICACIONES E INFORMÁTICA, MEDIO AMBIENTE Y HÁBITAT, DESARROLLO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL Y CALIDAD, CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL MAR, y el PROGRAMA DE INVESTIGACIONES EN ENERGÍA Y MINERÍA. Cada uno de estos Programas se ha concebido como un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales que se materializan en proyectos y otras actividades complementarias. Los Programas Nacionales son orientados por un Consejo de Programa, integrado por investigadores, miembros del sector privado y funcionarios del Estado. Los Consejos definen políticas, planean, consiguen y distribuyen recursos.

Durante su primer año de funcionamiento, los Consejos realizaron una amplia convocatoria que movilizó a más de 600 personas en la elaboración de análisis prospectivos y planes estratégicos. El resultado de este trabajo se recoge en esta serie de libros, que representa la más importante participación colectiva de la comunidad científica colombiana, los empresarios y responsables del desarrollo tecnológico y la política científica, en la organización de su acción y la planeación de su propio devenir.



COLL
001705
EJ.: 1

Programas nacionales de ciencia y tecnología

NUEVAS TECNOLOGIAS PARA RECREAR EL AGRO

BASES PARA UN PLAN DEL PROGRAMA NACIONAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS



Coordinación general de la edición:
Myriam Henao W.

Coordinación de este volumen:
Marta Ligia Guevara

985-18

INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Cubierta: Camila Costa

Primera edición: septiembre de 1993

© Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia
y la Tecnología Francisco José de Caldas, Colciencias

ISBN: 958-9037-25-9 (obra completa)

ISBN: 958-9037-32-1 (volumen *Nuevas tecnologías para recrear el agro*)

Edición, impresión y encuadernación: Tercer Mundo Editores

Impreso y hecho en Colombia
Printed and made in Colombia

CONSEJEROS DEL PROGRAMA NACIONAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGIA AGROPECUARIA
QUE PARTICIPARON EN ESTA CONVOCATORIA

(1992)

Alfonso López - Ministro de Agricultura, Presidente del Consejo
Alejandro Linares - Viceministro de Agricultura
Armando Montenegro - Jefe Departamento Nacional de Planeación
Clemente Forero Pineda - Director Colciencias
José Luis Villaveces - Subdirector Programas Ciencia y Tecnología Colciencias
Jaime Navas Alvarado - Investigador
Antonio Hemerson Moncada - Investigador
Andrés Laignelet Sierra - Investigador
José Enrique Luque Carulla - Sector privado
Jens Mesa Dishington - Sector privado

SECRETARIA TECNICA Y ADMINISTRATIVA DEL PROGRAMA

Marta Ligia Guevara, Jefe del Programa, Colciencias

CONSEJO NACIONAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA
DEL PAÍS

RECONOCIMIENTOS

Colciencias agradece la participación y el apoyo de la Universidad de Caldas y Cenicafé al Simposio del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias.

SECRETARÍA ADMINISTRATIVA DEL TERRITORIO
MAGISTERIO SUPERIOR DE CALDAS

CONTENIDO

Prefacio	XI
Presentación	XIII

Capítulo 1

PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS 1

Capítulo 2

PROPUESTAS PARA UN PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS 11

La investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria: una opción inaplazable	11
<i>Enrique Murgueitio R.</i>	
Reasignación de recursos en la investigación y trasferencia de tecnología agropecuaria	34
<i>Rafael Posada Torres</i>	
Investigación dinámica para una sociedad cambiante	46
<i>Pedro León Gómez Cuervo</i>	
La reforma del Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria	60
<i>Carlos Gustavo Cano Sanz</i>	

- Crterios y prioridades de investigaci3n en la agroindustria 67
Juan Manuel de Castells
- La investigaci3n agropecuaria dentro del Sistema Nacional de
Ciencia y Tecnologa 84
Gabriel Cadena G3mez
- Reflexiones sobre la investigaci3n pecuaria, en relaci3n con su funci3n
social en Colombia 94
C3sar Augusto Lobo Arias

Capítulo 3

**SIMPOSIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA
Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS 109**

- Inauguraci3n del Simposio del Programa Nacional de Ciencia y
Tecnologas Agropecuarias 109
Pilar Villegas de Hoyos
- Discurso pronunciado por el se1or rector de la Universidad de Caldas 111
Jorge Raad Aljure
- Marco general y mecanismos de desarrollo del Simposio Nacional de Ciencia
y Tecnologas Agropecuarias 112
Jos3 Luis Villaveces C.
- Planning future agricultural research in Colombia: a perspective 117
Barry Nestel
- Perspectivas para la investigaci3n agropecuaria en Latinoam3rica 129
Hugo Li Pun
- Marco anal3tico para el planteamiento de actividades cientifico-t3cnicas
en el sector agroalimentario 138
Edgardo Moscardi

Capítulo 4

**APORTES DE LA COMUNIDAD CIENTIFICA
DEL SECTOR AGROPECUARIO.
TEMAS DE REFLEXION 147**

- Interrelaci3n entre el mercado, la producci3n y la investigaci3n como criterio
para definir prioridades de investigaci3n agropecuaria 147
- Nuevas tendencias de la investigaci3n agropecuaria 150
- Formaci3n de recursos humanos para la investigaci3n 152

AAsignación de recursos para la financiación de la investigación agropecuaria	153
RRelaciones entre la generación, la innovación y la transferencia de tecnologías agropecuarias	157
CComentarios de los asesores internacionales al desarrollo del Simposio de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	160
CComentarios orientados a enriquecer las discusiones del Simposio	168
CConclusiones y recomendaciones del Simposio	186

ANEXOS 205

/Anexo 1. Proyectos de Investigación del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, en ejecución	205
/Anexo 2. Participantes en el Simposio del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	206

.....

Introducción	1
1. Evolución de la agricultura en el mundo	1
2. Evolución de la agricultura en México	1
3. Evolución de la agricultura en el estado de Veracruz	1
4. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
5. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
6. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
7. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
8. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
9. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
10. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1

ANEXOS

Anexo I. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo II. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo III. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo IV. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo V. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo VI. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo VII. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo VIII. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo IX. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1
Anexo X. Evolución de la agricultura en el municipio de Córdoba	1

PREFACIO

Estos libros son el fruto de uno de los más ricos experimentos de planeación participativa que se haya realizado en Colombia y, en tal sentido, una valiosa contribución de la comunidad científica colombiana a la construcción de nuevas formas de interacción entre los ciudadanos.

A lo largo de 1992, más de 1 400 personas entre investigadores, empresarios, invitados de otros países y funcionarios de las distintas ramas del gobierno participaron en esta empresa. Se trataba de orientar las actividades de ciencia y tecnología del país, y a la vez de comprometer las voluntades de nuestros investigadores alrededor de grandes emprendimientos nacionales. Muchos participantes no se conocían entre sí, a pesar de trabajar en temas muy cercanos. La hipótesis de la desarticulación de la actividad científica en Colombia, planteada como problema central por la Misión Nacional de Ciencia y Tecnología en 1990, fue verificada, pero este ejercicio comenzó a derrumbarla.

La comunidad en gestación se sorprendió ante la disposición al concierto de las voluntades de sus miembros alrededor de los criterios y estrategias globales. Los diagnósticos generales se compartían. Pero la diversidad de los puntos de vista y de las propuestas adelantadas, le daba vida y movimiento a la faena planificadora.

Las discusiones adelantadas fueron interdisciplinarias, como interdisciplinarios son los programas de ciencia y tecnología. La riqueza de una fertilización cruzada de las ideas es el principal resultado de esta concepción.

Cada uno de los libros de esta serie se ofrece como una macro-convocatoria para movilizar a los investigadores, a los gestores del desarrollo, a los estudiantes y a todos los interesados hacia el avance del conocimiento por los derroteros de investigación que se proponen para los programas. También se invita en estos libros a que estos actores participen en la planeación y la prospectiva continuas del ámbito del conocimiento que cubre cada programa.

El proceso se inició invitando a un grupo de investigadores, empresarios y educadores a elaborar los documentos orientados de la consulta. Se les pidió imaginar que tenían frente a ellos a un estudiante deseoso de definir un tema de tesis y que, en vez de responderle en forma directa, el maestro se tomaba el trabajo de dar la vuelta completa para analizar todas las grandes opciones de la investigación del programa. En algunos casos, un ejercicio imaginario se construyó simulando la situación de un inversionista consciente del valor de invertir en investigación, pero sin saber precisamente en qué tipo de proyecto. Estos documentos iniciales fueron repartidos muy ampliamente entre la comunidad, provocando valiosas reacciones, muchas de las cuales se han incluido en estos volúmenes. Documentos y comentarios fueron la materia prima de las discusiones de los simposios. El equipo de Colciencias preparó, apoyándose en estas contribuciones, su propia propuesta de orientación para el programa y la sometió a discusión de los participantes en estas reuniones, que se hicieron en los más diversos lugares de la geografía nacional, con el objeto de que sirvieran para dinamizar la reflexión sobre la ciencia en las regiones.

La propuesta resultante de esta interacción no es una sola, ni totalmente articulada. La diversidad de las visiones se recoge como un conjunto de invitaciones que se ofrecen a los investigadores colombianos, a veces como complemento unas de otras, otras como opciones alternativas.

Estos libros contienen diagnósticos, planes e interpretaciones, pero, sobre todo, son un esbozo de la reflexión estratégica colectiva de nuestra comunidad científica y el primer paso en un proceso vivo de planeación de la ciencia y la tecnología en nuestro país.

Clemente Forero Pineda
Director de Colciencias

PRESENTACION

El presente libro sienta las bases para la formulación del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias. Expone, discute y concreta ideas sobre lo que debe ser el desarrollo científico y tecnológico en el agro.

Pensar en los aportes de la ciencia y la tecnología al desarrollo del sector agropecuario implica un desafío para el proceso de planificación, debido a la multiplicidad y complejidad de los factores que determinan el desarrollo científico del sector y en particular su transformación tecnológica.

La programación de la ciencia y las tecnologías agropecuarias no pueden estar aisladas del contexto económico, político, social y ambiental del país, ni de sus interrelaciones con el exterior. Por tanto, urge articular en un programa no sólo los elementos científicos en sí, sino los diversos determinantes exógenos de los mismos.

En efecto, atendiendo a los acelerados cambios que vienen acaeciendo a nivel mundial y nacional, la ciencia y las tecnologías agropecuarias deben responder, por un lado, a los fenómenos de apertura económica, liberalización de los mercados, reducción de la intervención estatal, descentralización político-económica-administrativa y presiones de tipo social; por otro lado, insertarse en los enfoques más importantes del nuevo paradigma del desarrollo agropecuario caracterizado por la búsqueda de sistemas de producción sostenibles, la agricultura biológica, la preservación de la biodiversidad, el desarrollo de la biotecnología y en general, el uso de tecnologías que además de incrementar la productividad permitan eliminar procesos contaminantes y/o degradantes y conservar el medio ambiente para beneficio de las presentes y futuras generaciones.

Para lograr un eficiente desempeño de las entidades que participan en el Sistema Institucional de Ciencia y Tecnología Agraria en el marco de un Programa Nacional de Desarrollo Científico-Tecnológico del Agro, existen además tres requisitos indispensables: Contar con el capital humano y

financiero adecuados y asegurar eficientes métodos que permitan la adopción de los resultados de la investigación por parte del sector productivo.

El recurso humano capacitado al más alto nivel y organizado en grupos de investigación que interactúen con el exterior a través de redes de investigadores y de información, es la forma más práctica de garantizar que el país esté permanentemente actualizado y presente en la frontera misma del conocimiento.

Los recursos financieros fluirán interna y externamente a la par con la calidad de los proyectos que propongan los grupos de investigación, pero se requiere el desarrollo de novedosos mecanismos para su manejo eficiente y la gestión gerencial correspondiente.

La transferencia de tecnología es crucial en el agro por cuanto se tienen que desarrollar innovativos métodos que permitan atender, de manera eficiente, a la constelación de potenciales receptores de tecnología existente en el agro.

Finalmente, queda como resultado del presente texto, el reto de llevar a la práctica el Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico Agropecuario, cuya ejecución deberá combinar adecuadamente los factores exógenos a la ciencia con la inserción de la misma en la corriente del nuevo paradigma e igualmente lograr el establecimiento de un ejercicio prospectivo que permita identificar permanentemente las áreas prioritarias del quehacer científico agropecuario para beneficio de la sociedad colombiana.

Martha Ligia Guevara Quintero
Jefe del Programa Nacional de Ciencia
y Tecnologías Agropecuarias

Capítulo 1

PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS

Colciencias

INTRODUCCION

Con este documento, el propósito de Colciencias es presentar a discusión del Simposio Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, algunos criterios básicos para la formulación del programa.

Para aprovechar las oportunidades y los desafíos que plantea la fase de liberalización de los mercados, nos hemos empeñado en la construcción de un Sistema nacional de ciencia y tecnología orientado a la generación y transferencia del conocimiento que le dé soporte a la innovación de los aparatos productivos del país. Para ello será necesaria la consolidación de importantes grupos nacionales de investigación y la creación de fuertes lazos de intercambio y asociación de estos con el exterior, los sectores productivos y la comunidad.

Este documento hace referencia a tres temas fundamentales: los principales cambios y la caracterización de las *tendencias* de la investigación y el desarrollo tecnológico en el agro, los *problemas* o limitantes que afectan este proceso en el país y las *estrategias* que un programa en este campo debería considerar.

TENDENCIAS DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA AGROPECUARIAS

Con la *revolución verde* en la década del 70, el enfoque de la investigación agropecuaria tuvo un énfasis disciplinario (mejoramiento genético, fisiología vegetal, fitopatología, entomología, nutrición vegetal, riegos y drenajes) y una orientación al desarrollo de tecnologías encaminadas al aumento de la

producción con base en insumos agroquímicos y físico-mecánicos para la producción agropecuaria. Infortunadamente, esto tuvo un alto impacto en la estructura de costos y en la contaminación del ambiente.

Dentro de este paradigma, el problema de la preservación de los recursos naturales se trató de manera marginal y como externalidad, de tal forma que las investigaciones agropecuarias condujeron a rotaciones de cultivos para conservar los suelos, la búsqueda de especies tolerantes a pocos insumos, control integrado de plagas, análisis de cultivos múltiples y evaluaciones en finca, que en nuestro país hicieron énfasis en los sistemas de ladera.

Durante el decenio del 80 se internalizó conceptualmente el propósito de disminuir los impactos ambientales, con consecuencias profundas para los programas de investigación. Surgieron entonces nuevas escuelas de investigadores centradas en la protección del ambiente, la disminución del uso de los agroquímicos y la obtención de cosechas por la vía de la agricultura orgánica. Se comenzó también a buscar la posibilidad de aplicaciones de la biología molecular a la agricultura.

Los drásticos cambios acaecidos en el último quinquenio, en especial la internacionalización acelerada de las economías y el advenimiento de un nuevo paradigma científico-tecnológico, han llevado a una nueva racionalidad de los programas de investigación agropecuaria. Un escenario de más aguda competencia y la fuerza adquirida por los movimientos ecologistas, son fenómenos que obligan a una redefinición y a una nueva configuración del balance entre la ampliación de fronteras agrícolas, la búsqueda de una mayor productividad y la conservación de los recursos naturales.

Dentro del criterio de desarrollo sostenible que define una nueva racionalidad, las labores agropecuarias deben ser concebidas como actividades económicas que no sólo satisfagan necesidades presentes sino futuras. Esto implica considerar la agotabilidad de los recursos naturales y del ambiente, este último afectado por el desarrollo de las actividades productivas. Y para que el desarrollo agropecuario pueda ser compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos, la diversidad biológica y la conservación de los recursos naturales, el saber disponible hoy, a menos de una década del año 2000, es insuficiente.

Las actividades científicas, de otra parte, están siendo reguladas por el proceso de internacionalización y por una más veloz circulación de las opciones tecnológicas entre los países. Esto conduce a que la investigación en cada país deba definirse teniendo en cuenta la existencia o ausencia de opciones tecnológicas en un mercado internacional en el cual el conocimiento verdaderamente competitivo se maneja cada vez más como un bien privado.

Para competir en el mercado mundial, las ventajas de disponer de un recurso natural ya no son definitivas. Sólo mediante la valorización del recurso, a través de la incorporación intensiva del conocimiento a los productos, pueden aprovecharse estas ventajas.

La transformación de las ventajas comparativas conduce a la desaparición de las fronteras entre el agro y la industria, a nuevas divisiones internacionales del trabajo, a modificaciones en el derecho de propiedad intelectual y a una desvalorización de la agricultura tradicional frente a la mayor importancia económica de las actividades de investigación que generan los nuevos productos o nuevas formas de producirlos, y esto trae consecuencias sociales importantes.

Las nuevas tecnologías, especialmente la biotecnología, tienen un valor estratégico, puesto que ofrecen alternativas para transformar los sistemas agroalimentarios con desarrollos asociados con la genética molecular y con la biología molecular y celular. Estas posibilidades surgen de las ciencias básicas, cuyo dominio es cada día más necesario para aprovechar el enorme potencial de la tecnología, única forma de superar las posibilidades del ambiente, aprovechar la diversidad de las especies biológicas y acrecentar, simultáneamente, la producción.

Las posibilidades de la biotecnología que permiten la obtención de variedades tolerantes a condiciones ambientales adversas, resistentes a enfermedades y que aumentan la fotosíntesis, la fijación de nitrógeno y la captación de elementos nutritivos, y, por otro lado, la producción de plaguicidas microbianos, socavan los fundamentos de la *revolución verde* y abren la puerta a un nuevo paradigma de la producción. Sólo en ese nuevo espacio que integra las posibilidades tecnológicas del pasado y del futuro es posible concebir un programa de investigaciones agrarias.

En el campo pecuario el impacto de la biotecnología también es de enormes consecuencias. Las técnicas del rADN y de los anticuerpos monoclonales, que dan origen a métodos y productos que mejoran el volumen y calidad de la producción animal, han determinado formidables cambios en las áreas del diagnóstico, prevención y control de enfermedades animales, de la nutrición y del crecimiento animal y de la mejora genética, que exigen un replanteamiento de los programas de investigación pecuaria tradicionales.

Complementariamente, los grandes avances utilizados en la información geográfica suministrada por los satélites, son elementos de orden técnico que presionan un cambio en la formulación de programas de investigación y desarrollo tecnológico agropecuarios, los cuales deben incluirse como instrumentos de gran potencial para el análisis científico y la obtención de resultados de gran precisión.

Las economías campesinas tienen una crucial importancia en un país como Colombia, en el cual aseguran el 60% de la producción de alimentos, el 30% de la economía cafetera, el 20% de la oferta de materias primas y cuando aglutinan alrededor de 5 millones de personas. Adicionalmente, la economía campesina contribuye a ampliar el estrecho espectro de la diversidad alimentaria. Esta producción debe empezar a enfrentar el proceso de apertura económica y simultáneamente continuar sustentando la *seguridad alimentaria*

del país. Las actividades de orden socioeconómico y de desarrollo tecnológico que se deben realizar para lograr un desarrollo eficiente de las áreas campesinas requieren ingentes esfuerzos y, en particular, tomar los sistemas específicos de producción campesina como objetos integrales de estudio. Se han encontrado modelos interesantes de manejo de los recursos naturales asociados con una efectiva producción para la autosubsistencia familiar y para ofrecer productos al mercado.

Modelos institucionales

Estamos en una revolución de los esquemas institucionales de investigación, apenas comparable en su magnitud con la de la ciencia y la tecnología. Una de sus características fundamentales es la sustitución de tradicionales centros de investigación autárquicos y autosuficientes, por un complejo tejido de redes de centros de investigación. Se observa una marcada tendencia a la conformación de equipos interdisciplinarios comunicados a través de redes especializadas, que adelantan la investigación en un estado de permanente competencia por la búsqueda de la excelencia y del desarrollo líder de tecnologías. La dinámica de este proceso está determinada por la formación, capacitación y emulación de los recursos humanos al más alto nivel y la planeación de sus ejecuciones investigativas según problemas y multidisciplinas.

En síntesis, existen nuevos paradigmas que determinan las tendencias actuales de la investigación y del desarrollo tecnológico del agro:

- a. Los productos agropecuarios, sus innovaciones y la tecnología son bienes de mercado que se rigen por las leyes de éste y por tanto la competitividad es un derrotero ineludible.
- b. Las nuevas tecnologías, especialmente la biotecnología, cumplen un papel estratégico de impredecibles consecuencias y que implican cambios de enfoque hacia la interdisciplinariedad investigativa.
- c. Las exigencias de mayor productividad y competitividad *versus* la sostenibilidad de los ecosistemas representan un desafío científico y una responsabilidad frente a las generaciones presentes y futuras.
- d. La prevalencia de condiciones socioeconómicas en regímenes de economía campesina implican retos no sólo sociopolíticos sino tecnológicos.
- e. La organización de las actividades científicas mediante integración de redes mundiales especializadas e interinstitucionales resulta imperativa.

PROBLEMAS DE LAS ACTIVIDADES CIENTIFICAS EN EL AGRO COLOMBIANO

Nuestro sistema institucional de investigación agropecuaria apenas ha iniciado su proceso de adaptación a las grandes transformaciones mundiales en este campo. Además, es un sistema diseñado en función de la *revolución verde* y ésta ya fue superada.

En nuestro diagnóstico del sistema institucional de investigaciones agropecuarias, preocupa la sobreinstitucionalización y el exceso de regulación estatal que han impedido la actuación de los mecanismos de mercado para acercar la diferencia entre el valor privado y el valor social de la tecnología y generar incentivos compatibles con el interés general. La presencia de numerosas entidades, con predominio de las estatales, que intervienen con múltiples funciones en el proceso de investigación y transferencia tecnológica agropecuaria, no han permitido el desarrollo de las fuerzas del mercado y sí han determinado la supervivencia de un enfoque de oferta de tecnología sin que se haya promovido la demanda de la misma.

También, se ha venido desarrollando un fenómeno positivo: el sector privado agropecuario ha creado sus propios institutos de investigación especializados por producto (Cenicafé, Cenicaña, Cenipalma, Cenibanano y Flores), y hay numerosas universidades, organismos no gubernamentales e internacionales que realizan investigación para atender los requerimientos del sector productivo agropecuario.

No obstante la citada estructura institucional de oferta de tecnologías y la existencia de un programa específico para el desarrollo del Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria, SINTAP, promovido por el Ministerio de Agricultura, la transferencia tecnológica y la asistencia técnica son en el país procesos aún precarios, a pesar de su relevancia estratégica en los momentos actuales, cuando estos servicios están empezando a ser demandados por las regiones a través de los nuevos entes autónomos del orden regional y municipal.

Por consiguiente, se puede afirmar que en el país el mercado de tecnologías agropecuarias es imperfecto, no existe una verdadera competencia entre los oferentes públicos y privados ni una demanda efectiva por parte de los entes regionales, debido fundamentalmente a tres fenómenos: el exceso de intervención estatal, la especialización de la participación privada en la oferta de tecnología y la actitud de los investigadores que abordan temas de su preferencia, muchas veces personal y no guiadas por las señales del mercado.

Respecto al potencial agroecológico, el país exhibe aparentes privilegios desde el punto de vista de la diversidad biológica y la abundancia hídrica, pero son factores aún no estudiados plenamente y en realidad no se tiene verdadero conocimiento de este potencial y las diversas oportunidades que puede ofrecer para el crecimiento de especies vegetales y animales útiles para el desarrollo nacional.

Además, este desconocimiento se complementa con la pobreza y heterogeneidad que caracterizan los suelos, la irregularidad de las precipitaciones y los limitantes topográficos que obstaculizan el acceso y ejecución de actividades agropecuarias que garanticen apropiados niveles de productividad y sostenibilidad del medio ecológico.

En el enfoque de la investigación ha dominado la orientación por producto, sin vínculos de tipo regional y al margen de los procesos de avance del conocimiento a nivel mundial y de la dinámica del mercado.

En biotecnología se han venido desarrollando importantes esfuerzos tanto públicos como privados para colocar al país en un proceso de investigación competitiva en este campo. Es digno destacar el esfuerzo del sector privado colombiano para la conformación de empresas de biotecnología impulsadas por el sector privado para la aplicación de técnicas biotecnológicas a la industria de alimentos, producción de vacunas, micropropagación de plantas (banano, café, flores, entre otros).

Por su parte, el ICA posee una valiosa infraestructura para ejecutar programas de biotecnología y bioseguridad y está iniciando un proceso de reforma fundamental con el fin de asegurar que su producción científica beneficie el desarrollo tecnológico y la transferencia de tecnología se dé en proporción a ese potencial.

A pesar de que el sector agropecuario reúne el más alto número de profesionales que han alcanzado el grado de doctorado que supera con creces lo que podría considerarse una masa crítica importante en las disciplinas científicas agropecuarias, esto no se ha reflejado en una producción científica con presencia internacional. En nuestra interpretación, ello es el resultado de la conjunción de fallas en los esquemas de incentivos a la labor investigativa, pero sobre todo a la ausencia de claridad con respecto a la indispensable asociación de investigación con publicación. El ICA cuenta hoy 1 513 investigadores profesionales, de los cuales 144 tienen el nivel de doctorado y 465 el de *magister*. Sin embargo, el número de publicaciones de los resultados de investigación es mínimo y algo similar ocurre en las facultades donde se imparte formación en ciencia y tecnología agropecuaria.

ESTRATEGIAS PARA EL PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

Para la formulación y ejecución del Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias se requieren estrategias que consulten los nuevos paradigmas del desarrollo científico del agro, contemplen los problemas nacionales y tengan en cuenta el nuevo entorno socioeconómico del país y del mundo.

Análisis prospectivo de los mercados

El programa debe orientarse continuamente por análisis prospectivos de la dinámica de los mercados tanto de productos como de tecnologías, que permitan dirigir los esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico:

- a. Hacia la promoción de investigaciones que respondan a los retos del mercado mundial y nacional, generando competitividad en la producción agropecuaria.

b. AA suplir los aspectos en los cuales el mercado no proporciona señales adecuadas. Tal es el caso de la necesidad de conocimientos básicos o el de la satisfacción de requerimientos de índole social.

Igualmente deberá transformarse la división del trabajo investigativo, de tal manera que los entes de investigación gremiales o privados orienten sus investigaciones en respuesta a las exigencias del mercado y promuevan una efectiva transferencia tecnológica, manteniendo al mismo tiempo fuertes lazos con las entidades estatales que pueden acometer estudios más orientados a los problemas científicos fundamentales (conocimiento de procesos básicos de la química, la bioquímica, la biología molecular, etcétera), indispensables igualmente para el logro de verdaderas innovaciones.

Agregado a este enfoque de mercado es necesario el diseño de una estrategia de demanda que permita a las asociaciones de municipios y demás entes gremiales y regionales la compra de tecnologías en un mercado libre y/o la adquisición de los diferentes servicios de asistencia técnica que ofrezcan las entidades de investigación y transferencia de tecnología del sector por medio de una sana competencia. En especial, se requiere fortalecer aquellos grupos privados de profesionales del agro que prestan servicios de asistencia técnica al sector productivo y que por ende permiten una ampliación de la oferta de servicios de transferencia tecnológica y promueven una mayor competitividad de las otras instituciones que desempeñan esta función.

Reorientación de los enfoques de la investigación agropecuaria

Es estratégico enfatizar la necesidad de un cambio en la orientación de la investigación por productos y líneas hacia la investigación por problemas científicos fundamentales y sistemas geográficos, culturales y sociales que impliquen el análisis de las regiones con enfoques integrales según sus posibilidades. En particular, la ciencia y la tecnología agropecuarias deben contemplar la fragilidad de los ecosistemas tropicales, aprovechar su biodiversidad y lograr el desarrollo de sistemas de producción sostenibles a través del tiempo. Esto implica un gran reto para el diseño y ejecución de investigaciones de tipo interdisciplinario que analicen integradamente esta problemática.

Otra estrategia prioritaria es la modificación de metodologías para entender las actividades agropecuarias como un sistema de múltiples interrelaciones en el que es de vital importancia no sólo la eficacia del proceso productivo primario, sino la mejora de la eficiencia de las fases de posproducción, que conlleve la reducción de las pérdidas y la racionalización de los procesos de recolección, lavado, selección, normalización, empaque, transporte, agroindustrialización, conservación y distribución de productos agropecuarios o derivados del agro.

Ante la perspectiva de la apertura de los mercados y la internacionalización de la economía, resulta, en realidad, más importante la investigación

agroindustrial que la agropecuaria. El enfoque integrado del proceso producción-consumo podría ser la alternativa óptima.

Consolidación de los grupos de investigación

Además, la investigación debe organizarse de tal forma que sea ejecutada por grupos de investigación. El individuo aislado no puede hacer investigación, de la misma manera que no la puede hacer la institución, cuya misión es proveer el entorno adecuado para que los grupos que se conformen en su seno enfrenten, ellos sí, la tarea investigativa.

Es fundamental consolidar en la investigación la labor de grupos que alcancen verdadera acción interdisciplinaria y se proyecten hacia la conformación de equipos trasinstitucionales y/o de cooperación internacional, mediante su vinculación con redes de investigadores que trabajen sobre problemas relacionados.

Los grandes proyectos deben ser el elemento aglutinador de los grupos de investigación. Debemos movernos hacia la definición de grandes tareas nacionales que promuevan la confluencia de intereses científicos y permitan superar las barreras de la individualidad y la institucionalidad, estimulando la labor científica grupal.

Actualización, renovación e incentivación de recursos humanos para la investigación agropecuaria

En este campo es prioritario desarrollar programas intensivos de actualización de los recursos humanos ya formados a alto nivel, para que éstos se inserten en los nuevos paradigmas del desarrollo científico, capaciten gente nueva en las modernas tecnologías y creen incentivos para motivar la productividad investigativa. Esto se puede organizar ya sea mediante envío de profesionales a capacitarse en universidades o centros de investigación del exterior o la realización de convenios entre los institutos de investigación especializados y las universidades regionales para desarrollar un esquema de capacitación-investigación sobre temas de interés común. Ejemplos interesantes de esta propuesta son los posibles convenios que se pueden establecer por ejemplo entre Cenicaña y la Universidad del Valle, Cenicafé y las universidades de la zona cafetera, el ICA y la Universidad Nacional, entre otros.

En materia de incentivos para los investigadores agropecuarios, se trata de desarrollar una estrategia que permita garantizarles una oportunidad de avance laboral dentro del sistema nacional de ciencia y tecnología y a su vez exigirles un adecuado nivel de productividad, el cual deberá expresarse en un buen número de publicaciones de los resultados de su labor investigativa en el orden nacional e internacional.

Igualmente, la universidad debe propender a la formación de investigadores, mediante una óptima programación académica y la ejecución de

investigaciones en combinación con centros de excelencia en investigación del país o del exterior. El propósito es que estos investigadores una vez formados conformen y consoliden núcleos de investigación que se localicen en centros nacionales o regionales de investigación.

Reforma institucional

Lo anterior implica un desafío enorme para las instituciones de investigación y les exige establecer modelos coherentes que tengan como prioridad el desarrollo de procesos de investigación y transferencia de tecnología que respondan a las exigencias de producción, productividad, equilibrio ecológico y conservación del ambiente. Se requiere que todas las instituciones capaces de desarrollar investigación agropecuaria adapten sus estructuras a las nuevas necesidades, realizando las modificaciones inherentes que, afortunadamente, se ven facilitadas por la nueva legislación de ciencia y tecnología. Las instituciones tendrán éxito a medida que logren atender las exigencias del mercado y las necesidades regionales, favorezcan la consolidación de grupos maduros de investigación que se inserten en el desarrollo científico mundial a través de la publicación masiva de sus resultados de investigación y fundamenten su acción en investigaciones básicas que les permitan incorporar los desarrollos en la frontera del conocimiento y aumentar realmente la competitividad en los mercados.

En el proceso de reforma institucional cumplen un papel preponderante las transformaciones a las que será sometido el ICA como institución de investigación agropecuaria más importante del país y a la cual mira la comunidad científica nacional con especial atención.

CONCLUSION

El cambio paradigmático frente al cual se encuentran las ciencias agropecuarias y la misma estructura de la producción en este sector en los albores del siglo XXI, exige mucho más que el simple aprendizaje de unas técnicas nuevas.

Estamos ante la necesidad de un cambio cultural que nos conduzca a aprender a incorporar simultáneamente factores tan diversos como las señales del mercado y el respeto por el ambiente, los más recientes desarrollos de la ciencia básica y la organización institucional moderna de la investigación, en un esfuerzo nacional coherente y consciente. Sólo así podremos sostenernos competitivamente en los mercados internacionales y apoyar los desarrollos sociales y económicos requeridos por cada una de las regiones del país.

Sin este cambio cultural el sector agropecuario no podrá cumplir el papel que le reclama nuestra sociedad.

Capítulo 2

PROPUESTAS PARA UN PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

LA INVESTIGACION EN SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCION AGROPECUARIA: UNA OPCION INAPLAZABLE

Enrique Murgueitio R.

Justificación

Desarrollo sostenible, el gran desafío de los próximos decenios

La expresión *desarrollo sostenible* es parte de una corriente del pensamiento occidental relativamente reciente basado en preocupaciones éticas, ambientales, económicas, políticas y tecnológicas que está siendo incorporado rápidamente en las agendas de los países, organizaciones internacionales, agencias para el desarrollo, organizaciones no gubernamentales y gremios político-económicos tanto de los países industrializados como de los subdesarrollados.

Quizá lo novedoso sea el esfuerzo por involucrar con más precisión las variables ambientales como reguladoras de los ya conocidos indicadores económicos y sociales. En los últimos se insiste en ampliar las categorías de análisis para mejorar la *calidad de vida* de los sectores más deprimidos de la población.

La comisión encargada de la elaboración del documento de carácter universal denominado *Nuestro futuro común*, definió la expresión *desarrollo sostenible* como la "posibilidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras" (The World Commission on Environment and Development, 1987).

Esta definición ha sido acusada de ambigua debido a las múltiples interpretaciones a que se presta (UICN/PNUMA/WWF, 1991); por esta razón, el *desarrollo sostenible* se vuelve una discusión compleja y llena de matices que van desde quienes propugnan, con la fortaleza de sus posiciones privilegiadas, en hacer sostenible el desarrollo sin cambiar nada a fondo el modelo económico dominante, hasta quienes esperan un nuevo orden mundial basado en la justicia social, la armonía con la naturaleza y en el respeto por el futuro de las próximas generaciones.

Así, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (Sansoucy R., 1991), para el sector rural del mundo, "este desarrollo sostenible (en agricultura, los sectores forestal y de pesca) conserva la tierra, el agua, los recursos vegetales y animales, no degrada el ambiente, es técnicamente aceptable, económicamente viable y socialmente deseable".

En la estrategia reciente de UICN/PNUMA/WWF "Cuidar la Tierra" (1991) se propone el significado para el desarrollo sostenible de "mejorar la calidad de vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan", lo cual descubre las limitantes físicas y biológicas para las actividades de la especie humana en forma diferenciada, según su localización en el planeta y el grado de fragilidad de los sistemas ecológicos.

Pero para el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, IICA (Trigo, Kaimowitz y Flores, 1991), en su "Estrategia para el desarrollo sostenible", no es posible lograr el objetivo enunciado por FAO, la Comisión sobre el Medio Ambiente y Desarrollo o el anterior enunciado de UICN/PNUMA/WWF, si *no* se regulan el crecimiento económico y el mercado de consumo (los dos paradigmas del desarrollo convencional), por valores y acciones de equidad social y conservación de los recursos naturales.

Con esto se demuestra la enorme brecha conceptual que separa el Norte del Sur en torno a la sostenibilidad y que se manifiesta en las reuniones preparatorias de la cumbre mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizado en Brasil en 1992 (borrador del informe de Colombia a UNCED/92, 1991).

Bien dice el IICA (Trigo, Kaimowitz y Flores, 1991) y muchos otros ambientalistas del tercer mundo (Patiño, A., 1991, Angel, A., 1991), que en el Sur la pobreza y el deterioro ambiental están ligados entre sí y que la fragmentación de temas para su discusión es no sólo artificial, sino alejada de la realidad; las políticas de desarrollo efectuadas en el tercer mundo han sido antagónicas a los principios de sostenibilidad de los recursos naturales y humanos, lo cual conduce al agotamiento inexorable de los mismos.

En el caso de las sociedades rurales del planeta, nada más contrastante que la propuesta del Norte sobre crecimiento cero para sus agricultores subsidiados económica y energéticamente, protegidos celosamente en los mercados mundiales, frente al campesinado del tercer mundo, obligado a intervenir los ecosistemas naturales más frágiles y biodiversos del planeta, que no

puede darse el lujo de reducir su producción debido al riesgo de sucumbir, ya que, ante todo, su lucha es por la supervivencia.

El desarrollo sostenible debe generar una economía igualmente sostenible, cuyas acciones logren mantener la base de recursos naturales para transformarlos en el presente y en el futuro. El resultado final debe ser una sociedad sostenible (UICN/PNUMA/WWF, 1991).

Impacto de los modelos inapropiados sobre el sector rural y el ambiente

El modelo de desarrollo, actualmente en crisis y reestructuración, que privilegia la urbanización, la industrialización y el comercio a expensas del sector primario de la economía, produjo enormes consecuencias negativas para el mismo, incluyendo las ambientales, que en el caso de América Latina han sido sintetizadas por el IICA (Trigo, Kaimowitz y Flores, 1991):

- Tasas de deforestación extremadamente altas: 5 millones de ha. anuales.
- Procesos de desertificación en avance: 70% de los ecosistemas secos tropicales.
- Erosión avanzada en la zona andina y montañosa de América Central: 40%-60% de las tierras potencialmente cultivables.
- La productividad de muchas cuencas estratégicas para la seguridad alimentaria está comprometida.
- Crecientes procesos de salinización y alcalinización en las mejores tierras cultivables por mal uso del riego, la mecanización y los agroquímicos.
- Una de las mayores tasas de consumo de agrotóxicos, muchos de ellos comprometidos en problemas de salud humana (19 000 envenenamientos entre 1971-1976 en América Central, según Altieri, 1991) y deterioro de otras formas de vida. Para el fin de este decenio se calcula para América Latina un consumo de agrotóxicos por un costo de US\$3,97 billones (Burton y Philogene, citados por Altieri, 1991).
- Pérdida masiva de biodiversidad por transformación de ecosistemas naturales y agrosistemas tradicionales.

En Colombia la situación no es mejor. Debido a sus características específicas de tipo geográfico, evolutivo e histórico, las consecuencias son más preocupantes que en otros países de la región:

- La población del país (cerca de 33 millones) pasó en 20 años a ser predominantemente urbana: 70% (informe de Colombia a UNCED/92, 1991); hecho que trae enormes problemas sociales, económicos y ambientales.
- La deforestación sigue siendo el más importante problema ecológico con un ritmo de entre 360 y 600 000 ha./año según el Departamento Nacional de Planeación (1991) y 820 000 según el World Resources Institute (1987).

- La erosión según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC (1988) llega al 49% del territorio nacional, y el 86% de la zona andina presenta algún grado de la misma.
- Más de 1 000 especies de plantas se encuentran amenazadas con la extinción (Departamento Nacional de Planeación, 1991) así como un número creciente de animales.
- El sistema hídrico nacional, cuarto del mundo en disponibilidad de agua dulce (59 l/s/km^2) está seriamente amenazado por la intervención de ecosistemas claves para su regulación: páramos, bosques de niebla andinos, ríos, sistemas de humedales (Departamento Nacional de Planeación, 1991).
- La acidificación de suelos por los fertilizantes químicos es especialmente notoria en la región cafetera y a causa de la deforestación en la Amazonia (Departamento Nacional de Planeación, 1991). En 1989, la agricultura del país consumió cerca de 550 000 toneladas de abonos químicos la mayoría importados, superando la tasa mundial de incremento de ventas de los mismos en un lapso de 9 años (Guerrero, R., 1991).
- El mercado de plaguicidas para la agricultura empresarial y campesina colombiana presenta en la actualidad 652 productos distintos con consumos que en 1978 superaban las 16 000 toneladas métricas (Vergara, R., 1991) ó 20 000 toneladas en 1990, según el Instituto Colombiano Agropecuario (1991). Se han presentado intoxicaciones directas, 618 casos/año (Departamento Nacional de Planeación, 1991), pero sin poderse precisar las intoxicaciones crónicas, la contaminación de alimentos y productos agropecuarios; y aún se consumen productos prohibidos en los países desarrollados como organoclorados (Rubio, F., 1991).

Sistemas sostenibles de producción: una opción prioritaria

Frente al deterioro creciente de los elementos que sustentan las actividades productivas en las distintas regiones y ecosistemas del país, urge el replanteamiento completo del modelo de desarrollo, el cual deberá darse tanto en los planos políticos y macroeconómicos, como en los contextos microrregionales y locales, especialmente de la sociedad rural, donde las posibilidades de amortiguar los deterioros tienen más aceptación que en las urbes.

Las necesidades de investigación en ciencia y tecnología para estos contextos son apremiantes, pues la generación y difusión del conocimiento es una herramienta decisiva en la búsqueda de soluciones.

Modificar los objetos sobre los cuales se investiga, las metodologías y los beneficiarios de la misma son cuestiones claves para la construcción de una sociedad sostenible en el largo plazo.

El país rural no es homogéneo: al contrario, ofrece una gran diversidad de ecosistemas y agrosistemas determinados por la variedad de regiones y

grupos culturales (Mejía, M., 1991). Desde el punto de vista económico se reconocen varios subsectores (Posada, R., 1991) que coinciden con los identificados por Chambers R. (1988) para la agricultura mundial:

- Por una parte está el sector empresarial cuyos componentes más relevantes son la agroindustria, la agricultura comercial de mercados nacionales y el sector ganadero.
- En otra realidad se encuentra la economía campesina compuesta por los campesinos minifundistas, los aparceros y colonos de las *zonas de fronteras agrícolas*.

Para la agroindustria de tendencia exportadora, que dispone de las mejores tierras del país y que será la beneficiaria de la apertura económica (Posada, R., 1991), la sostenibilidad es una cuestión de creciente preocupación debido al alto costo de los insumos sintéticos y de la mecanización, a los problemas en la disponibilidad de agua para riego, a la erosión y/o salinización de terrenos altamente productivos y a la presión creciente de los mercados internacionales por productos naturales.

La agricultura comercial se debate en la búsqueda de formas de reconversión hacia agroindustria o hacia productos de seguridad alimentaria para evitar el colapso ocasionado por la competencia internacional (Posada, R., 1991); la reducción de costos (una variable controlable si hay sustitutos tecnológicos locales), será tan importante como la mejora de precios, sobre los cuales ya no tendrán la ayuda estatal.

Obtener alternativas más baratas para mantener la fertilidad de sus suelos, realizar las prácticas de labranza, el control de plagas, enfermedades y malezas, compatibles con un manejo más sostenible en términos ambientales, podría darles ventajas comparativas frente a quienes insistan en los modelos de la *revolución verde*.

Para el sector que representa mayoritariamente la población rural, pero con menos disponibilidad de tierras en cantidad y calidad, la sostenibilidad es un problema crucial de supervivencia tanto individual como social.

Debe reconocerse ahora que el mayor número de ejemplos sistémicos o de elementos de apropiación tecnológica que encajen en los raciocinios de la sostenibilidad, se encuentran en las comunidades indígenas y campesinas aisladas geográficamente de los mercados de consumo; en donde la estrecha relación de dependencia con el ecosistema es el motor para la elaboración de formas culturales con alta utilización sostenible de una naturaleza diversa (Chambers, R., 1988, Andrade, A., 1990, Jaramillo y Acosta, 1991, Rodríguez y Van der Hammen, 1990).

Allí el respeto por los procesos ecológicos esenciales no son una elaboración del pensamiento *científico*, sino una dinámica de supervivencia mediante ensayo-error y transmitida de generación en generación en las tradiciones orales e involucradas en sus cosmovisiones.

Pero aunque es mucho lo que debe aprenderse de estas comunidades, la realidad de gran parte del mundo campesino está en una dinámica diferente, debido a su ubicación geográfica, a su inserción creciente en los mercados monetizados de las ciudades, tenencia de la tierra, presión creciente de los medios de comunicación y a la presencia permanente de agentes externos que crean nuevas necesidades y por tanto nuevos desafíos.

En estos contextos, son principalmente los factores exógenos los que determinan en el mundo campesino las crecientes presiones hacia la transformación de los ambientes naturales: incremento de la demanda de alimentos de la ciudad, deficiencias en los sistemas de producción inducidos (*revolución verde*), consumo de energía fósil en los procesos productivos, patrones de consumo (a nivel macro y microrregional), cambios en la tenencia por compra o expulsión para sectores agroindustriales o ganaderos y, sobre todo, la valoración inadecuada de los recursos naturales (Samper, C., 1991).

Ante esta perspectiva, la construcción de sistemas sostenibles de producción campesina deberá utilizar creativamente los elementos de las culturas ancestrales, la propia iniciativa campesina y los desarrollos de la ciencia moderna pero en forma crítica y selectiva.

Finalmente, el tema de la sostenibilidad le da una nueva visión a las responsabilidades de los investigadores y directores de las políticas agropecuarias, puesto que piensa en soluciones no sólo para los distintos subsectores de la sociedad rural, sino para las siguientes generaciones y para el resto del mundo.

Por tanto, el desarrollo sostenible debe ser una opción inaplazable, y la consolidación de sistemas sostenibles de producción agropecuaria son la mejor contribución que los grupos de investigación, los gremios agropecuarios y las comunidades campesinas e indígenas pueden hacerle al país.

Las grandes amenazas para la sostenibilidad agropecuaria

Los problemas que afronta el sector agropecuario no son recientes ni obedecen a coyunturas transitorias. Las crisis cíclicas por sectores y gremios son cada vez más frecuentes aunque su impacto es diferente para los distintos componentes sociales del agro.

Evidentemente, crecientes amenazas impiden incrementar la participación positiva del sector en el balance económico, social y ambiental del país.

La apertura económica es sólo un momento en la historia que nos permite analizar más objetivamente la situación. Sin embargo, debe advertirse que muchos problemas provienen de la misma estructura de la sociedad, para los cuales el nuevo modelo no tiene una respuesta apropiada y en algunos casos tenderá a agravar más.

A continuación se destacan, brevemente, las principales amenazas reales que actualmente limitan y comprometen el futuro del sector agropecuario.

Violencia

En uno de los países más violentos del mundo, necesariamente este factor es el problema más urgente de solucionar. El mapa de los conflictos armados cubre más de la mitad del país. Otra vez, como en la violencia partidista de las décadas del 40 al 60, el sector rural es el más afectado.

El mayor número de muertos no está en los principales bandos en conflicto, sean éstos guerrilla, fuerzas armadas o paramilitares, sino en campesinos y colonos víctimas de la encrucijada de los violentos. El mayor número de secuestrados lo aportan empresarios agrícolas y ganaderos. Además, un enorme capital deben entregar a través de la extorsión para poder continuar sus actividades productivas.

La tendencia, al contrario de lo que se piensa, sigue siendo el incremento de la espiral violenta.

Nada nuevo hay que decir sobre este tema, excepto insistir en que, sea cual fuere la estrategia para disminuir la confrontación, simultáneamente deben atenderse algunas de las causales más importantes del desorden social, como son el irrespeto por los derechos humanos, la injusticia social, la falta de equidad, la carencia de servicios básicos en la mayoría de la población rural, el analfabetismo, la ausencia de participación de las comunidades en las decisiones que las afectan, el problema de la tierra y de los mecanismos para que ésta produzca con eficiencia y la casi insuperable barrera de una comercialización justa.

Una sociedad sostenible debe erradicar para siempre la violencia, sus causas y consecuencias.

Deterioro de recursos fundamentales: agua y suelo

Las tendencias en la disminución de la regulación hídrica de las cuencas protectoras en activa colonización, su creciente contaminación urbana y agroindustrial, la erosión de laderas y salinización de zonas planas irrigadas aceleradamente, muestran la crisis de productividad por la cual pasan ya muchas regiones del país.

El deterioro de estos dos recursos fundamentales, agua y suelo, obedece al irrespeto que por igual hacen empresarios del agro, industriales, campesinos, colonos, municipalidades y empresas estatales.

Todos los gremios aportan generosamente a la problemática y a pesar de la creciente sensibilidad de la comunidad, son pocas las acciones concretas que se realizan.

Mantener la fertilidad del suelo es ya una ventaja comparativa para producir más barato. En el futuro habrá menos tierras capaces de producir.

Por su parte, el agua, hasta hace unas décadas una de las mayores riquezas de Colombia, será en el futuro cercano más importante que el petróleo y fuente de incontables disputas.

No cambiar estas tendencias es comprometer la sostenibilidad del sector agropecuario y de toda la sociedad, con apertura o sin ésta.

Dependencia científica y tecnológica

Mientras la formación de profesionales siga realizándose con educadores capacitados en países desarrollados y dedicados sistemáticamente a importar conceptos y tecnologías diseñadas para otros contextos, es imposible generar procesos científicos adecuados a nuestra realidad.

La dependencia nace en la mente de los investigadores que desconocen y desprecian lo propio; luego se convierte en una idea dominante que se institucionaliza.

El país necesita equipos interdisciplinarios de investigadores decididos a potenciar los recursos naturales y humanos locales, que utilicen conocimientos y herramientas científicas de distintas procedencias, pero con una clara conciencia de nuestras limitaciones y posibilidades.

Es urgente entonces replantear la formación universitaria repetitiva y trasferridora de tecnologías foráneas, por la formación del espíritu crítico, creativo, científico y comprometido con el país.

Igualmente vital es la creación de escuelas de postgrado integrales, que atiendan las necesidades de todos los sectores del agro. La formación en el exterior debe ser una herramienta de apoyo y no la única para consolidar la ciencia nacional.

Imposición de modelos productivos

No se puede repetir la historia de la *revolución verde*. Sus logros no compensan las graves consecuencias sociales y ambientales que padeceremos incluso durante varias generaciones.

La ausencia de una comunidad científica crítica hace posible que los sofismas generados en la búsqueda de una productividad artificial sean impuestos masivamente en un sector, una región y un país.

Todos los días llegarán más vendedores de tecnologías de dudosa procedencia; los mecanismos de venta e imposición serán cada vez más refinados. La sabiduría estará con quienes aprendan a seleccionar lo que puede servirnos, midiendo muy bien los costos presentes y futuros.

Apertura económica

Son crecientes las voces de preocupación con respecto al impacto negativo de la apertura sobre algunos sectores de la población, especialmente los más marginados del desarrollo.

En el caso del agro, la economía campesina, los colonos e indígenas están por fuera del interés de la política económica. Pero estos sectores representan más que un simple juego de divisas.

Cuestiones fundamentales como la seguridad alimentaria, la pacificación del país, el retroceso de los cultivos ilícitos, la conservación y recuperación de ecosistemas necesarios para las otras agriculturas y para las ciudades, dependerán de la suerte que se decida con la mayoría de la población rural, cuya reconversión a otros sectores como la industria, el comercio y la economía informal está demostrado ya, que sólo conducen a problemas más graves e insolubles.

Otra gran preocupación es la avalancha de tecnologías inapropiadas que llegarán con la caída de las barreras arancelarias; no estaremos preparados técnica ni científicamente para seleccionar lo realmente necesario.

El afán exportador traerá creciente contaminación en toda la cadena, desde la producción primaria hasta el consumidor del norte: agroquímicos, semillas híbridas, mecanización, poscosecha, empaques, transporte terrestre, aéreo y marítimo.

Todo compensado con mayor consumo de petróleo.

Con el volumen adicional exportado, habrá no sólo más recursos económicos, sino también más basura no degradable, más gases en la atmósfera, más selva tropical convertida en cartón, más ríos muertos.

Y finalmente queda la duda de si vale la pena tanto esfuerzo, cuando los países desarrollados seguirán protegiendo sus agricultores y ecosistemas.

Biotecnología de las multinacionales

Nadie puede dudar ahora de la pertenencia de la nueva revolución biotecnológica. Las inversiones que realizan las compañías multinacionales en estos campos superan muchas veces el presupuesto del tercer mundo.

La agroindustria y la agricultura comercial serán las principales receptoras de los beneficios de esta actividad, pero también quienes tendrán que pagar los altos costos de estos insumos incluyendo los derechos de patente que los acompañan.

Pero no solo habrá beneficios. El conocimiento será un secreto industrial de difícil acceso, las consecuencias ambientales impredecibles, los riesgos de alteraciones genéticas no controlables crecerán, así como los insumos derivados del petróleo, para garantizar la protección de plantas y animales cada vez menos resistentes a los rigores del trópico.

Adicionalmente, por el ánimo de competencia, en los países del tercer mundo, recursos económicos y humanos para investigaciones prioritarias serán desviados hacia procesos de investigación biotecnológica de resultados inciertos.

Energía fósil

Nuestra autosuficiencia en petróleo es muy frágil. Los atentados a los oleoductos han hecho más evidente este hecho. Quizá gracias a la guerra del golfo,

el mundo tendrá otros años de combustible fósil y sus derivados a precios moderados. Pero la amenaza a mediano y largo plazo es inevitable. Es un recurso finito.

La producción agropecuaria de la agroindustria, de la *revolución verde* y de la biotecnología será cada vez más ávida de petróleo y agroquímicos. Su sostenibilidad está amenazada cuando bajen las reservas y suban los precios. Aplazar más la inversión en investigación de fuentes alternas de energía más sana es un error histórico.

Agroquímicos

Se estima que en los países del tercer mundo todos los años mueren 10 000 personas intoxicadas con plaguicidas y otras 400 000 padecen gravemente sus efectos (UICN/PNUMA/WWF, 1991).

Cuando el Perú, a cambio de unos pocas divisas decide aceptar agrotóxicos de prohibida utilización en el mundo, está mostrando hasta dónde puede llegar la manipulación de las multinacionales, en contextos de crisis y apertura económica: ¡envenenar el país por unos dólares!

Pero la aplicación masiva de agrotóxicos no es garantía para el control de las plagas. Actualmente más de 500 especies de insectos y ácaros son resistentes a estos productos; el triple que en 1965 (UICN/PNUMA/WWF, 1991).

Si se agrega al billonario costo económico que debemos pagar por estos productos, la cuota de muertes y enfermedades de la gente en el campo, el impacto de la contaminación en todos los ecosistemas y su consecuente empobrecimiento, se debe concluir que la amenaza de los agroquímicos será cada vez mayor y todos los sectores serán responsables de la disminución de los efectos negativos.

Cambio climático global, regional y local

Los cambios en el clima mundial son una de las mayores preocupaciones científicas de los últimos años.

El denominado *efecto de invernadero* causado por las emisiones crecientes de dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno y clorofluorocarbonos, no sólo afecta el polo sur o los países nórdicos, sino a todo el planeta.

En nuestro país, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi ha demostrado el rápido repliegue de las masas de hielos y nieves perpetuas de los principales nevados del país (IGAC, 1990/1991); los trastornos climáticos ocasionan con mayor frecuencia ciclos irregulares de sequías en muchas regiones y el *Fenómeno del niño* trastorna el litoral Pacífico de toda Suramérica.

Contrario a lo que se cree, los sistemas de producción del trópico contribuyen a la emisión de dióxido de carbono, quemas de bosques y residuos agrícolas y metano, bovinos en pastoreo y lotes de arroz inundados (Gibbs, M. y Lewis, L., 1989).

La variación climática afectará mucho a todas las actividades agropecuarias, incluso puede cambiar la vocación de regiones enteras.

El país tiene que prepararse para afrontar esta amenaza. Sistemas de información y monitoreo y comunicación internacional deberán estar asociados con cambios en los sistemas productivos que reduzcan las emisiones, no sólo para contribuir al efecto mundial, sino a los trastornos climáticos locales y regionales.

Las grandes oportunidades para Colombia

El panorama de la sección anterior sería totalmente sombrío si no existiera un potencial de soluciones en nuestros propios recursos naturales y humanos, ligados, igualmente, a importantes coyunturas mundiales.

Las oportunidades de Colombia son numerosas y corresponde a toda la sociedad conocerlas y buscar los mecanismos para impulsarlas, en forma sincronizada para la desactivación de las amenazas. A continuación enumeramos las más relevantes.

Biodiversidad

Colombia con 1'141 748 km² posee únicamente el 0,77% de la superficie emergida del planeta, pero aloja en ella cerca del 10% de las especies de plantas y animales terrestres (Higgins, M. L., 1991; informe de Colombia a UNCED/92, 1991), siendo considerada por esto uno de los países de mayor diversidad biológica del planeta; entendiéndose ésta como el total de plantas, animales, microorganismos al igual que los ecosistemas y procesos ecológicos de los cuales forman parte (Samper, C., 1991, UICN/PNUMA/WWF, 1991).

El reconocimiento mundial al país como uno de los que poseen mayor diversidad biológica, incluso para algunos es *megadiversidad biológica* (CI, 1990, Miller, McNeele, 1990), ofrece unas perspectivas diferentes, que serán aun aprovechadas por el actual gobierno en la Conferencia Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo UNCED, 1992 (informe de Colombia a UNCED/92).

Ante el renovado interés internacional sobre el tema, las acciones de conservación, uso sostenible y recuperación de la biodiversidad tendrán un lugar privilegiado en la oferta de recursos económicos internacionales.

En la actualidad el Banco Mundial, con su programa Global Environmental Facility está financiando proyectos en los temas de biodiversidad y cambio climático.

Colombia está gestionando con esta entidad proyectos en dos áreas de reconocida prioridad internacional por su diversidad biológica: el Chocó biogeográfico y el Amazonas (DNP, 1991).

Sistemas productivos que conduzcan al mantenimiento de estos recursos o que replacen a los más destructivos como la ganadería extensiva y

el monocultivo, tendrán ventajas comparativas de tipo financiero en el futuro inmediato.

Diversidad cultural y agrosistémica

A pesar de todas las fuerzas en contra, la convivencia de un número importante de etnias, regiones y formas de producción, permite al país tener una oferta mayor, actual y futura, de productos no sólo para su propio consumo sino para la exportación.

Esta oportunidad será aprovechada sólo si se reconocen todos los factores de esa riqueza y si la ciencia convencional está dispuesta a aceptar que en los campesinos, los indígenas y los pequeños empresarios rurales hay un enorme conocimiento que merece recibir una atención similar que las universidades, los centros de investigación y la agroindustria.

Recursos genéticos

Gracias a la presencia en el territorio nacional de refugios pleistocénicos, centros de endemismo y especiación, así como a la conversión de parte de la diversidad biológica en recursos de utilidad por los habitantes prehispánicos (Mejía, M., 1991), el país todavía cuenta con una importante reserva de recursos genéticos que no ha sido estudiada profundamente.

En la actualidad, campesinos e indígenas ensayan y desarrollan nuevas variedades de todo tipo de plantas sin el acompañamiento de los investigadores (salvo cuando aparecen para llevarse los materiales a los bancos de germoplasma de los institutos nacionales e internacionales, sin recibir nada a cambio).

Esta situación deberá cambiar radicalmente si se quiere dinamizar este potencial, pues no debe olvidarse que la acelerada transformación cultural de indígenas y campesinos conduce a la pérdida irreparable de siglos de conocimiento sobre nuestros ecosistemas y plantas (Shultes, R., 1988).

Incluso la nueva Constitución Política del país deja en claro la necesidad de legislar sobre estos recursos, teniendo como criterios la soberanía nacional y el beneficio a la comunidad.

Construir un sistema participativo de consolidación de quienes generan recursos genéticos, será el mejor camino frente a la invasión de semillas patentadas por las multinacionales.

Mercados mundiales para la agricultura orgánica

Los consumidores de los países desarrollados, con el incremento de la conciencia ambiental y su capacidad de compra, han abierto crecientes mercados de productos naturales y orgánicos, en los que los porcentajes de incremento de los precios a veces superan el 30%, siempre y cuando se le garantice un producto sano, libre de agroquímicos y preservativos sintéticos.

Muchos productos del país podrían entrar en estas categorías y las tendencias muestran mercados insaturados de orgánicos para todas las frutas tropicales, hortalizas, panela, nueces, café e incluso nuevos productos.

Para atender estas posibilidades, es importante realizar las investigaciones que generen la producción y el mercadeo de productos orgánicos, así como la constitución de gremios fuertes que garanticen la calidad y las normas de cultivo.

La integración de instituciones oficiales, gremios, organizaciones no gubernamentales y campesinas debe ser una realidad en este renglón promisorio.

Energía solar y biomasa

El país puede considerar a la energía solar como uno de sus mayores recursos naturales y una de sus mayores ventajas comparativas.

La utilización de esta energía, aunque es incipiente en la actualidad, tiene una tendencia de crecimiento inmediato.

El país cuenta ya con algunos aportes valiosos que demuestran las bondades de estos procesos tecnológicos.

• Pero el potencial es mayor cuando se contempla que la energía solar también puede utilizarse en forma indirecta gracias a la fotosíntesis de las plantas, especialmente de aquellas con mayores habilidades fisiológicas para transformar la energía lumínica en biomasa.

Esta transformación puede incrementarse fácilmente y, por medio de procesos simultáneos, convertirse en alimentos humanos y animales y combustibles a través de la gasificación o pirólisis de la fibra (CIPAV, 1991).

La cogeneración de energía eléctrica/alimentos en la caña de azúcar para biomasa ofrece unas perspectivas inmensas al utilizar eficientemente el sol, en un sistema que sólo en el trópico es posible (Preston, T., 1992).

Modelos a nivel agroindustrial, comercial y campesino serán posibles a medida que la investigación sobre la energía logre tener prioridad.

Por el momento el potencial está subutilizado.

Capacidad de generación de ciencia y tecnología propias

El país cuenta con una importante infraestructura física y humana de investigación agropecuaria, muchas veces subutilizada o dedicada a desarrollos que han sido antagónicos a la sostenibilidad.

Aunque la inversión económica en ciencia y tecnología es modesta, la reconversión del sector es más importante que su crecimiento cuantitativo, con miras a atender tanto las amenazas como las oportunidades hacia el futuro.

En el campo de los sistemas sostenibles de producción deben anotarse logros conceptuales y resultados concretos, que permiten mostrar ya un

liderazgo internacional. Así, por ejemplo, sistemas pecuarios sostenibles desarrollados en el Valle del Cauca están siendo adaptados a varios países de América Latina, Africa y Asia.

Costos de producción de la agricultura de la revolución verde

Los productos derivados del petróleo con su tendencia al incremento de precios y el costo cada vez mayor de los productos sintéticos para mejoramiento genético, control de plagas, malezas y enfermedades, hacen evidente las continuas alzas en los costos de producción en la agricultura comercial, agroindustrial y campesina.

Además, las fabulosas inversiones de las compañías multinacionales en la investigación biotecnológica serán trasferidas a los productores en los precios, lo cual nuevamente afectará la estructura de costos.

Esta situación está empujando actualmente a muchos agricultores a la quiebra o a la reconversión en otros sectores.

Solo quienes posean grandes capitales para inversión podrán soportar estas tendencias. Sin embargo, debe mirarse con la óptica de la oportunidad para el creciente número de agricultores que no tienen esta capacidad financiera ni de endeudamiento; disminuir costos de producción es tan, o más importante que producir altos volúmenes.

Para ellos la reducción de productos sintéticos es el primer paso para la estabilidad económica.

Muchos productores empiezan a desarrollar la agricultura orgánica gracias a los altos costos de las tecnologías y están demostrando que la nueva agricultura limpia es compatible con balances económicos positivos (Vargas, M., 1991).

Líneas prioritarias de investigación en sistemas sostenibles de producción agropecuaria

Recursos, ecosistemas naturales y agrosistemas

1. Ampliar el conocimiento sobre la diversidad genética de los ecosistemas y agroecosistemas colombianos

- Caracterización y potenciación de sistemas y subsistemas de utilización de los ecosistemas naturales por comunidades locales (indígenas, negros, campesinos, colonos).
- Estudios de comercialización regional, nacional e internacional para nuevos productos agropecuarios/forestales.
- Identificación de sustitutos naturales renovables por productos sintéticos o en azotamiento cuestionados por los consumidores (fibras, resinas, aceites, marfil).
- Desarrollo de máquinas y herramientas apropiadas para procesos de transformación de nuevos productos tropicales.

2. *Alternativas de utilización racional de los bosques tropicales*

- Extracción sostenible, procesamiento y comercialización de productos no madereros de los bosques: fibras, nueces, gomas, resinas, bases medicinales, hongos, invertebrados, plantas ornamentales, frutas, etcétera.
- Cuantificación física y evaluación económica del aporte de agua para usos agropecuarios, industriales y domésticos de ecosistemas claves para el ciclo hidrológico: páramos y bosques alto andinos.
- Dinámicas de regeneración natural y recuperación artificial de bosques multipropósito en laderas andinas, regiones secas y trópico húmedo.
- Dendrología, silvicultura y mejoramiento de especies forestales nativas de potencial económico.

3. *Plantas y animales silvestres con potencial de utilidad*

- Etnobotánica y etnozología.
- Estudios de oferta y demanda de productos silvestres.
- Investigaciones básicas sobre el estado y dinámica poblacionales, potencial de adaptación y mecanismos reproductivos de especies atractivas a mercados locales, nacionales e internacionales.
- Zoocria de especies de la fauna nativa con potencial económico o amenaza de extinción (preferentemente hervíboros u omnívoros).

4. *Impacto ambiental de tecnologías agropecuarias*

- Evaluación científica de prácticas comunes en la actividad productiva que afectan los ecosistemas y las comunidades humanas: quemas, maquinaria pesada para adecuación de suelos y cosecha, vertimiento de residuos agroindustriales.
- Impacto socioambiental de los agroquímicos utilizados en el país o en solicitud de licencia: insecticidas, acaricidas, fungicidas, fertilizantes sintéticos, nematocidas, madurantes, herbicidas.
- Alternativas tecnológicas para la descontaminación de residuos y subproductos agroindustriales.
- Monitoreo a través de la biodiversidad de sistemas de producción: monocultivos agroindustriales, ganadería, sistemas campesinos.
- Evaluación del impacto erosivo de sistemas de producción, especies de plantas y animales domésticos y prácticas de manejo.
- Tecnologías y acciones para recuperar el potencial productivo de ecosistemas y agroecosistemas en procesos de degradación.

5. *Aportes a formas alternas de energía aplicadas al sector rural*

- Hidráulica de pequeña escala.
- Energía solar.
- Energía eólica.

- Bosques dendroenergéticos (leña, gas, carbón) para uso doméstico y de pequeñas industrias para distintos ecosistemas con énfasis en altoandino y bosque seco tropical.
- Adaptación del proceso de gasificación a las fibras renovables de la agricultura tropical, para generación de energía eléctrica.
- Plantas con potencial energético para fines agroindustriales de uso para alimentación y combustibles (palmas y algunos árboles).

6. *Ecosistemas acuáticos*

- Aportes científicos para la sostenibilidad de la pesca artesanal de agua dulce: ciclos naturales de las especies, tallas permisibles, vedas, métodos de captura, proceso y comercialización.
- Estudios interdisciplinarios sobre los humedales colombianos, su ecología, biodiversidad, potencial de uso, degradación actual y futura, alternativas para recuperación.
- Estado actual y prospectiva de las cuencas hidrográficas más importantes para el sector agropecuario: volumen, calidad de aguas, ciclos hidrológicos, sedimentación, contaminación orgánica, industrial y agroquímica, flora y fauna, vegetación asociada, interrelaciones con regiones agrícolas, ganaderas, forestales y mineras.
- Distritos de riego: capacidad actual, problemas y soluciones para su sostenibilidad: disminución de caudales, contaminación, ineficiencia de uso, degradación de cuencas hidrográficas.
- Innovaciones en la acuicultura empresarial y campesina no extractivista basada en recursos locales (especies de peces, crustáceos y plantas acuáticas).

7. *Cambio climático*

- Incorporación a sistemas de información y monitoreo del clima mundial.
- Monitoreo de cambios climáticos regionales y locales.
- Alternativas para disminuir el impacto del cambio climático en la agricultura empresarial y campesina.
- Medición de los aportes de dióxido de carbono y metano en los distintos agrosistemas y prácticas de manejo (quemadas).
- Evaluación del impacto ecológico, económico y social del *Fenómeno del niño* en el Océano Pacífico, los ecosistemas costeros y las regiones vecinas.

Agroecología tropical

1. *Agroindustria y agricultura empresarial*

- Alternativas para la disminución de la contaminación por agroquímicos.
- Disminución de costos y dependencia tecnológica: prácticas culturales, labranza mínima, abonos verdes, coberturas muertas, fertilización orgánica.

- Métodos mecánicos para el control de plagas, malezas y enfermedades.
- Recuperación rentable de los sistemas multiestratos de producción en café y cacao para zonas de ladera.
- Nuevos aportes al diseño de procesos de transformación de productos agropecuarios locales y regionales.

2. *Control biológico*

Basada en la recomendación de expertos del Plan Nacional de Investigación y Desarrollo de Control Biológico, Colciencias 1991:

- Taxonomía y biosistemática.
- Estudios biológicos y ecológicos de agentes controladores.
- Nutrición de insectos para cría masiva de parasitoides y predadores.
- Investigación básica en parasitoides de huevos.
- Investigación continuada sobre insectos plaga y sus enemigos naturales en cultivos comerciales de importancia socioeconómica, con alta demanda por agrotóxicos y con posibilidad de poner en práctica programas de control biológico.

3. *Biotecnología*

- Biocontroles de plagas de cultivos más demandantes de agroquímicos como algodón, flores, tomate, tabaco y hortalizas.
- Identificación de toxinas para incorporar a plantas cultivadas.
- Aporte de genes de resistencia contra enfermedades virales y fungosas.
- Desarrollo de productos biodegradables para el control de insectos plaga y malezas.
- Desarrollo industrial de micorrizas específicas para algunos cultivos tropicales, especialmente los de tipo perenne (frutales, caucho, café, cacao, árboles nativos).

4. *Agricultura orgánica*

- Investigación de mercados internacionales para productos orgánicos.
- Investigación en métodos de agricultura orgánica: fertilización, control de plagas y enfermedades, técnicas pre y poscosecha.
- Normatización y monitoreo nacional de factores indispensables para la comercialización de productos agrícolas orgánicos.

5. *Productores pequeños, economía campesina e indígena*

- Caracterización y potenciación de recursos genéticos de comunidades locales.
- Identificación de mercados internacionales para productos específicos de economía campesina.

- Recuperación de variedades tradicionales resistentes a plagas y enfermedades.
- Disminución de la dependencia y reducción de costos de producción: prácticas culturales, uso de coberturas, limpiezas manuales, fertilización orgánica.
- Desarrollo de subsistemas agrícolas campesinos: productos para ventas al mercado y consumo familiar.
- Sistemas agroforestales para zonas tropicales bajas húmedas, secas, semi-áridas, Andes altos y piedemontes andinos.
- Desarrollo de la fruticultura tropical y andina para economías campesinas con criterios agroecológicos.
- Producción de biomasa con fines multipropósitos: alimentos humanos y animales, energía renovable y reciclaje (caña, plátano y yuca de biomasa, árboles de rápido crecimiento).
- Ciclos de agua y nutrientes para agricultura de tipo perenne.

6. Reciclaje

- Sistemas para la descontaminación de aguas residuales por usos agroindustriales.
- Sistemas de reciclaje de nutrientes y desperdicios orgánicos con fines múltiples: compostaje, lombricultura, biogás.

Sistemas sostenibles de producción pecuaria tropical

1. Ganadería bovina

- Impacto social y ambiental de la ganadería extensiva en zonas de frontera agrícola.
- Desarrollo de alternativas productivas a ganadería extensiva: sistemas silvopastoriles, sistemas integrados intensivos con recursos tropicales, integración agricultura-ganadería.
- Intensificación del sistema de producción bovina de doble propósito: alimentación y suplemento estratégico con recursos locales, optimación de los sistemas de crianzas por métodos naturales, mejoramiento genético a través del cruzamiento.
- Alternativas para racionalizar la actividad ganadera en zonas altoandinas.
- Árboles forrajeros: evaluación de la oferta nacional e internacional de germoplasma, ecotipos, ciclos de nutrientes, adaptaciones ecológicas, valor nutricional, interacciones y metabolitos secundarios, métodos de propagación, diseño de cultivos, evaluaciones productivas, efectos económicos, sociales y ambientales.
- Integración de agricultura y ganadería: reciclaje de tamos, residuos de cosecha, malezas, aporte de abono orgánico, diversificación de actividades y flujos económicos.

- Aportes a la reducción de productos químicos para el control de parásitos externos: resistencia natural, controles biológicos, insecticidas y acaricidas naturales.

2. *Especies menores*

- Desarrollo de subsistemas de producción de especies menores con recursos tropicales para ovinos de pelo, patos, cerdos, conejos y cuyes.
- Evaluación del potencial de consumo y comercialización de carne de estas especies: mercados locales, nacionales e internacionales.
- Estudios para mejorar las técnicas de proceso de pieles para mercados internacionales.
- Nutrición aplicada para recursos locales.
- Mejoramiento genético por cruzamientos dirigidos.
- Aportes a la medicina preventiva de estas especies.
- Interacciones socioambientales en contextos de economía campesina o indígena.
- Recuperación y potenciales productivos de razas y líneas criollas de especies domésticas: ovinos de pelo y lana, cerdos, conejos, gallinas y cuyes.

3. *Tracción animal*

- Evaluación de alternativas por agroecosistemas, rendimientos de labor, sistemas de nutrición y manejo en especies prioritarias como búfalos, bueyes, mulares y caballos.
- Diseño y evaluación técnica de implementos, aperos y arneses.
- Aportes económicos, sociales y ambientales en contextos agroindustriales, empresariales y campesinos.

4. *Biotecnología*

- Producción de biológicos preventivos.
- Manipulación del ecosistema ruminal con metabolitos de plantas tropicales.
- Producción de proteína unicelular a partir de sustratos tropicales (mieles, jugos fermentados, fibras) con levaduras, bacterias, cianobacterias.
- Mejoramiento genético de especies, cepas y líneas para proteína unicelular.

5. *Sanidad animal*

- Desarrollo y mejoramiento de vacunas y biológicos de medicina veterinaria preventiva.
- Diagnóstico y monitoreo de enfermedades de importancia económica o zoonótica, incluyendo las de posible introducción por la apertura económica.

- Control biológico de parásitos externos de animales y plagas domésticas de instalaciones pecuarias.
- Aportes a métodos alternativos para el tratamiento de enfermedades de los animales domésticos.

6. *Producción de alimentos animales con recursos no tradicionales*

- Materiales promisorios de plantas acuáticas fijadoras de nitrógeno o descontaminadoras de aguas negras.
- Invertebrados productores de biomasa proteica como anélidos, larvas de coleópteros/dípteros, caracoles y otros.
- Plantas herbáceas, arbustivas y arbóreas ricas en proteína, energía, vitaminas o colorantes naturales.
- Potencial productivo de residuos agrícolas (tamos y pajas), agroindustriales (cáscaras, pulpas, semillas, cachazas), industriales (vinazas).

7. *Bienestar animal*

- Tendencias presentes y futuras de los consumidores del mundo desarrollado y sus consecuencias en nuestros sistemas productivos.
- Evaluación productiva del bienestar animal en los sistemas de producción tropical.
- Cuantificación socioeconómica de factores de tensión (estrés) animal por manejo/alimentación y sus correctivos.

8. *Reciclaje*

- Diseño, adaptación o potenciación de sistemas de transformación de los desperdicios orgánicos de asentamientos humanos en distintas escalas a través de la producción animal.
- Tecnologías para la descontaminación de aguas servidas.

Apoyo a la gestión de investigación de las organizaciones no gubernamentales

Las siguientes áreas temáticas se proponen para apoyar como proyectos especiales, ya sea como eventos de intercambio, capacitación y reflexión, o para su financiación directa:

- El papel de las ONG en la generación de modelos de desarrollo alternativo.
- Potencialidades, fortalezas y debilidades de las ONG en la investigación agropecuaria.
- Fortalecimiento institucional.
- Relación con comunidades locales generadoras de conocimientos.
- Consolidación de redes de intercambios a nivel regional, nacional e internacional.

- Relación con universidades, gremios agropecuarios e instituciones científicas nacionales e internacionales.
- Desarrollo o adaptación de metodologías de investigación participativa con comunidades campesinas.
- Metodologías de investigación en fincas.
- Fortalecimiento de sistemas de comunicación: redes electrónicas, revistas computarizadas, intercambios Sur-Sur.

Referencias

- Aguilar, José A. (1991). *Las organizaciones no gubernamentales y el desarrollo sostenible*. En: *II Seminario Taller Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural para el Trópico*. En prensa. CIPAV, Cali, Colombia.
- Altieri, M. A. y Yurjevic, A. (1991). *La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina*. En: *Agroecología y Desarrollo*. Consorcio Latinoamericano de Agroecología y Desarrollo, CLADES. Año 1 pp. 27, Santiago de Chile.
- Amaya, Silvia (1989). *Caracterización de sistemas de producción de ovinos de pelo en el Valle del Cauca*. En: *Informe de Investigaciones CIPAV II semestre 1989*. Cali, Colombia.
- Andrade, Angela (1990). *Sistemas agrícolas tradicionales en el medio río Caquetá*. En: *La selva humanizada. Ecología alternativa en el trópico húmedo colombiano*. Editor François Correa. Instituto Colombiano de Antropología, Fondo FEN Colombia, Fondo Editorial CEREC pp. 59-81, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Andrásko, K. (1990). El recalentamiento del globo terráqueo y los bosques: estado actual de los conocimientos. *Revista Usaylta*. Volumen 41 No. 163 p. 9 FAO, Roma.
- Angel, M. Augusto (1991). Los ricos pobres y los pobres ricos. Cumbre Brasil 92. En: *Revista Ecológica* No. 7 marzo-abril-mayo 1991 pp. 20-29. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Conferencia mundial sobre medio ambiente y desarrollo en Río de Janeiro-junio de 1992. Alcances y limitaciones. *Revista Universidad Nacional*, No. 25 enero-marzo 1991. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Arango, Carlos (1991). *Agroecología, alternativa para ecosistemas frágiles*. En: *II Seminario Taller Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural para el Trópico*. En prensa. CIPAV, Cali, Colombia.
- Becerra, Maricel (1991). *Azolla-anabaena: un recurso valioso para la producción agropecuaria en el trópico*. Serie de Manuales Técnicos No. 1 pp. 53, CIPAV, Cali, Colombia.
- Brindley, Bonita (1991). ¿Qué quiere decir, realmente "sostenible"? Algunas reglas para la marcha del desarrollo. En: *Ceres revista de la FAO* No. 128, Volumen 23 No. 2 pp. 35-38. Marzo-abril 1991. Roma, Italia.
- Brundtland, H. G. (1989). "Sustainable Development: An Overview Development". *Journal of the Society for International Development* 2/3.
- Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV (1991). *Producción sostenible de alimentos y combustibles a partir de la caña de azúcar y árboles forrajeros*. No publicado, p. 8 Cali, Colombia.
- Convenio Universidad Javeriana/CIPAV/IMCA (1991). *Maestría en desarrollo sostenible de sistemas agrarios*. Solicitud de aprobación al Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior. p. 92, Santa Fe de Bogotá.
- Chambers, Robert (1988). *To Make the Flip: Strategy for Participatory Research and Development for Undervalued Agriculture*. En: *Directions and New Working Procedures in Rural Development Research*. pp. 5-18 septiembre 1988. Editors Frands Dolberg and Clemens Stubbe Ostergaard. University of Aarhus, Aarhus, Demark.
- Departamento Nacional de Planeación de Colombia (1991). *Una política ambiental para Colombia*. Documento DNP-2544 Depac pp. 1-16. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- (1991). Plan de Política Ambiental Nacional. En: *Revista Ecológica* No. 8, julio-septiembre 1991 pp. 36-41. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Espinel, R. y Díaz F. (1991). *Evaluación técnica y económica de un sistema de producción intensivo de cerdos y bovinos con base en caña de azúcar*. Trabajo de Grado, Universidad Nacional Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia.

- Fajardo, Darío (1989). *La colonización de la Macarena en la historia de la frontera agraria*. En: *Yo le digo una de las cosas... la colonización de la Reserva La Macarena*. Corporación Aracacuara, Fondo FEN Colombia pp. 185-206. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- FAO (1983). *Protect and Produce: Soil Conservation for Development*. Citado por Deller R. (1990). En: *Intensifying agriculture and protecting the environment in the tropics*. Reporte inédito. CTA: Ede, Netherlands.
- Forero, Jaime (1989). *Presistencia y modernización del campesino en Colombia*. Unidad de Estudios Rurales de la Universidad Javeriana, p. 39, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- (1991). *la economía campesina en el municipio de Restrepo, Valle del Cauca*. Instituto Mayor Campesino, Unidad de Estudios Rurales de la Universidad Javeriana. Sin publicar. Buga, Colombia.
- Gibbs, Micael J. and Lewis, Lisa (1989). *Reducing Methane Emissions from Livestock: Opportunities and Issues*. United States Environmental Protection Agency, Office of Air and Radiation. Agosto de 1989, p. 284, Washington D. C. USA.
- Guerrero, Ricardo (1991). *Perspectivas en la producción y en el uso de fertilizantes en Colombia*. En: *Revista de la Universidad del Tolima, Serie Ciencia y Tecnología*. Volumen 5, No. 12 pp. 113-122 junio de 1991 Editor Gonzalo Palomino. Ibagué, Colombia.
- Hardouin, J. (1991). *Micro-livestock*. En: *Integration of livestock with crops in response to increasing population pressure on available resources*. Editores: T. R. Preston, M. Rosales y H. Osorio. Condit Ltda, Cali, Colombia.
- Higgins, Mary Lou (1991). *WWF Colombia Program Strategy 91-95*, proyecto. pp. 3-28. World Wildlife Fund US, Washington D. C.
- Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, Colciencias (1991). *Plan Nacional de Investigación y Desarrollo en Control Biológico de Plagas en Colombia*. Documento preliminar. Comité Nacional de Control Biológico Asesor de Colciencias. p. 25, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Instituto del Tercer Mundo (1990). *Third World Guide 91/92*. Third World Editors p. 612, Montevideo, Uruguay.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi, IGAC (1991). *Colombia, sus gentes y regiones. El nevado Santa Isabel*. No. 21 marzo 1991, pp. 50-63. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- (1988). *luelos y bosques de Colombia*. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- (1990). *Colombia, sus gentes y regiones. El nevado del Huila o Nandi; el nevado del Tolima*. No. 20 diciembre 1990 pp. 206-223. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- (1991). *Colombia, sus gentes y regiones. Nevado Cumanday o Tama (Ruíz)*. No. 22, junio de 1991, pp. 80-97. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Jaramillo, M. F. y Acosta Carlos (1990). *Usos de los recursos naturales en la comunidad AWA de Pitalpí, Ricaurte Nariño*. Informe sin publicar. Fundación para la Educación Superior FES y World Wildlife Fund US. Cali, Colombia.
- Mejía, G. Nario (1991). *Colombia, aproximación a la problemática de los recursos genéticos*. Centro de Educación, Promoción e Investigación para el Desarrollo Comunitario - Ceproid, p. 46, Palmira, Colombia.
- Mejía, C. E. Rosales, M., Vargas, J. E. y Murgueitio, E. (1991). *Intensive Production from African Hair Sheep Feeding Sugar Cane Tops, Multinutritional Blocks And Tree Foliage*. En: *Livestock Research for Rural Development* Volumen 3 No. 1, pp. 53-58. CIPAV, Cali, Colombia.
- Molano, Alfredo (1990). *Selva adentro. Una historia oral de la colonización del Guaviare*. El Ancora Editores; segunda edición 1990 p.138, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Murgueitio Enrique (1990). *Intensive Sustainable Livestock Production: An Alternative to Tropical Deforestation* En: *AMBIO a Journal of the Human Environment*. Volumen XIX No. 8, diciembre 1990 pp. 397-400. Stockholm, Sweden.
- Parra, Rodrigo (1987). *La zootecnia de las especies silvestres de América: ¿qué tenemos y qué podemos esperar?* En: *Memorias del Congreso Nacional de Zootecnia*. Cali, Colombia.
- Patino, Anbal (1991). *Ecología y compromiso social. Itinerario de una lucha*. Fondo Editorial CEREC p. 342, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Patriquin, D. (1991). *El papel de la biomasa en la conservación de nutrientes del suelo en el trópico*. En: *II Seminario Taller Internacional sobre sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural para el Trópico*. En Prensa. CIPAV, Cali, Colombia.
- Perón, N., Lmas, T. y Fuentes, J. L. (1991). *El ovino pelibuey de Cuba*. Revisión bibliográfica de algunas características productivas. En: *World Animal Review* No. 66 1991/1. FAO Roma, Italia.

- Posada, Rafael (1991). *El impacto de la apertura económica y el nuevo contexto de la política macroeconómica para la investigación agropecuaria*. Corporación Programa Colombiano en Administración de la Investigación Agraria-Procardi. En: Seminario-taller "Sistema de investigación Agraria: Relaciones entre el sector Público y Privado", noviembre de 1991. Cali, Colombia.
- Praguer, Martin (1991). *Avances sobre investigación en sistemas agroecológicos*. En: *II Seminario Taller Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles y desarrollo Rural para el Trópico*. CIPAV, Cali, Colombia.
- Preston, Thomas R. (1990). *Future Strategies for Livestock Production in Tropical Third World Countries*. En: *AMBIO a Journal of the Human Environment*. Volumen XIX No. 8 diciembre de 1990 pp. 390-393. Stockholm, Sweden.
- (1990). *Livestock Production System for the Tropics that are Sustainable and Protective of the Environment*. En: *Livestock Feeding Systems for the Caribbean, using Non-Conventional Feed Resources*. pp. 9-18. Caribbean Agricultural Research and Development Institute CARDI and Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation CTA. St. John, Antigua.
- (1992). *La refinera de biomasa: desafío para el Valle en el año 2 000*. Centro de Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV. En prensa p. 3, Cali, Colombia.
- Preston, Thomas R. y Leng, R. (1987). *Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Subtropics*. Penambul Books Ltd, Armidale NSW, Australia.
- Preston, T. R. y Murgueitio, E. (1987). *Tree and Shrub Legumes as Protein Sources for Livestock*. En: *Forage Legumes and other local protein sources as substitutes for imported protein meals*. Editor: D. Walmsley. CTA: Wageningen and CARDI: pp. 94-104. Trinidad.
- República de Colombia (1991). *Informe Nacional para la Conferencia de Medio Ambiente y Desarrollo 1992*. Versión Preliminar p. 58 Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Rodríguez, C. y Van der Hammen, C. (1990). *Ocupación y utilización del espacio por indígenas y colonos en el Bajo Cauquetá*. En: *La selva Humanizada. Ecología alternativa en el trópico húmedo colombiano*. pp. 189-225. Editor François Correa. Instituto Colombiano de Antropología, Fondo FEN Colombia, Fondo Editorial CEREC. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Rubio, T. Felipe (1991). *El cartel del norte. La agricultura químico-dependiente*. En: *Revista ecológica* No. 8, julio- septiembre de 1991 pp. 50-54. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Salazar, J. y Torres, J. (1981). *La tecnología del ganado de carne*. En: *La ganadería de carne en Colombia*. Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca y Fondo ganadero del Valle del Cauca. Cali, Colombia.
- Samper, Christian (1991). *Conservación de los recursos naturales y de la biodiversidad*. En: *II Seminario Taller Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural para el Trópico*. En prensa. CIPAV, Cali, Colombia.
- Sansoucy, René (1991). *Las instituciones internacionales de asistencia técnica y el desarrollo sostenible*. En *II Seminario Taller Intenacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural para el Trópico*. En prensa. CIPAV, Cali, Colombia.
- Sarria, P., Villavicencio, E. y Orjuela, L. (1991). *Utilización de follaje de nacedero (Trichantera gigantea) en la alimentación de cerdos de engorde*. En: *Informe técnico del Proyecto Investigación y Capacitación en Tecnologías Pecuarias Sostenibles para el Desarrollo Rural*. Mayo 1991 pp. 64-73. CIPAV, Cali, Colombia.
- Solarte, Luis (1990). *El problema de energía doméstica rural y los biodigestores de flujo continuo*. Datos sin publicar, CIPAV, Cali, Colombia.
- Swedish Agencia for Research Cooperation with Developing Countries SAREC (1992). *A Strategy for Sustainable Livestock production in the Tropics*. 88 p. en prensa. Stockholm, Swedish.
- The World Commision on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford, Londres, UK.
- Trigo, E., Kaimowitz, D. y Flores, R. (1991). *Hacia una estrategia para un desarrollo agropecuario sostenido*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Programa de Generación y Tránsito de Tecnología, 62 p. San José, Costa Rica.
- Unión Mundial para la Naturaleza UICN, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente PNUMA y Fondo Mundial para la Naturaleza WWF. p. 258, octubre de 1991, Gland-Suiza.
- Vaccaro, Lucía (1991). *Sustainable Cattle Breeding for the Tropics*. En: *Livestock Strategies for Regions with High Population Pressure on Land Resources*. Editores: T. R. Preston and M. Rosales. CTA, Wageningen, Netherlands (en prensa).

- Vargas, Mario (1991). *Experiencias personales en agricultura comercial orgánica en el distrito de riego Roldanillo-La Unión Toro*. En: Seminario Internacional sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles y Desarrollo Rural para el Trópico. CIPAV, Cali, Colombia.
- Vergara R., Rodrigo (1991). *Los plaguicidas: usos toxicidad y problemas en ambiente y salud*. En: *Revista de la Universidad del Tolima*. Serie Ciencia y Tecnología Vol. 5 No. 12 pp. 123-142. Editor Gonzalo Palomiro. Ibagué, Colombia.
- World Resources Institute WRI (1987). *World Resources*. International Institute for Environment and Development. New York, USA.

REASIGNACION DE RECURSOS EN LA INVESTIGACION Y TRASFERENCIA DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA

Rafael Posada Torres

Introducción

La investigación y la transferencia de tecnología agropecuaria en Colombia están enmarcadas por un sistema informal en el que junto con el Estado participa un gran número de instituciones privadas, que a su vez muestran una amplia diversidad con respecto a su conformación jurídico legal, sus fuentes de financiación, sus sistemas de asignación de prioridades y sus metodologías de seguimiento, evaluación y control.

Esta observación inicial sugiere que existe una disponibilidad de recursos financieros, físicos y humanos, que supuestamente deben ser reasignados para mejorar su utilización en términos de eficiencia, medida como su contribución directa a la implementación del nuevo modelo de desarrollo económico adoptado.

Los documentos más recientes indican que el mayor porcentaje de recursos disponibles para las investigación están concentrados en el Estado, a nivel central, mientras que los recursos disponibles para transferencia están dispersos en su mayoría, a nivel regional, tanto en el Estado como en el sector privado. Por tanto, sería posible plantear la hipótesis de que el esfuerzo de reasignación de recursos para la investigación debe darse inicialmente en el sector público.

La investigación agropecuaria en el sector público ha hecho importantes contribuciones, las cuales han permitido el desarrollo de un subsector denominado agricultura comercial, basado en la producción de cereales y oleaginosas. Pero existe consenso en que el modelo institucional del Estado está agotado y que al persistir en su utilización se ha producido una brecha entre los objetivos académico-científicos de los investigadores y las necesidades de los productores agropecuarios, los procesadores agroindustriales y las características de la demanda de los consumidores nacionales e internacionales.

Tres variables deben ser analizadas en este proceso de reasignación. Primera, los criterios que en el pasado se utilizaron para asignar prioridades de

investigación y transferencia. El más importante de estos criterios, dentro de los conceptos de desarrollo económico en una economía cerrada, era el incremento de la oferta de alimentos básicos que por su característica de bien-salario tenían una incidencia importante en la evolución del índice de precios.

La segunda demanda determinante de la asignación de prioridades se relaciona con el tipo de investigación seleccionada. La *revolución verde* abrió la posibilidad de mejorar la productividad de los diferentes factores de producción a través del mejoramiento genético y del uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos. Siguiendo las tendencias internacionales, la investigación agrícola en Colombia se concentró en el ciclo vegetativo de la producción.

La tercera variable está relacionada con la estructura de la investigación, que limitó el desarrollo de programas regionales y se concentró en la obtención de variedades que tenían una adaptabilidad a nivel nacional. Otra característica de la estructura de la investigación fue el énfasis dado a la agricultura que se desarrolla en los valles interandinos.

A raíz de los cambios que se han dado en el país en los últimos años, concentrados en cuatro procesos (descentralización administrativa, privatización de actividades, democratización de los procesos políticos y apertura económica), el actual sistema de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria ha sido cuestionado, en especial el papel que el Estado debe cumplir dada su gran influencia, derivada de la concentración de recursos de que dispone para estas funciones.

Tácitamente, al cuestionar el papel del Estado se supone que otros sectores, en especial el sector privado y la comunidad científica internacional, deben también adaptarse a los nuevos escenarios socioeconómicos y políticos que caracterizarán al país en las dos próximas décadas. Una parte del sector privado, el exportador, ha desarrollado sus sistemas independientes; otra parte, la agricultura comercial, es receptora pasiva de la técnicas y materiales que se desarrollan en el sector público. La economía campesina con algunos casos excepcionales ha estado desvinculada de los cambios tecnológicos. La comunidad científica internacional actúa independientemente, por lo general de forma exacta, tendiendo a remplazar al Estado en las regiones más apartadas del territorio nacional.

Al hablar acerca de una reasignación de recursos en la investigación agropecuaria surgen varios temas como:

- a. Qué alternativas existen para realizar esta reasignación.
- b. Qué estrategias pueden analizarse para poner en práctica este cambio.
- c. Cuáles son los principales limitantes al proceso.
- d. Cuáles son las condiciones mínimas que deben darse para tener el impacto esperado.
- e. Cuál es el papel de los sectores público y privado en la transformación del actual sistema, informal, de investigación y transferencia agropecuaria.

Este documento pretende resumir los puntos y reflexiones más importantes de cada uno de estos temas, presentados en los foros más recientes.

Alternativas

Dos opiniones encontradas han surgido con respecto a los efectos finales de la implementación del nuevo modelo de desarrollo económico, fundamentado en la libre movilidad de bienes, servicios y capital, en el sector agropecuario. En forma optimista, varios analistas plantean la hipótesis de que el nuevo modelo permitirá identificar y cautivar nuevos mercados de exportación para productos de origen agropecuario con un grado relativamente alto de transformación y elaboración; paralelamente, será posible incrementar la importación de equipos, maquinaria y conceptos de administración, que mejorarán el nivel tecnológico del sector, aumentando la productividad de los factores. Los efectos positivos se irradiarían a través de los encadenamientos hacia atrás y hacia adelante en la llamada cadena agroalimentaria.

En forma pesimista, otros estudiosos prevén que el ritmo de crecimiento de las exportaciones estará seriamente limitado por las tradicionales restricciones comerciales, arancelarias y sanitarias de los países desarrollados y la fuerte competencia de los otros países en desarrollo que ya han adoptado este mismo modelo. Adicionalmente, este grupo considera que la actual estructura productiva del sector agropecuario se verá amenazada por las imperfecciones que presentan la mayoría de los mercados internacionales de alimentos y materias primas de origen agropecuario, perdiendo su participación en los mercados domésticos. Adicionalmente se dan argumentos relacionados con la seguridad alimentaria.

Estos dos extremos polarizan las alternativas de reasignación de los recursos disponibles para la investigación. En términos de análisis de portafolio, el enfoque optimista presenta una alternativa: concentrar la investigación agropecuaria para garantizar las exportaciones, con un valor esperado muy alto y una varianza, o riesgo, también muy grande. Contrariamente, el enfoque pesimista presenta una alternativa con un valor esperado y una varianza bajos, manteniendo la investigación con un enfoque hacia los mercados internos.

Aplicando el sentido común, o un elaborado modelo matemático, la solución salomónica es situarse en una posición intermedia entre estos dos extremos teóricos, reconociendo algunas de las características principales de cada alternativa.

Por ejemplo, en términos de la demanda internacional se observan tres subsectores:

- a. La demanda por productos finales, o terminados, que incuestionablemente tiene su punta de lanza en los aspectos relacionados con el mercadeo y la satisfacción de las demandas del consumidor final.

- b. La demanda por materias primas, en la que la competitividad vía precios y calidades son los principales condicionantes.
- c. La demanda por insumos de origen biológico en la que la diversidad genética presente en las regiones tropicales crea incuestionables ventajas comerciales.

A nivel nacional, la disponibilidad de alimentos y materias primas ha cedido terreno a otros factores críticos como son los problemas de acceso, que involucran simultáneamente niveles de ingreso real y precios relativos, y los nuevos criterios de competitividad y oportunidad, debido a que los costos financieros, de transporte, de transformación y almacenamiento tienen una alta participación en la composición del valor agregado del producto final.

Los planteamientos anteriores, sobre el qué investigar en términos de productos finales y materias primas, aunque complejos tienen para el ciudadano común un sentido de racionalidad. Más aún: los inversionistas e industriales pueden ofrecer criterios muy válidos, basados en la rentabilidad económica y viabilidad comercial que *a priori* ellos perciben. De ahí que una alternativa es darle al sector privado una mayor participación en la toma de decisiones sobre el qué investigar.

Si se acepta esta división de productos, exportables y de consumo doméstico, como grandes alternativas del qué investigar es necesario e importante reconocer explícitamente que ellas no son excluyentes entre sí y que la evaluación de cada una debe tener un enfoque diferente. El entorno económico de los exportables gravita alrededor de las características de la demanda del consumidor final y de la capacidad del oferente de detectarlas e interpretarlas. Las fuerzas del mercado de los productos para el consumo doméstico están regidas por un complejo de variables políticas en las que predominan la protección de los productores locales y la exportación de excedentes con la ayuda de subsidios estatales.

Además, hay que tener en cuenta que el proceso de toma de decisiones sobre el qué investigar se convierte en un tema cada vez más abstracto cuando independientemente del producto final o materia prima se deben asignar recursos entre alternativas como la investigación básica, la investigación aplicada y la transferencia de tecnología. En esta etapa el papel protagónico debe ser liderado por la comunidad científica.

De nuevo, asumiendo una metodología de análisis por portafolio, el retorno esperado y su correspondiente varianza en la investigación básica son grandes frente a la investigación aplicada y a la transferencia de tecnología.

Los tres tipos de investigación tampoco son excluyentes entre sí, al contrario, su complementariedad condiciona el logro del objetivo final de todo el proceso, la utilización del nuevo paquete tecnológico por parte del productor. El factor tiempo, tomado como una variable de oportunidad, hace incluir el concepto de simultaneidad de estos tres tipos de investigación dentro del

diseño de una estrategia para la reasignación de los recursos disponibles y la reorganización de las funciones que cada sector (público, privado y comunidad internacional), deba cumplir.

Implícitamente, en el nuevo modelo de desarrollo económico adoptado se supone existe un conjunto de nuevas tecnologías para ser transferidas de una forma directa a los productores nacionales. En algunas áreas este supuesto tiene gran validez, por ejemplo en comunicaciones, electrónica e informática. Pero en el caso agropecuario su aplicación no puede ser generalizada.

Sería poco aventurado afirmar que en aspectos como investigación de mercados, manejo de productos, técnicas de procesamiento, transformación y empaque, modalidades de almacenamiento y transporte, etcétera, Colombia tiene la probabilidad de adquirir conocimientos en forma directa a través de su alquiler o su compra. Probablemente, por razones de economía de escala y de protección vía patentes, estas áreas serían de interés para los inversionistas privados extranjeros.

Con respecto a investigación aplicada, Colombia tiene una amplia experiencia en productos como café, flores, banano, arroz, azúcar, papa, yuca, cereales, etcétera. En gran medida, las instituciones de investigación agropecuaria están diseñadas para realizar este tipo de investigación. Paralelamente existe una oferta internacional, a través de los centros internacionales de investigación agrícola y las redes internacionales de investigadores, de técnicas y metodologías que pueden ser aplicadas en diferentes productos.

El sector privado paulatinamente ha ido desarrollando una estructura de investigación y transferencia de tecnología en los subsectores exportador y agricultura comercial. Este proceso permite plantear la alternativa de darles explícitamente a estos subsectores una mayor responsabilidad e independencia institucionales. La organización política de tipo gremial por producto y la existencia de instrumentos de financiación parafiscal facilitarían la ejecución de esta alternativa.

En disciplinas aplicadas de mejoramiento vegetal, fitopatología, entomología, suelos y agronomía en general, el sector público colombiano tiene un inquestionable liderazgo en América Latina. En este caso el punto crítico es reasignar estos recursos hacia actividades que tengan una mayor retorno económico y social, congruente con las necesidades y los requerimientos de los productores y consumidores.

El gran vacío en el sector agropecuario colombiano se encuentra en la investigación básica. No existen los recursos físicos, financieros, ni humanos para realizar este tipo de investigación. Esta carencia tiene tres implicaciones en el largo plazo:

- a. El país deberá conformarse con ser seguidor, en lugar de innovador, en materia del conocimiento tecnológico agropecuario, con su consecuente menor rentabilidad.

- b. El número de probabilidades sería siempre limitado y el avance logrado siempre desfasado y retrasado.
- c. La brecha tecnológica existente sería cada vez más grande, limitando el aporte de la comunidad científica.

No hay duda de que independientemente de lo que se haga en las otras dos áreas, investigación aplicada y transferencia, el país debe inmediatamente asignar recursos que le permitan entregarle a la próxima generación una estructura primaria de investigación básica.

La universidad pública, hoy desvinculada institucional y operacionalmente del proceso de generación de tecnología agropecuaria, debe cumplir una doble función:

- a. Capacitar y producir los nuevos investigadores.
- b. Generar los conocimientos básicos requeridos por la comunidad científica dedicada a la investigación aplicada, tanto en el sector público como en el privado.

Estrategias

El siguiente tema que merece discusión es la reasignación de los recursos naturales para la investigación y transferencia de tecnología en el sector agropecuario es el referente a las estrategias. Inicialmente se pueden mencionar tres temas. En primer lugar, ya discutido, está la decisión de concentrarse en una investigación nacional o permitir la introducción de tecnologías e investigadores extranjeros; en segundo lugar, la participación del sector privado frente al sector público; y finalmente, la concentración de los recursos en unos pocos productos y áreas específicas frente a una dispersión amplia que satisfaga los requerimientos de todas las regiones geográficas y todos los estamentos de la sociedad.

En el primer tema es obvio que existen en el extranjero tecnologías y metodologías que pueden ser fácilmente introducidas, apropiadas y adecuadas a condiciones especiales del país. Sin embargo, es necesario recordar que esta estrategia en el pasado creó unos sesgos muy marcados en favor de la utilización intensiva de algunos recursos productivos, especialmente capital, creando una discriminación contra algunos sectores de la sociedad y algunas regiones naturales, como fue el caso de las economías campesinas y las zonas de ladera. Sólo recientemente en su evaluación se ha tenido en cuenta el impacto negativo sobre los recursos naturales, en especial los no renovables.

Dadas las condiciones muy particulares del país, determinadas por variables geográficas, económicas, sociales y culturales, algunas áreas de investigación específicas no están dentro de la agenda ni del mandato de alguna organización internacional de investigación; por tanto, cuando ellas

sean requisito indispensable para el logro de un objetivo o la ejecución de una política deben ser realizadas con recursos propios.

En el segundo tema, la participación del sector privado, la experiencia ha mostrado que ella está condicionada por la probabilidad de que este sector pueda internalizar y capturar los beneficios resultantes de la inversión que haga. Reforzando la anterior idea está el concepto acerca del nuevo papel que debe desempeñar el Estado. Esencialmente se ha planteado que el Estado debe concentrarse en orientar y crear las condiciones para que los individuos puedan realizar sus actividades. En este sentido las tareas de investigación estarían claramente divididas. El Estado debería concentrarse en investigaciones básicas y aplicadas, que generen nuevos conocimientos, mientras que el sector privado podría, a través de la investigación aplicada y la transferencia de tecnología, hacer uso económico de estos conocimientos.

Adicionalmente, la función social de la investigación y transferencia de tecnología debe ser asumida por el Estado. Es conveniente aclarar, en especial para los planificadores, que la contribución de la investigación para resolver problemas de tipo estructural, como la tenencia y distribución de recursos o las distorsiones de los mercados internacionales, es muy limitada, si no nula.

Los argumentos para el tercer tema relacionado con la concentración frente a la dispersión de actividades se encuentra en la priorización de actividades y la valoración y apreciación de los recursos disponibles. Intuitivamente se concluye que la actual dispersión de los recursos debe ser reducida. El nuevo modelo de desarrollo y la necesidad de preservar los recursos naturales disponibles, de por sí limita el número de actividades. Una política clara de asignación de recursos a nivel central deberá inducir la búsqueda y obtención de recursos a nivel regional, en especial en el sector privado.

FIGURA 1. Mapa de alternativas. Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria.

	Sectores			
	Público		Privado	Comunidad internacional
	ICA	Universidad		
A. Productos exportables				
Investigación básica	X	X		X
Investigación aplicada	X		X	
Transferencia	X		X	
B. Productos mercado interno				
Investigación básica	X	X		X
Investigación aplicada	X		X	
Transferencia	X		X	

El mapa de alternativas de la figura 1 resume toda la discusión anterior. El sector público debe enfrentar, por lo menos inicialmente, todas las responsabilidades, dado que tiene que cobijar el subsector campesino que estructuralmente no posee la capacidad de actuar independientemente. El sector privado deberá enfrentar los retos de la investigación aplicada y la transferencia en los subsectores exportador y agricultura comercial. La universidad pública debe ser el puente o intérprete, entre la comunidad internacional y los científicos nacionales.

La discusión de las alternativas y estrategias enumeradas tienen que crear un marco teórico claro que fundamente la organización del Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria, por lo menos con tres componentes:

- Priorización de actividades.
- Identificación, evaluación y asignación de recursos.
- Seguimiento, control y evaluación.

El desarrollo de estos tres componentes debería ser la agenda de trabajo del Consejo de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias.

Limitantes

La investigación y transferencia de tecnología en el sector agropecuario como política de desarrollo deben estar enmarcadas dentro de los lineamientos generales del Plan Nacional de Desarrollo. En consecuencia, antes de hacer el ejercicio de reasignación de recursos es indispensable determinar claramente los objetivos de tipo general que se pretenden alcanzar con esta política. En términos generales, el principal objetivo de una política de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria es el de incrementar la productividad de los factores de producción, con el propósito de mejorar su competitividad en la fabricación de alimentos y materias primas tanto para los mercados internos como los externos.

Este requerimiento, competir frente a terceros, es un limitante que determina específicamente productos y áreas de investigación.

El segundo limitante está determinado por la disponibilidad y el mantenimiento de los recursos naturales. Este limitante introduce el factor tiempo en el concepto de competitividad internacional anotado anteriormente. La experiencia adquirida con la aplicación de tecnologías degradantes del ambiente y discriminatorias en el uso de determinados factores de producción debe ser utilizada en este proceso de reasignación de recursos.

La capacidad instalada tanto en investigación y transferencia, como en producción y mercadeo se constituye en el tercer limitante. Cualquier decisión debe considerar estas tres variables. Un énfasis especial se debe dar al problema del mercadeo. Las nuevas tendencias de la estructura de la demanda, que exige parámetros especiales de calidad y presentación, combina-

das con la capacidad de compra de los consumidores potenciales, determinan la canasta de productos que el país podría ofrecer de una manera competitiva. Por su parte, la disponibilidad de capital, maquinaria y equipos y la capacidad de gestión determinan el nivel y la posibilidad de absorción de nuevas tecnologías que tengan los sectores primarios y transformadores. Finalmente, la actual capacidad instalada de investigación y transferencia debe ser incrementada, especialmente en las áreas de generación de nuevos conocimientos, a través del fortalecimiento de la investigación básica. Consideraciones acerca de cómo cerrar la brecha tecnológica existente con respecto a los países más desarrollados deben ser incluidas en el análisis de este limitante.

En la discusión de los limitantes para la reasignación de recursos en la investigación y transferencia de tecnología es necesario incluir algunas variables de orden estructural. En el país, el tamaño absoluto y relativo de los presupuestos asignados para estas actividades dentro del total de gastos públicos y privados determinan el número y la intensidad de las actividades. Aunque por una parte se argumenta que hay recursos disponibles suficientes dentro de la actual estrategia, basada en la investigación aplicada y la transferencia, la conceptualización y aplicabilidad de una nueva estrategia, basadas en el estudio de mercados y el fortalecimiento de la investigación básica, demandarán un flujo adicional de recursos.

La posibilidad de obtener este flujo adicional dependerá en gran medida de que las tasas de crecimiento de la economía permitan generar excedentes para hacer este tipo de inversiones. Esto implica que la reasignación de recursos en la investigación y transferencia de tecnología debe completar una gradualidad que permita obtener resultados en el corto plazo, aunque estos no sean espectaculares desde un punto de vista tecnológico moderno, y romper el círculo vicioso dado por la relación entre avances en la investigación y la disponibilidad de recursos.

La inercia institucional del sector público, tanto en el ICA como en la universidad, frente a la pasividad y recelo del sector privado crean un limitante de tipo político para concretar los cambios que se están planteando, y más aún, necesitando en los procesos de investigación y transferencia de tecnología en el sector agropecuario. A juicio personal, compartido por varios colegas, la eliminación de este limitante debe provenir de un agente externo. Es aquí donde, para lo cual hay también un consenso, la Ley de Ciencia y Tecnología toma una dimensión de operatividad. En el caso particular del Consejo de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, su filosofía de acción debería basarse en el objetivo de hacer políticamente atractivo e institucionalmente viable la implementación de un sistema nacional de investigación agropecuaria.

El más serio limitante estructural de tipo externo es la presencia de subsidios, aranceles y regulaciones fitosanitarias en los mercados más atrac-

tivos, ubicados en los países más desarrollados. Este limitante paralelamente descarta una serie de productos e identifica áreas específicas de estudio.

Condiciones de impacto

La *revolución verde* siempre es tomada como ejemplo cuando se quieren resaltar las bondades de la investigación y transferencia de tecnología en el sector agropecuario. Esto se debe al gran impacto que la introducción de las variedades mejoradas de altos rendimientos produjo en la disponibilidad de los alimentos en los países de bajos ingresos. En la investigación agropecuaria se han logrado otros avances científicos importantes, que no han tenido un impacto tan espectacular.

En cierta forma, la reasignación de los recursos disponibles para la investigación y transferencia de tecnología que ha sido planteada intenta buscar un mayor impacto. No se desconoce el trabajo realizado por los investigadores nacionales, especialmente en el campo de la investigación aplicada, pero se cuestiona su actual orientación, sobre todo en relación con su impacto en los niveles de productividad, disminución de costos y creación de competitividad frente a los productores de otros países. Es conveniente, entonces, tratar de identificar algunas condiciones mínimas que garanticen un impacto derivado de la reasignación de recursos que se está planteando.

La primera condición identificada es la disponibilidad de mercado para el bien final o la materia prima que va a producirse. La investigación, o inteligencia de mercados, es requisito indispensable antes de hacer cualquier inversión en investigación. Estos trabajos se deben centrar en actividades que permitan identificar, caracterizar, desarrollar y mantener mercados especiales. Ejemplos típicos, de donde se pueden sacar experiencias a nivel nacional, son los actuales productos de exportación.

Una segunda condición de impacto es la capacidad de generar enlaces de tipo económico con el resto de los sectores de la economía. Por ejemplo, se plantea el uso de mano de obra no especializada, de equipos y maquinaria de origen nacional, de infraestructura ya disponible, etcétera, como los enlaces hacia atrás más deseables. Por su parte, todo proceso agroindustrial que aumente el valor agregado, reduzca los riesgos provenientes de la perecibilidad y manipulación, y que satisfaga los requerimientos del consumidor final, aumenta la probabilidad de obtener un impacto positivo.

La reasignación de recursos para la investigación y transferencia de tecnología en el sector agropecuario no puede estar desligada del apoyo estatal y social. Ilustraremos dos casos opuestos. Por una parte, el caso de la droga, que a pesar de su gran rentabilidad económica es rechazada totalmente y sin ningún condicionamiento por todos los elementos de la sociedad. El caso opuesto es el del café y de otros productos de exportación, cuyas actividades de investigación y transferencia se realizan sin el menor cuestiona-

miento. La selección de productos y técnicas debe ser entonces sometida a una consideración previa de la comunidad.

Un caso muy particular del anterior argumento es el de la sostenibilidad. Existe un creciente consenso sobre la necesidad de proteger el ambiente. Este consenso va a determinar unas restricciones muy claras de parte de la sociedad para la utilización de determinadas técnicas. En este aspecto, uno de los costos de tercer orden que se le atribuyen a la *revolución verde* es la disminución de la variabilidad genética y la desaparición de especies nativas.

Otro aspecto de la sostenibilidad es lo económico y lo social. Los proyectos que *ex ante* muestran una alta rentabilidad económica no necesariamente pueden contribuir al mejoramiento social de las comunidades donde se ejecuten. También la *revolución verde* ha mostrado que el acceso a determinados recursos, por ejemplo capital, condiciona el acceso a una tecnología. Este problema se torna más complejo cuando la variable inversión extranjera es incluida en el análisis.

Dentro de este rompecabezas de condiciones de impacto surge la utilización de nuevos métodos y ciencias, como una de las pocas alternativas para alcanzar verdaderos avances tecnológicos. La brecha tecnológica existente debe ser reducida, razón por la cual se proponía en una sección anterior que la inversión en investigación básica es ineludible.

Papeles del sector público y privado

Con base en los trabajos realizados por la Misión de Ciencia y Tecnología, una vez se haya identificado el portafolio, investigar no debe ser un ejercicio extenso debe contestar las preguntas del cómo, cuándo y quién.

El sector privado tiene claras ventajas en los dos extremos:

- a. En identificar el qué.
- b. En adaptar, transferir y aplicar los nuevos paquetes tecnológicos.

Por su parte, el sector privado está mejor equipado para equilibrar las variables que determinan el impacto de la investigación entre los diferentes grupos sociales y para irradiar las externalidades que se derivan de los nuevos conocimientos tecnológicos, tales como la formación del recurso humano.

El papel del Estado en el nuevo modelo de desarrollo económico se ha planteado en términos de orientación de la economía a través de las políticas. La intervención directa se reduce al mínimo. En el caso de la investigación este principio debe mantenerse. Con la investigación básica y aplicada se deben dar las pautas y herramientas para que el sector privado desarrolle sus propios esquemas. Con la financiación, que debe ser siempre complementaria a la del sector privado, deben fomentarse actividades específicas.

En términos prácticos, el Estado debe ejecutar dos tipos de acciones. Las nuevas oportunidades de inversión y desarrollo identificadas mediante un

trabajo estratégico de inteligencia de mercados son elementos esenciales para fomentar y motivar la participación del sector privado. Un ejemplo de este tipo de acción se puede observar en las incipientes exportaciones de productos perecederos a mercados que fueron identificados mediante la acción estatal. La segunda actividad de fomento del Estado es la investigación de punta, que genere nuevos conocimientos y amplíe el número de alternativas de investigación aplicada, para ser ejecutadas por el sector privado.

El otro tipo de acción estatal en la investigación y transferencia de tecnología se refiere al control. Tres temas surgen al respecto. El primero, ya discutido en las secciones anteriores, tiene que ver con la protección de los recursos naturales; el segundo, con las relaciones entre la comunidad científica nacional y la comunidad donante internacional; y la tercera, con la supervisión y canalización de los recursos financieros y de los conocimientos que tengan un fin social.

La efectividad del sector privado en un esquema de investigación y transferencia de tecnología como el planteado en este documento está condicionada por un fortalecimiento de su incipiente estructura y el desarrollo de liderazgo regional, que permita identificar y ejecutar las mejores alternativas.

Dentro de las reformas institucionales que deben emprenderse en el sector público están la regionalización y la prestación de servicios con contrato a particulares. Se parte de los supuestos de que las interacciones entre sectores público y privado a nivel regional tienen la mejor oportunidad para identificar actividades de tipo específico y de que las restricciones presupuestarias a nivel operativo de las instituciones estatales pueden ser eliminadas si hay una venta o un alquiler de servicios a terceros. La descentralización administrativa y la Ley de Ciencia y Tecnología permiten que el sector público ejecute este tipo de actividades.

El nuevo régimen municipal, que otorga recursos y responsabilidades, da una oportunidad a la regionalización de la investigación y transferencia de tecnología en el sector agropecuario. Una hipótesis de trabajo es: la coordinación de estas actividades, y gran parte de su ejecución, debe ser realizada por el sector privado, con formas ágiles de contratación de servicios. Esto implica que la actual estructura centralizada de los gremios de productores también se reforme.

En términos legales existe un vacío con respecto a la normatividad de la internalización de los beneficios que surjan de la investigación en el sector privado, en especial cuando esta parte de una base proporcionada por la acción del Estado.

Tampoco existe claridad para el sector privado con respecto al tratamiento tributario de la amortización de las inversiones hechas para facilitar la investigación, que en algunos casos debe diferir sustancialmente del otorgado a maquinarias y equipos, debido al mayor período de vida útil.

Estos dos últimos aspectos tendrán repercusión sobre la asignación de recursos complementaria a la estatal, que haga el sector privado. De ahí que se insiste en que el desarrollo de los sistemas nacionales de investigación y transferencia agropecuarias la legislación de estos aspectos sea una parte integral del proceso.

INVESTIGACION DINAMICA PARA UNA SOCIEDAD CAMBIANTE

Pedro León Gómez Cuervo

Introducción

La base de desarrollo de un país, en la mayoría de los casos, es el sector agropecuario. Grandes potencias mundiales lo son y lo han sido basadas en su sector agropecuario, que no solamente es autosuficiente sino que la economía está basada en su gran capacidad de exportación agropecuaria. Este desarrollo lo han alcanzado con planificación a largo plazo, que contempla las condiciones agroclimáticas y socioeconómicas del país, las necesidades y los requerimientos de productores y consumidores nacionales y mundiales. La planificación está basada en los resultados de una investigación dinámica que responde a las necesidades de la sociedad.

La investigación debe ser el motor de desarrollo del sector agropecuario en el país, que sirva de herramienta para que el Estado establezca las políticas que determinen el rumbo y los polos de desarrollo nacional y local; por tanto, la investigación debe ser continua, dinámica y eficaz. En su orientación deben participar elementos representativos de la sociedad, que valoren la eficacia y efectividad de la investigación para sus diferentes clientes.

En Colombia, la investigación, desde la década del 60 hasta mediados del decenio del 70, fue el motor de desarrollo agropecuario del país. La priorización y ejecución de la investigación estuvo acorde con las necesidades y el modelo de desarrollo del país, basada principalmente en la búsqueda de soluciones a problemas puntuales que involucraban el control de una enfermedad, de una plaga o la selección de una nueva variedad. Este enfoque dio grandes resultados tanto para el productor minifundista como para el gran empresario; el cultivo de papa, por ejemplo, de 4 ton/ha. de rendimiento promedio nacional en la década del cuarenta, pasó a 12 ton/ha. en el decenio del 70, por la adopción principalmente de nuevas variedades y sistemas de manejo del cultivo. Incrementos semejantes o superiores ocurrieron en cultivos como arroz, fríjol y hortalizas.

La orientación de la investigación fue principalmente de tipo biológico, con poca participación de los componentes económico y social. Su planificación y ejecución no requería mayores trabajos de conjunto para lograr las recomendaciones adecuadas, por cuanto los problemas tecnológicos eran fácilmente detectables.

La adopción de nuevas tecnologías y variedades mejoradas evolucionó el sector agropecuario, trayendo como consecuencia el aumento de áreas cultivadas, la intensificación de los cultivos y el incremento en número y complejidad de problemas tecnológicos y socioeconómicos. Tales condiciones requerían otro enfoque de la investigación, el cual se adecuara a las nuevas características tecnológicas de las especies, a las necesidades de productores y consumidores y a los requerimientos ecológicos del país. Infortunadamente, esto no ha ocurrido al menos en el principal instituto de investigación estatal: gran parte de la edad tecnológica de la investigación ha permanecido en la década del 60, que para las condiciones actuales es obsoleta.

La rentabilidad comprobada de la investigación estimuló la aparición de esfuerzos privados en el desarrollo de investigaciones específicas, que ha dado frutos no solamente internacionales sino también nacionales.

Son bien conocidos los grandes logros obtenidos a finales del siglo pasado por agricultores de Estados Unidos en la producción de variedades de maíz; la principal variedad de papa cultivada en Europa no fue producida por investigadores formales, sino el fruto del trabajo dedicado de un profesor de escuela en Holanda. Como estos casos también podemos encontrar ejemplos en Colombia, donde gran parte de los cultivos que actualmente se exportan como es el caso de flores, hortalizas y banano, ha sido fruto en gran parte de la generación o adaptación de tecnología por parte del sector privado.

Las condiciones actuales del país, en cuanto a la problemática tecnológica de los cultivos y especies pecuarias predominantes, condiciones ecológicas de su explotación, condiciones socioculturales de productores y consumidores y posibilidades de importación y exportación de productos agropecuarios, hace imperativo que se aúnen los esfuerzos tanto en el sector estatal como en el privado, para que de forma complementaria y armónica se busquen soluciones a los problemas tecnológicos y se logren alternativas para la explotación de tierras nuevas y tradicionales que puedan ser fuentes de divisas para el país.

En esta sección se exponen algunas ideas sobre aspectos que deben tenerse en cuenta para alcanzar una investigación y transferencia dinámicas, que estén al tanto con el desarrollo del país y sean nuevamente el motor de desarrollo del sector agropecuario y respondan a las exigencias permanentes de la sociedad.

Orientación de la investigación

La investigación debe considerarse como una herramienta que tiene la sociedad para mejorar sus condiciones de vida, ya sea mediante el incremento de la mano de obra, la creación de nuevas fuentes de empleo, el incremento de productos alimenticios, incremento del ingreso de los productores primarios o la reducción de precio de los alimentos para el consumidor final.

En una sociedad como la nuestra, los recursos que se invierten en investigación provienen principalmente de los impuestos que el Estado recoge de la sociedad y son asignados para investigación que ejecuta el mismo Estado, y de recursos adicionales que aportan los beneficiarios primarios de la misma. Al ser la sociedad la que financia la investigación, es lógico que ella dé las principales directrices que la determinen, y controle, para que con ello se obtengan beneficios de una u otra forma.

El cliente primario de los resultados de la investigación en la sociedad es el productor, el intermediario o el industrial, y, por tanto, ellos deben participar decisoriamente en las instancias que determinan el tipo de investigación que se debe realizar.

En el pasado, y en cierta medida en la actualidad, la identificación de la problemática que iba a solucionar la investigación fue realizada principalmente por los investigadores estatales, con base en una política gubernamental que determinaba que ciertos cultivos deberían incrementar su área y su producción. Hace 30 años esto se lograba muy fácilmente por la difusión de ciertas tecnologías, o el uso de nuevas variedades, lo cual solucionaba fácilmente los problemas limitantes del cultivo: el objetivo final era el aumento en la producción total. Cuando se ha llegado a ciertos límites en la producción y lo que se busca no es sólo producción, sino también productividad, aumento o disminución en mano de obra, mejorar o mantener las condiciones ecológicas de la explotación, mejorar la selección, el transporte y almacenamiento de los productos o su transformación, se hace necesaria la participación directa de los clientes de la investigación y de otros representantes de la sociedad, que directa o indirectamente puedan ser afectados por la aplicación de los resultados de la investigación. Estos, de acuerdo con sus experiencias y recursos deben participar en la identificación de los problemas del sistema de producción, en la planificación, ejecución, seguimiento, evaluación y financiamiento de la investigación, siempre teniendo en mente que la investigación debe cumplir una función social y no ser un bien particular.

A medida que los clientes de la investigación participen directamente en la orientación de la misma y se conviertan en investigadores, adaptadores o ajustadores de la tecnología, se lograrán multiplicar las acciones de la investigación y transferencia, de tal manera que no solamente se estará trabajando en los problemas reales que afectan el sector agropecuario, sino que se estarán multiplicando las acciones que actualmente realiza la sociedad en general.

La concertación entre los diferentes elementos de la sociedad que directa o indirectamente realizan investigación no es fácil; sin embargo, la nueva Ley de Ciencia y Tecnología da los elementos necesarios para lograrlo y el papel que debe desempeñar Colciencias en ello es definitivo. Su acción debe ser no sólo a nivel internacional y nacional, sino también regional y local. Debe disponer de personal suficientemente capacitado y experimentado en los diferentes niveles en los cuales realiza la investigación; sin embargo, Colciencias

cias no debe convertirse en un ente burocrático ejecutor de investigación, sino coordinador, en el que la mayoría de su personal sea aportado en comisión temporal por el Instituto Nacional, las universidades, las secretarías de agricultura y las organizaciones no gubernamentales que realizan investigación, para que actúen a nivel nacional, regional o local, en la implementación de las políticas de investigación, coordinación y complementación de recursos humanos, presupuestarios y logísticos.

Características de la investigación

Por la tradición que ha tenido Colombia en investigación, por el personal capacitado y la infraestructura que posee el Estado y el sector privado, no es difícil recobrar la dinámica que la investigación tuvo en el pasado, si se ponen en práctica o enfatizan aspectos de la investigación moderna, que tienen que ver con: sistemas de producción, equipos de trabajo, transferencia, capacitación, actitud del investigador, financiación y cooperación internacional.

Sistemas de producción

El desarrollo agropecuario de una región debe ser armónico y estar acorde con sus características agroclimáticas y socioeconómicas. Los resultados de la investigación deben impulsar ese desarrollo armónico y para ello debe contemplar la región como un todo, analizando sus debilidades y fortalezas, primero en el sistema general de toda la región y luego en los subsistemas que la componen, para así determinar cuáles son los problemas tecnológicos sobre los cuales puede actuar ventajosamente la investigación, o si los problemas limitantes no son tecnológicos y deben ser resueltos por otros estamentos de la sociedad.

Debe analizarse y priorizarse la región y/o la subregión como un sistema y, dentro de él, las especies vegetales o animales aisladamente. Generalmente, la priorización y investigación se han realizado en forma individual por especie y al productor le corresponde en su finca hacer la integración de la tecnología generada dentro de cada especie y entre las especies. Normalmente, la integración de recomendaciones aisladas no funciona; corresponde así al productor ajustar o desarrollar la tecnología apropiada para los principales componentes de su sistema de producción. Este último paso, dentro del proceso de investigación, es importante realizarlo porque de él depende la adopción de la tecnología generada.

Equipos de trabajo

Tradicionalmente se ha considerado y formado al investigador como un individuo con una preparación académica alta, que debe trabajar solo, identificar los problemas por resolver y producir una serie de resultados que deben ser utilizados por el productor o usuario de la investigación. Este tipo de en-

foque y de formación que se dio a nuestros investigadores produjo sus frutos que impactaron positivamente el sector agropecuario del país. Sin embargo, la problemática actual del sector, la aparición de problemas complejos en los cuales para su solución deben intervenir armónicamente diferentes disciplinas, que comprometan no solamente biólogos, profesionales de poscosecha, economistas, sociólogos y antropólogos, sino también al usuario directo de la tecnología que se va a generar, para así establecer una estrategia capaz de encontrar solución a la problemática actual de los sistemas de producción.

De acuerdo con el avance de la ciencia y la tecnología que actualmente están usando los productores colombianos, para generar una tecnología superior y más eficiente que la disponible en la actualidad se requiere el trabajo en equipo de un grupo interdisciplinario que, trabajando en la finca, integre y pruebe las recomendaciones individuales y analice su funcionamiento en el sistema de producción predominante.

El grupo interdisciplinario debe analizar y priorizar los problemas que están afectando el desarrollo de determinado cultivo o especie animal. En muchos casos en que se ha venido trabajado por varios años cómo incrementar la producción y productividad en cultivos, el problema prioritario no es la producción sino el transporte, transformación, almacenamiento, mercadeo, un problema socioeconómico o simplemente de transferencia, porque ya existe la tecnología para solucionarlo.

La problemática del sistema de producción es dinámica y su análisis debe ser permanente por el grupo multidisciplinario, de tal manera que se tenga una investigación dinámica. Esto no implica que debe estar cambiando permanentemente sus prioridades y metodologías, pero sí tener la flexibilidad para que pueda hacer los ajustes ocasionados por los cambios de la problemática del sistema, o por la tecnología generada por otros sistemas de investigación. Esta flexibilidad no implica la pérdida de la rigidez científica, ni de la continuidad que debe tener la investigación, pero sí la eliminación de actividades rutinarias (de común ocurrencia en nuestros días), que jubilan mentalmente a los investigadores.

Trasferencia

El proceso de investigación para que sea de éxito requiere la formulación y ejecución secuencial de las siguientes etapas: análisis de la problemática, priorización, búsqueda de soluciones, ajuste y adopción. En algunos casos, más por conveniencias burocráticas que técnicas, estas etapas se agrupan en investigación y transferencia, pero de todas maneras deben considerarse como dos eventos interrelacionados y continuos, en los cuales los integrantes de los equipos inter y multidisciplinarios algunas veces hacen de investigadores y otras de transferidores, de acuerdo con el nivel y actividad que están desarrollando en el proceso.

El enfoque que debe dar el equipo de trabajo debe ser integral, analizando primero todo el sistema y luego los subsistemas, de tal manera que en cada una de las etapas del análisis se pueda confrontar la tecnología disponible con la problemática priorizada, para así establecer claramente si el problema requiere generación o transferencia de tecnología.

La transferencia no se debe considerar como un proceso independiente de la investigación, sino complementario e indispensable para la identificación de la problemática y el conocimiento sobre la adopción de la tecnología que se está generando. Si la identificación de la problemática ha sido la apropiada y se ha analizado adecuadamente el punto de vista de los clientes de la tecnología, seguramente las recomendaciones que se hagan como resultado del proceso de investigación no van a tener dificultad en su adopción, ni su transferencia requerirá un gran esfuerzo, pues seguramente el mismo productor se encargará de hacer la adopción. Existen numerosos ejemplos en los que por una mala identificación de la problemática se han generado tecnologías que son imposibles de adoptar no solamente por las condiciones de los productores, sino también por las características de la región para la cual se recomienda. Es el caso de un municipio donde se analizaron catorce tecnologías que se están recomendando en el cultivo del frijol y de ellas tan sólo una es viable desde el punto de vista social y económico; sin embargo, se continúa con base en sonovisos, días de campo y diferentes medios, tratando de que se adopten tecnologías que desde el punto de vista social, económico o ecológico no son aceptables. Estos problemas seguramente se podrían disminuir, si la transferencia forma parte integral del proceso de investigación.

Capacitación

En la planificación, ejecución y evaluación de cualquier actividad desempeña papel importante el personal que esté vinculado a ella. En investigación, la capacitación y el deseo de superación del personal vinculado a la misma son los componentes más importantes para obtención de resultados útiles al productor, consumidor y en general a los intereses socioeconómicos del país.

La capacitación no se debe limitar a los estudios de postgrado; éstos, en la mayoría de los casos, dan las bases para obtener buenos investigadores, pero si ellos no disponen de buenas bibliotecas y no tienen la posibilidad de participar en seminarios y talleres, en poco tiempo quedarán obsoletos. El país dispone de buenos recursos en materia de bibliotecas, pero infortunadamente no se tiene el mecanismo para que éstas puedan ser utilizadas eficientemente por los investigadores.

Así como la investigación debe ser dinámica y continua, también se debe tener un sistema dinámico y continuo que asegure la formación de investigadores con base en estudios de postgrado y cursos de actualización y sabáticos.

Es imperativo que con los recursos humanos y logísticos de que dispone el país en la actualidad, se establezca un programa de graduados a nivel de MSc y PhD, que cumpla las expectativas especialmente en lo referente a formación de investigadores, tanto en la parte disciplinaria como en la metodología de investigación, que requiere el país.

Actitud del investigador

Todo investigador requiere ciertas características que le den la posibilidad de tener éxito en el desarrollo de su actividad. Además del conocimiento básico que debe tener de la disciplina en la cual está trabajando, y de ser un generador permanente de nuevas ideas sobre la investigación que está realizando, se requiere que sea una persona de mente abierta para valorar y, si es el caso, aceptar diferentes conceptos que puedan ser utilizados en el trabajo que está ejecutando.

El investigador debe tener la capacidad y la voluntad de trabajar en equipo, porque las necesidades actuales de la sociedad requieren que los frutos de la investigación sean el resultado de una labor de equipo y no del esfuerzo individual como ocurría hace décadas. Reconocer que dentro del equipo de investigadores no hay investigadores de primera ni de segunda, sino que en el proceso de investigación cada uno cumple su función y es eslabón importante en el éxito de la investigación.

Financiación

La financiación de la investigación no puede depender de préstamos internacionales para su sobrevivencia, pero sí se deben utilizar al máximo las donaciones internacionales disponibles, sin que esto conlleve cambio en las prioridades de investigación que tienen las regiones o el país.

El Estado y el sector privado, si desean que el agro se coloque a nivel competitivo en el mercado internacional, deben asegurar una financiación adecuada, oportuna para la ejecución de la investigación. Los departamentos y municipios deben entender que la investigación es rentable y que mediante ella pueden mejorar el nivel de vida de sus asociados.

El sector privado es consciente de la importancia y rentabilidad de la investigación, y en muchos casos está aportando o desea aportar recursos económicos adicionales a los del Estado. Sin embargo, esta acción se dificulta por la dispersión de los productores e industriales que hace que el aporte no sea generalizado, en algunos casos no por falta de voluntad, sino por no existir el mecanismo que facilite la recolección de los aportes.

La investigación es costosa, y este costo se aumenta a medida que aquélla va haciéndose más compleja. Los recursos del Estado son insuficientes para tener una investigación dinámica, como lo requiere una sociedad cambiante; por ello, el Estado debe crear mecanismos, suficientemente claros y ágiles, pa-

ra recaudar los aportes de aquellos gremios o entidades que por sus características económicas están en capacidad de financiar parte de la investigación.

Cooperación internacional

El sistema nacional de investigación no puede aislarse de los esfuerzos de investigación que están haciendo universidades e institutos internacionales. Debe existir una participación permanente de los diferentes estamentos de nivel nacional, regional y local que realizan investigación, de acuerdo con sus necesidades de intercambio de información y capacitación que estén ofreciendo las entidades internacionales.

La cooperación internacional puede ser de gran apoyo para la modernización y actualización de la investigación. Con cursos cortos, intercambios dirigidos con universidades e institutos de investigación de países desarrollados y centros internacionales, se pueden actualizar gran número de investigadores nacionales que pueden convertirse, en el futuro, en el motor del sistema de investigación nacional.

El intercambio internacional de información, de tecnologías, capacitación y desarrollo de proyectos cooperativos no debe cambiar la priorización de la investigación a nivel nacional, regional o local; debe recurrirse a ellos como punto de apoyo para resolver los problemas tecnológicos que estén afectando determinada especie. Los centros internacionales deben utilizarse principalmente en aquellas especies que están generando una tecnología avanzada y que cuentan con especialistas y laboratorios de biotecnología, que puedan ser utilizados o complementados con los existentes a nivel nacional.

El país, hasta el momento, no ha utilizado como debiera ser, los recursos económicos y de apoyo logístico de que se dispone a nivel internacional para la investigación y la transferencia; es el momento de analizar cómo se puede hacer la integración más adecuadamente con los diferentes centros internacionales que operan en la región y aquellos que localizados en otros continentes puedan suministrarlos tecnologías que han desarrollado y pueden ser útiles para nuestras condiciones.

Priorización

En la priorización de las actividades de investigación normalmente se olvidan aspectos fundamentales para el éxito del proceso final de la investigación: la adopción. Para la priorización se deben tener en cuenta las políticas del gobierno, la problemática de la especie, la tecnología disponible, las condiciones agroecológicas de la región para la cual va a generarse la tecnología. En la práctica, a la mayoría de estos aspectos no se les da la importancia requerida por las condiciones ecológicas en las cuales se desarrolla la especie investigada. Hay dos aspectos que generalmente no se tienen en cuenta en la priorización: niveles de priorización y participación en la priorización.

Niveles de priorización

Cuando se hace la priorización tanto a nivel nacional, regional y local, generalmente se efectúa con base en especies independientes y no se tiene en cuenta que a nivel local y regional operan sistemas productivos estrechamente relacionados, determinados por el tipo de productor, características agroclimáticas de la región, infraestructura, el mercadeo, disponibilidad de crédito, insumos y consumidor final.

Normalmente, la priorización nacional tiene en cuenta los aspectos teóricos mencionados previamente y ha demostrado que eficientemente se puede hacer a nivel de especie. La priorización regional debe analizar el desarrollo global de la región, sus condiciones ecológicas, su infraestructura, las características socioeconómicas de los productores, las necesidades de los consumidores regionales, nacionales e internacionales.

Así como se debe analizar y priorizar el sistema en conjunto, también se debe analizar todo el subsistema de la especie desde la preparación del suelo hasta que el producto llegue al consumidor final. Se debe analizar la problemática tecnológica global y socioeconómica, porque muchas veces el cuello de botella para el desarrollo de una actividad no radica en el factor de producción sino en el transporte, selección del producto, almacenamiento, transformación o mercadeo. Muchas de las especies que actualmente son cultivadas en el país, no tienen una problemática tecnológica muy restrictiva, sino que su mayor problema es el mercadeo; con base en ello se debe mirar cómo solucionarlo antes de buscar el incremento de su producción.

La priorización debe tener en cuenta el concepto global de la sociedad; es decir, debe considerar a productores, intermediarios y consumidores finales. No se puede pensar que con el solo incremento de la productividad se ha cumplido con el objetivo de la investigación, se debe pensar que aunque es importante incrementar la productividad, también es importante mejorar las condiciones de cosecha, poscosecha, transporte o transformación de los productos, para que lo que se gana en el incremento de la productividad no se pierda en la transformación o transporte de los productos, de tal manera que el beneficio de la investigación también alcance al consumidor final.

En hortalizas, del 35% al 45% de la producción se pierde en el proceso de recolección, transporte y mercadeo; lo mismo ocurre con varios granos, en los cuales en el proceso de selección y almacenamiento se pierde gran cantidad de lo ganado en el campo. En este tipo de cultivos debe ser prioritario la investigación en estas áreas más que en el incremento de la producción.

Participantes en la priorización

Otro aspecto fundamental de la priorización es quienes la hacen o participan en ella. El Estado debe estar presente con sus políticas globales, las cuales tienen que beneficiar a la sociedad en conjunto: los clientes, que representan

los diferentes niveles donde se puede generar o difundir tecnología. Con su participación se asegura que la investigación, si es necesario, cubra todo el proceso desde el productor hasta el consumidor final, o se concentre en aquellos cuellos de botella que están afectando el proceso. Además, a través de su participación se promueve la integración y el conocimiento de las necesidades y fortalezas en las diferentes etapas por las cuales debe pasar un producto, hasta que llegue al consumidor final.

Es necesaria la participación de investigadores que por su experiencia o por ser los ejecutores de la investigación entiendan el porqué de la priorización y suministren la información necesaria sobre la problemática y la tecnología disponible en relación con el sistema, el subsistema y/o la especie.

El Sistema Nacional de Investigación

Para que el proceso de investigación se ejecute apropiadamente, debe existir un sistema nacional de investigación dinámico que opere y tenga la autoridad económica para asignar los recursos necesarios para la ejecución de las diferentes actividades de investigación. Este sistema debe ser operativo tanto a nivel nacional y regional como local, de manera que integre los recursos disponibles para la investigación en los diferentes niveles. En muchas ocasiones, la falta de ejecución de ciertas investigaciones no se debe a la carencia de recursos humanos y/o económicos, sino simplemente a la falta de coordinación entre los diferentes entes responsables de la investigación en el país.

La nueva Ley de Ciencia y Tecnología da los instrumentos necesarios para organizar la investigación a todos los niveles y hacerla dinámica tal como lo está requiriendo la sociedad. Es necesario integrar los instrumentos para que las diferentes instituciones que realizan investigación se ajusten a los decretos que ésta contempla y que los investigadores comprendan que su actividad debe cumplir una función social y no es para satisfacer sus propios intereses.

Es necesario que todos los entes estatales y no estatales que realizan investigación comprendan la importancia de interactuar, integrarse y trabajar conjuntamente, para la solución de los diferentes problemas tecnológicos que tiene el sector agropecuario.

Se puede afirmar que los principales ejecutores del Sistema Nacional de Investigación son el Instituto Nacional, las universidades, las secretarías de Agricultura y Fomento y las organizaciones no gubernamentales o el sector privado.

Instituto Nacional

Las condiciones agroecológicas del país hacen indispensable un Instituto Nacional que coordine la investigación entre las diferentes regiones y que sea la columna vertebral del Sistema Nacional de Investigación, que apoye a las regiones en la búsqueda de soluciones de su problemática tecnológica. Es bien

conocía la cantidad y calidad de investigadores y el apoyo logístico con que cuenta, indudablemente el principal patrimonio en investigación de que dispone el país; sin embargo, para que la edad tecnológica de la investigación que actualmente ejecuta, esté de acuerdo con las necesidades de la sociedad y vuelva a ser el motor del sector agropecuario, se requiere no solamente que se adecue a la descentralización establecida en la nueva Constitución, sino que modernice las herramientas de la investigación, utilizando para ello la tecnología disponible a nivel mundial, desrutinizando la investigación, permitiendo la activa participación de los clientes de la investigación en las diferentes etapas de la misma, integrando decididamente sus programas de investigación con los otros entes que hacen investigación en el país, modernizando su administración, concentrándose en pocos programas nacionales y apoyando a otros entes que hacen investigación, para que se responsabilicen de programas nacionales o regionales.

Universidades

Las universidades deben desempeñar un papel importante en la generación de tecnología para sus regiones de influencia, tratando de evitar la duplicación de esfuerzos, centrándose en algunas líneas que les den cierto grado de especialización con el apoyo de otras universidades u otros componentes del sistema.

La mano de obra especializada de profesores y estudiantes, los laboratorios y campos experimentales con que cuentan la mayoría de las universidades, son elementos que no se han puesto totalmente al servicio de la sociedad, son recursos que se están dilapidando y que bien utilizados pueden dar un vuelco tecnológico a varias regiones del país. Es importante para la universidad y la sociedad, que las universidades se compenetren con los problemas tecnológicos de sus regiones y ayuden, dentro del Sistema de Investigación, a buscar solución a esa problemática.

Secretarías de Agricultura o Fomento

Los recursos humanos y logísticos que poseen algunos departamentos son más importantes que los del Instituto Nacional o las universidades y, como tal, deben contribuir activamente y liderar a nivel regional las acciones orientadas a solucionar la problemática tecnológica del departamento en general y de los municipios en particular, mediante su participación en el proceso de investigación y transferencia.

Grupo gubernamentales

El Estado con su Instituto Nacional, las secretarías de Agricultura y las universidades deben ser conscientes de que existen entidades del sector privado que están haciendo o están interesadas en realizar investigación y que como

tal se deben concertar los diferentes programas que se desarrollen, para evitar duplicaciones y, a su vez, utilizar eficientemente los recursos disponibles.

Es importante estimular y apoyar el establecimiento de programas de investigación por especie en el sector privado. Es reconocido el beneficio económico de la investigación; por ello, varios gremios han venido organizando centros de investigación que buscan solución a los problemas tecnológicos de la especie que les compete. Los aportes que hacen para la investigación los consideran como un rubro más de los costos de producción y están conscientes de que ellos serán los primeros en beneficiarse de la tecnología que se genere. Son tantas las necesidades de investigación que tiene el país, que el Estado debe estimular y apoyar el sector privado que, de acuerdo con su organización y recursos económicos, pueda afrontar la realización de la investigación en el área que le interesa. El Instituto Nacional deberá concentrar sus recursos en aquellas especies prioritarias que el sector privado no puede realizar total o parcialmente.

Programas de investigación

Nacionales

Por las características ecológicas del país y por el tipo de usuario de la investigación, se deben establecer programas de investigación que se adecuen a esas condiciones y que respondan a las características agroclimáticas de regiones similares, ya que existen regiones en diferentes partes del país que son semejantes en cuanto a clima, tipo de suelo y productores. Es imposible, por el costo de la investigación, replicar el apoyo logístico y personal especializado que requiere la investigación en cada una de las regiones agroclimáticas del país; por tanto, se deben establecer programas nacionales que desarrollen sus actividades en regiones similares y en pocas especies que por su importancia nacional así lo merecen.

Los programas nacionales deben estar conformados por grupos interdisciplinarios que contemplen las disciplinas biológicas, de poscosecha y socioeconómicas. Los programas nacionales deben tener como apoyo logístico un centro de investigación nacional, localizado en la región más representativa de la especie respectiva y debe estar en capacidad de apoyar con personal y laboratorios a las otras regiones donde la especie es económicamente importante, de acuerdo con el análisis regional y nacional. Según las especies prioritarias del país, las regiones y la infraestructura existente, se debería disponer de los siguientes centros nacionales de investigación: Región Andina, Región Caribe, Valles Interandinos y Llanos Orientales.

Regionales

Un componente importante del Sistema Nacional de Investigación deben ser los programas regionales que analicen una región como un todo, teniendo en

cuenta las características de la región y de los productores, más el tipo de especie que se vaya a producir. En una zona, por ejemplo, donde hay disponibilidad potencial de agua, no se justifica seleccionar materiales resistentes a sequía sino más bien buscar los recursos estatales o privados para establecer los sistemas de riego apropiados para la zona, para después buscar la (s) actividad(es) agropecuaria(s) de mayor competitividad para la región.

Una de las prioridades de los programas regionales debe ser desarrollar proyectos de investigación integrales, que involucren no solamente las actividades agrícolas, pecuarias, de transformación (desde la producción del cultivo hasta comercialización), sino, también, que tengan en cuenta los recursos naturales y humanos disponibles de la región. Los programas regionales deberán estar conformados por equipos interdisciplinarios, que puedan enfocar los diferentes aspectos de la investigación, bien sea desde el punto de vista biológico, posproducción, social y económico.

Locales

Deben existir también programas locales o municipales que desarrollen principalmente las últimas etapas de la investigación; es decir, orientados al ajuste y a la transferencia de la tecnología generada. Como tal, deben ser programas a corto plazo que solucionen situaciones coyunturales o inmediatas de productores y consumidores, en los que deben participar principalmente los municipios, las organizaciones no gubernamentales y los institutos de educación media.

Nuevos desarrollos

La coordinación y complementación entre el Instituto Nacional, las universidades y el sector privado es fundamental para el establecimiento de programas de nuevos desarrollos que representen posibilidades socioeconómicas para las regiones y el país. No es lógico que las nuevas posibilidades de cultivos las estén desarrollando únicamente los particulares; éstas deben tener un apoyo tecnológico apropiado o nuevas alternativas en especies autóctonas o introducidas, en las que se contemple no solamente los aspectos de producción, sino también el mercadeo. Su orientación debe ser principalmente económica, en la que se cuente con especialistas en mercadeo, quienes estén analizando las posibilidades a nivel nacional e internacional de los desarrollos en cuanto a productos de exportación principalmente.

Tecnología de punta

De acuerdo con las condiciones que actualmente tiene el país, deben ponerse en práctica programas de investigación básica que utilicen las herramientas que actualmente poseen, orientados a la solución de problemas tecnológicos de las especies prioritarias y promisorias para la economía del país; así como

también explorar fronteras del conocimiento que potencialmente puedan beneficiar al país.

Por ser este tipo de investigación la que requiere personal más capacitado y equipos de laboratorio complejos, es imperativo la complementación de esfuerzos entre el Instituto Nacional de Investigación, las universidades y el sector privado.

Economía campesina

La investigación para los pequeños productores debe ser responsabilidad del Estado. Es conocida la importancia que tienen los cultivos del pequeño productor en la economía nacional. La mayoría de ellos conforman la canasta familiar del pueblo colombiano; son la principal fuente de empleo de la agricultura minifundista y se encuentran distribuidos a lo largo y ancho del país. Se ha calculado que más de medio millón de pequeños productores se encuentran vinculados a ella. Su explotación origina aproximadamente 120 millones de jornales al año o sea que genera 450 000 empleos.

A pesar de las soluciones encontradas a muchos problemas técnicos que estaban limitando la producción de los principales cultivos del minifundista, son numerosos los que aún afectan su explotación. Para mantener un incremento o el nivel actual de producción, se requiere continuar investigando en la búsqueda de soluciones a los problemas que afectan estos cultivos. Sin embargo, para que se mantenga o mejore la adopción de tecnología por parte de los pequeños productores, se requiere que en la planificación, ejecución y evaluación de esa investigación se tengan en cuenta otros factores que en el pasado no fueron prioritarios.

En la actualidad, en varios de los cultivos que maneja el pequeño productor, la solución tecnológica a su problema no es la entrega de una nueva variedad, sino que se requiere una solución más integral que contemple todo el sistema de la finca. Para generar una tecnología adecuada a las condiciones del productor, se debe conocer primero cuáles son las condiciones del productor, las condiciones de explotación, qué factores internos y externos están influyendo para que el productor tome la decisión de variar su sistema de producción o no. En el sistema de producción de la finca, se debe entender muy bien la forma como el productor lo maneja y conocer claramente las circunstancias naturales (clima, precipitación, heladas, pluviosidad, altitud, suelos, factores biológicos —malezas, plagas y enfermedades) y las características socioeconómicas que dependen del sistema (objetivos, patrones culturales, preferencias alimentarias, mano de obra) y otras que no dependen de éste como: mercados, insumos, tenencia de la tierra, crédito, entre otras.

Con base en el conocimiento del sistema de producción se deben estudiar sus posibles modificaciones, tratando de hacerlo más eficiente, integrando componentes agrícolas, pecuarios, de posproducción y socioeconómicos.

Por las características y condiciones del pequeño productor y por la tecnología disponible generada en los centros experimentales, en muchos cultivos se requiere en la actualidad que la mayoría de la investigación se haga en la finca y no en el centro experimental.

Los equipos de trabajo localizados en la finca deben centrar su investigación en la solución de los problemas tecnológicos que más estén afectando al productor. Si esto es así, seguramente el productor estará interesado en participar activamente en ella. Se debe aprovechar la experiencia del productor no solamente en la caracterización del sistema de producción, sino también en la planificación, ejecución y evaluación de la investigación que se haga en la finca.

Referencias

- Ardila, V., y Moscardi, E. R. (1991). *Investigación y extensión agropecuarias desde el sector público en ALC*. Documentos Institucionales No. 001. IICA. Bogotá. p. 12.
- Colciencis (1991). *Ciencia y tecnología para una sociedad abierta*. Bogotá. p. 267.
- Gómez, C. P. L. *La generación de tecnología para pequeños productores en los próximos años*. En: *Federación de Ingenieros Agrónomos de Colombia*. Exitos del ICA "Homenaje a sus profesionales". Bogotá. pp. 99-101.
- (1987) *Investigación en sistemas de producción*. ICA, Bogotá. Mimeografiado.
- (1991) *Investigación nacional y cooperación internacional en palma de aceite*. III Foro Nacional de Oleaginosas FUNDESOL. Valencia, Venezuela, diciembre 4-6 de 1991. p.12.
- Gómez, C. P. L., Villalba, M., Rincón, E., Hernández, R., Gómez, J., Tarazona, C. y Calvo, A. (1988). *Propuesta para la institucionalización de la investigación en sistemas de producción*. ICA, Bogotá. p. 98.
- Mosquera M. R. (1989). *La universidad ante los retos del futuro*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá p. 163.

LA REFORMA DEL SISTEMA NACIONAL DE INVESTIGACION AGROPECUARIA

Carlos Gustavo Cano Sanz

Papel del sector privado

En nuestro país la participación de los particulares en la investigación agraria se ha concentrado más que todo en la transferencia de tecnología generada, siendo lo obstatante su aporte muy desigual en cada uno de los distintos renglones de la producción nacional. Un caso clásico ha sido la creación desde la década del 30 de Cenicafé por parte de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, gremio fundado en 1927, que acometió desde un principio no sólo la representación de los intereses de sus afiliados sino también la prestación de servicios de tipo tecnológico y comercial.

En 1941, la Federación acudió al instrumento de la parafiscalidad, es decir, al poder coercitivo del Estado con el objeto de hacer forzosa una contribución de sus afiliados para financiar labores de beneficio común. Este sistema de tributos que no son nacionales por no cubrir a todos los contribuyentes, y de orden privado, por nacer de la iniciativa de un grupo particular de personas,

creó un precedente de fundamental importancia adoptado más tarde en otros rubros de la producción agropecuaria, dando origen a las llamadas cuotas de fomento.

La nueva Constitución de Colombia consagra dentro de su articulado el término *parafiscalidad*. Aunque es cierto que hay una disposición general que prohíbe las rentas de destinación específica, en su artículo 150 abre la posibilidad de establecer por vía excepcional este tipo de contribuciones, recogiendo implícitamente la realidad jurídica de la existencia y funcionamiento del Fondo Nacional del Café y de los demás fondos de fomento como el del arroz, de los cereales y del cacao.

Si a ello se agrega la creación de otros centros nacionales de investigación como son los de la caña de azúcar, la palma aceitera y el banano, se podría decir que la gestión privada se ha acercado significativamente a la gestión pública, y una y otra se han fortalecido mediante convenios y asociaciones de diversa índole, conformando un modelo de éxito que se ha convertido en ejemplo para otros países y renglones productivos.

La participación del sector privado tiene la ventaja, por estar en cabeza de los usuarios de la investigación, de cumplir con una función orientadora de la misma y, al propio tiempo, de encajenar la oferta tecnológica con los procesos de su transferencia y adopción. Esta condición es importante conservarla y fortalecerla. Por ello, se debe acompañar el nuevo Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología, SINTAP, con la descentralización paralela de la investigación, y garantizar así el necesario escrutinio que sobre la misma deben ejercer los productores y profesionales en cada región a través de la transferencia y de la asistencia técnica.

El papel del Estado y la privatización

En cuanto al papel del Estado, se trata de un fenómeno histórico más bien reciente (al igual que en el caso de la adecuación de tierras), en general posterior a la iniciativa de los particulares, cuyo esfuerzo ha permitido inducir la presencia pública en estos frentes de inversión para ampliar sus externalidades a sectores más vastos de la comunidad rural.

En el proceso de apertura y de internacionalización de la economía, del cual tanto se ha hablado en los últimos meses, es indudable que hay un consenso en torno al fortalecimiento del protagonismo del sector privado en aquellas áreas donde las posibilidades de un mayor crecimiento del Estado parecen agotarse por razones de orden presupuestario y de eficiencia en el manejo de los asuntos de interés público.

Surgen entonces dos conceptos que en todas las áreas del desarrollo económico se discuten por estos días: la privatización y la descentralización. Cuando se habla de privatización se deben identificar dos modalidades de la misma. La primera consiste en las transferencias de la propiedad del Estado en

empresas y servicios a los particulares, fenómeno muy notable en el Reino Unido durante la década del 80, cuando el gobierno de la señora Thatcher se desprendió de cuantiosas inversiones, especialmente en el sector industrial, hasta reducir la participación del gasto y de la inversión pública en el producto interno bruto del 44,9% en 1980 al 38,7% en 1988.

A propósito de este tema, cabe hacer una referencia al tamaño del Estado en nuestro medio. Tal categoría se podría medir acudiendo a las cifras de gasto en inversión pública como componente porcentual del producto interno bruto de cada país. Tomando el año 1988, tal ejercicio muestra, por ejemplo, que Suecia tenía el 62%, Dinamarca 60%, Italia 50,8%, Francia 50,7%, la República Federal Alemana 46,5%, España 40,2%, Gran Bretaña 38,7%, Estados Unidos 36,8%, Japón 33,3%, y en Latinoamérica, Costa Rica 28,3%, Brasil 26,1%, México 22,7%, Venezuela 22% y Colombia apenas el 14,7%.

Medido así en términos comparativos internacionales no se puede afirmar, de manera tajante, que nuestro Estado sea excesivamente grande. Otra cosa bien distinta es que, por acción del modelo cepalino que nos acompañó durante las cuatro décadas anteriores, su localización en el territorio nacional y su concentración sectorial esté sesgada en favor de las áreas y las actividades urbanas. Evidentemente, en el sector agropecuario, a pesar de aportar todavía en la formación del producto interno bruto cerca del 20%, el gasto público apenas participa en un 8%. Así las cosas, se trata de un problema de redimensionamiento de su papel, de eficiencia y de relocalización de sus actividades, disminuyendo su presencia en algunas áreas potencial o suficientemente atendidas por el sector privado, y dedicándose con mayor atención y vigor a aquellos sectores y regiones aquejados por su ausencia.

La otra modalidad de la privatización es aquella bajo la cual, sin enajenar la propiedad, el Estado entrega la administración de ciertas empresas y servicios a los particulares. Un caso típico es la recolección de las basuras en Bogotá. Hace 30 años, en la mayoría de los municipios existía una secretaría de obras públicas donde los ingenieros de carreteras eran empleados. Hoy se contrata su construcción y administración con firmas del sector privado, bajo la vigilancia del Estado y con cargo al presupuesto.

Cuando se habla de privatizar es necesario, entonces, distinguir entre la enajenación de los activos y la delegación de su administración. Tras estos conceptos se hallan los principios de la subsidiaridad del Estado y la solidaridad, los cuales indican que éste debe intervenir donde y cuando la interacción del sector privado con el libre juego de las fuerzas del mercado falle frente al logro de los objetivos básicos de la sociedad. Con base en estos postulados se puede encontrar el norte para definir qué es viable y aconsejable privatizar, ya sea enajenando la propiedad del Estado de algunos activos o confiando su manejo a organizaciones particulares.

Apertura, tecnología y adecuación de tierras

En virtud del modelo de la apertura y de acuerdo con los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo, la política agropecuaria sufrirá sustanciales cambios. Fundamentalmente, se tratará de corregir el sesgo antirrural y antiexportador eliminando las distorsiones de tipo macroeconómico, restableciendo la neutralidad intersectorial desde el punto de vista arancelario y cambiario y reordenando el gasto público desde el punto de vista regional. Ello permitirá disminuir sustancialmente la relevancia de la política sectorial compensatoria, materializada principalmente en el crédito de fomento y en el empleo de los precios de sustentación, cediendo el paso a dos áreas de la inversión pública que adquieren especial importancia: la adecuación de tierras y la investigación y transferencia de tecnología.

La adecuación de tierras es uno de los rubros más significativos y de mayor peso en el Plan de Inversiones. Se pretende, entonces, adelantar obras de irrigación, drenaje y protección contra inundaciones durante los próximos 10 años por un valor de US\$1 061 millones, cubriendo una extensión de 535 000 hectáreas, que es el doble de lo realizado por el Estado en toda su historia. Hoy en Colombia, de un poco más de 6 millones de hectáreas irrigables aptas para la agricultura, sólo el 11% están cubiertas por acciones del hombre en materia de adecuación. Son 750 000 hectáreas de las cuales apenas el 38% han sido adecuadas por el sector público. Este programa, además de ampliar significativamente la frontera agrícola, representa frente a la estrategia de internacionalización de la economía un interesante reto en cuanto a su especialización. Esta deberá estar más condicionada que antes por el mercado externo, lo cual exige un replanteamiento inmediato de los esfuerzos de investigación y transferencia de tecnología en el país.

Ya se ha entregado un novedoso y completo esquema institucional a través de la nueva Ley de Ciencia y Tecnología, bastante consistente con estas reflexiones, y que invita al sector privado y a la universidad a tener un mayor protagonismo. La pregunta típica en esto del papel del Estado en la investigación y transferencia de tecnología es: ¿el libre juego de las fuerzas del mercado es realmente el mecanismo más indicado para asignar de manera óptima los recursos en ese renglón de la inversión?

Si se analiza la economía campesina, puede concluirse con claridad que allí es donde menos posibilidades hay de que ello ocurra, debido a la falta de infraestructura social. Hoy día en Holanda, en los Estados Unidos o en cualquier otro país desarrollado, se puede decir que el mercado funciona. Pero así sucede porque la misma intervención del Estado lo ha permitido. Nosotros, en cambio, tenemos problemas de pobreza, de desequilibrios e inequidad en los ingresos, que hacen que las apetencias y demandas latentes y efectivas en materia de investigación no puedan ser identificadas y satisfechas automáticamente por el mercado.

El caso de la biotecnología ofrece un buen ejemplo. Si confiáramos su orientación exclusivamente a quienes controlan la oferta, encontraríamos que sus respuestas no necesariamente corresponden a nuestras necesidades. Las mayores inversiones tienden a concentrarse en aquellos productos con mayor elasticidad de ingreso de demanda en las economías de los países industrializados. Es decir, frutas, vegetales refinados, edulcorantes, saborizantes, porque son sociedades que ya resolvieron su problema fundamental de alimentación y ahora tienen que estar orientadas a satisfacer nuevas apatencias, a las cuales la mayoría de nuestra población aún no ha llegado. Para corregir esas imperfecciones es preciso la intervención del Estado, el cual en este caso debe contribuir a interpretar las necesidades de la sociedad de hoy y de mañana.

El rezago científico y el nuevo orden institucional

En tal contexto, tanto en el Plan de Desarrollo como en la formulación de la Ley de Ciencia y Tecnología se señala una aguda falta de integración en los procesos de investigación y transferencia, y se clama por un profundo reordenamiento institucional enmarcado dentro de los nuevos signos de los tiempos: la apertura e internacionalización de la economía y las prioridades de la inversión pública mencionadas antes.

Ya hay avances indicativos de estos cambios. El Conpes, por ejemplo, en un reciente documento referente al plan de modernización agropecuaria, subraya la necesidad de actuar sobre la economía campesina en zonas que ocupan 100 000 hectáreas y 60 000 familias en cultivos de trigo, cebada, fique y tabaco negro, anticipándose a las señales del mercado nacional e internacional. Muy difícil y compleja tarea que exige, en las instituciones públicas y del sector privado, arreglos conjuntos, para que esa reconversión se pueda surtir sin traumatismos y así reorientar su actividad hacia otros renglones aún no identificados.

El fortalecimiento de la presencia del sector privado va a estar acompasado también con una Ley de Patentes y de Propiedad Intelectual sobre materiales biológicos, cuyo proyecto será presentado al Congreso de la República dentro del paquete legislativo del gobierno.

Adicionalmente, Colciencias, con recursos del BID, va a crear un sistema de créditos reembolsables y no reembolsables para financiar entidades públicas y privadas dedicadas a la ciencia y la tecnología.

Sobre su grado de desenvolvimiento en nuestro medio, en el Plan de Desarrollo aparece un cuadro que muestra el rezago frente a otros países de América Latina, al emplear algunos indicadores de la inversión en ciencia y tecnología. En 1988 esa cuantía por habitante era en Argentina de US\$19, en Brasil US\$13,8, en México US\$11,4, en Venezuela US\$10,7 y en Colombia solamente US\$1,9.

En materia de patentes concedidas por cada 10 mil habitantes, en 1985 Argentina tenía 5,46, Brasil 22,84, México 1,69, Venezuela 1,97 y Colombia 0,58.

Como porcentaje del producto interno bruto, las cifras referidas en 1985 muestran a Brasil y México con el 0,6%, Venezuela el 0,4% y Colombia el 0,1%.

Personal en ciencia y tecnología por cada millón de habitantes: Argentina 360, Brasil 256, México 598 y Colombia 78.

Así se admita que estas cifras pueden tener distorsiones y sesgos estadísticos, las diferencias son tan grandes que de todas maneras revelan el dramático estado de postración relativa de nuestro aparato productivo del conocimiento.

Precisamente a esa realidad intenta responder el nuevo ordenamiento jurídico de nuestro sistema nacional así: primero, reacomodándolo institucionalmente; segundo, fortaleciendo su capacidad generadora de conocimiento; por último, provocando y estimulando un acercamiento de la universidad y del sector productivo a nuestros centros de investigación. He aquí la antesala fundamental para que nuestras instituciones públicas de investigación y transferencia de tecnología en el sector agropecuario se adapten a las nuevas circunstancias.

La reforma del ICA

En este orden de ideas, resulta oportuno discutir alternativas de reforma del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, y de la modalidad de sus relaciones con el sector productivo, a fin de que éste, como motor principal del desarrollo de la economía, libere con mayor vigor su potencial creativo al servicio del país, partiendo de tres variables principales: la especialización, la privatización y la descentralización. Con tal propósito, se propone:

- a. Separar del Instituto todo tipo de funciones policivas y sanitarias, ajenas a la naturaleza de la investigación y la transferencia, y confiarlas en cambio a las secretarías de Agricultura departamentales o a otros organismos equivalentes o similares, según lo determine el ministerio del ramo, el cual tendría a cargo la vigilancia y el control de esas actividades.
- b. Descentralizar y abrir el Instituto a los productores, a otros centros de investigación y extensión y a los planteles de educación superior con miras a que éstos, que están en permanente e íntimo contacto con las señales del mercado y con los profesionales del agro, participen decisivamente en la orientación de sus tareas, en la administración de su presupuesto y de su infraestructura física y humana, y de esa manera contribuyan a mejorar su eficiencia y a reducir sustancialmente la larga distancia que aún separa la generación del conocimiento de la adopción de nuevas tecnologías en el campo.
- c. Para alcanzar ese objetivo, crear al menos cinco consorcios regionales de gestión tecnológica, compatibles con las distintas zonas agroecológicas del

país o, si se quiere, con las actuales regionales del ICA, con la participación del Instituto, la universidad y los productores, dentro de los lineamientos establecidos por el Decreto 393 de 1991, mediante el cual se dictan normas sobre asociación de actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías.

- d. Confiar, a través de convenios asociativos de responsabilidad compartida y de acuerdo con las disposiciones de la nueva Ley de Ciencia y Tecnología, el manejo de infraestructura adecuada y recursos humanos especializados a los nuevos consorcios regionales de gestión tecnológica, a los centros nacionales de investigación por producto existentes, y a los que se establezcan en el futuro por iniciativa de los productores, según el caso.
- e. Crear un sistema nacional de información descentralizada y computarizada al servicio del público, en cada uno de los principales núcleos municipales del sector rural.
- f. Mantener bajo la responsabilidad del Instituto la conservación de las colecciones de materiales genéticos y biológicos.
- g. Fortalecer la investigación en las disciplinas y ciencias básicas con mayores externalidades, en asocio con la universidad y bajo la guía del sector productivo como intérprete del mercado.
- h. Otorgar especial énfasis a la transferencia, capacitación y extensión en las áreas de economía campesina, en concordancia con el impacto que sobre las mismas tengan los ajustes macroeconómicos del modelo de la apertura.

Con el objeto de que los particulares respondan con éxito y eficiencia al modelo de la apertura, es indispensable emprender reformas de esta índole. Somos muy dados a elaborar todo tipo de diagnósticos. Pero cuando llega la hora de los cambios concretos, pensamos que eso es asunto de otros. No puede ser posible que mientras el llamado revolcón institucional le esté llegando a entidades como el ISS, Proexpo, Colpuertos, FFNN, Telecom, Idema, Caja Agraria, etcétera, el ICA quede excluido, como si se tratara del paradigma de la modernización nacional.

Consideraciones finales: evaluación, seguimiento y prioridades

¿Quién, mejor que los mismos productores como los más idóneos intérpretes de las reales apetencias de los consumidores, podría adelantar el seguimiento y evaluar los avances del Sistema Nacional de Investigación? Tal consideración cobra aún más fuerza a medida que, con el nuevo modelo económico, están más expuestos al mercado como mecanismo de asignación de los recursos, y el esfuerzo tecnológico, dentro de razonables límites impuestos por la naturaleza, se convierte en creador de ventajas comparativas.

En el pasado existía algún consenso sobre la conveniencia de que el Estado conservara la exclusividad de la investigación en ciencias básicas. Sin em-

bargo, el problema siempre radicó en la extrema lentitud de su divulgación. Pues bien, la solución estaría ahora en exponerlo también a la competencia privada, nacional e internacional, a fin de inducir el mejoramiento de su eficiencia. ¿Quién ha dicho que la apertura es sólo para los particulares?

Naturalmente que en este aspecto es preciso desarrollar una habilidad compleja: negociar conocimiento, el insumo de mayor importancia estratégica de la era moderna. Aquí la universidad tiene una especial responsabilidad, en su condición de ser el mejor medio de garantizar las externalidades del proceso de transferencia.

Igualmente necesario es seguir un sistema de prioridades. El ordenamiento territorial con criterio agroecológico, de un lado, y la agrupación de especies de acuerdo con su comportamiento en el mercado externo, de otro, son las categorías más relevantes para adelantarlos.

Dentro de este contexto, la economía campesina, el sector más vulnerable a una apertura sin reciprocidad de parte del entorno internacional, como en efecto está ocurriendo, exige especial tratamiento. Lo mismo los cereales y las oleaginosas, productos de la dieta básica diaria del planeta, objeto del más feroz proteccionismo, cuyos precios por tanto no pueden aceptarse como señales confiables del mercado; la horticultura y la fruticultura, con grande potencial en las comunidades más ricas, donde aún no se han logrado superar las ventajas naturales de nuestro trópico.

Finalmente, Colciencias, dentro del marco de las grandes posibilidades de la Ley de Ciencia y Tecnología, está llamado a ser el gran catalizador de la apremiante reforma del Sistema Nacional de Investigación, a fin de preparar debidamente a nuestro aparato productivo para enfrentar los retos y aprovechar las oportunidades que nos brinda la internacionalización de la economía.

CRITERIOS Y PRIORIDADES DE INVESTIGACION EN LA AGROINDUSTRIA

Juan Manuel de Castells

Introducción

El objetivo básico del presente artículo es proponer a Colciencias algunos criterios y prioridades para la financiación en la agroindustria de alimentos. A efectos de fundamentar los criterios propuestos se analizarán, en los tres primeros epígrafes, las tendencias tecnológicas mundiales y la situación de nuestra industria frente a ellas, así como la capacidad de la infraestructura investigativa existente en el país. En el cuarto epígrafe se propondrán algunos criterios fundamentales y se analizarán las implicaciones prácticas de los mismos. Finalmente, en el quinto epígrafe se propondrán algunas líneas de investigación con base en los puntos precedentes.

Tendencias mundiales en tecnología de procesos e innovación de productos

A nivel mundial, la industria de alimentos no se caracteriza por ser una de las que invierten en investigación y desarrollo una mayor proporción del valor de su producción. A pesar de lo anterior, puede afirmarse que sí figura entre las industrias que mayor progreso tecnológico ha experimentado durante los últimos años. La razón de esta aparente contradicción estriba en su enorme permeabilidad a los avances que se generen en otros sectores; así, por ejemplo, el origen de las técnicas de extrusión en la industrialización de alimentos se encuentra en la industria de los plásticos, el de la separación por membranas en la ciencia médica, el de las modificaciones enzimáticas en la industria de los medicamentos, etc.

Posiblemente la tendencia de cambio más importante en la industrialización de los alimentos a nivel mundial sea de tipo filosófico y se fundamente en los conceptos interrelacionados de *manufactura invisible*, alimentos mínimamente procesados y tecnología de barreras, los cuales se describen a continuación.

El concepto de *manufactura invisible* se basa en el deseo del consumidor actual de que la evidencia de que el producto ha sido objeto de algún tipo de procesamiento industrial se reduzca a un mínimo; se parte así mismo de la base de que el consumidor prefiere procesos *físicos* en lugar de procesos *químicos*.

El concepto de *alimentos mínimamente procesados* consiste en situar la preservación de la frescura de los ingredientes utilizados como un objetivo esencial del proceso empleado, entendiéndose por preservación de la frescura tanto la calidad asociada a la frescura como la apariencia de la misma.

A su vez, el concepto de *tecnología de barreras* busca asegurar la conservación de los alimentos mediante tratamientos suaves que permitan mantener inalteradas sus cualidades fundamentales, definición que excluye parte de los procedimientos térmicos tradicionales; dentro del concepto analizado, ese objetivo se logra a través de la aplicación de varios procedimientos, los cuales actúan en forma complementaria y sinérgica, ya que, en general, ninguno de ellos en forma aislada aseguraría la conservación del producto.

Considerados en forma conjunta, los conceptos mencionados recubren una verdadera revolución en la ciencia y en la industria alimentaria, cuyos efectos se harán sentir con fuerza en el futuro. Los objetivos básicos del procesamiento de los alimentos ya no podrán seguir limitándose a la obtención de productos seguros (nutricional y asépticamente) y con prolongada vida de estantería (de estación a estación generalmente). La exigencia de los consumidores por productos similares en calidad y apariencia a los alimentos frescos, obtenidos mediante procesos que no afecten ni desnaturalicen los ingredientes utilizados, obligará a la industria a descartar un buen número de

las tecnologías actuales, tendencia ya evidente en algunos sectores, según veremos más adelante.

Las tecnologías desarrolladas con base en los conceptos precedentes son principalmente la separación mediante membranas, la conservación por frío, la conservación bajo vacío, la reducción de la actividad de agua, la modificación de atmósferas, la biotecnología (tecnología enzimática) y la cocción en horno microondas. A continuación veremos algunas tendencias de investigación y aplicaciones recientes de cada una de ellas.

La *separación mediante membranas* es una técnica que consiste en el fraccionamiento de soluciones líquidas y en la concentración de partículas sólidas en ellas contenidas, mediante el uso de membranas, las cuales son permeables al agua y a sustancias de bajo peso molecular, pero resultan impermeables a proteínas y a otras macromoléculas. Esta tecnología comprende una familia de procesos como la ósmosis inversa, la ultrafiltración, la microfiltración y, más recientemente, la nanofiltración, aplicadas principalmente en el campo de los lácteos y de los jugos de frutas.

En el sector lácteo, las principales aplicaciones son la concentración de sólidos y la recuperación de las proteínas (lactoalbúmina) del suero de la leche en la elaboración de quesos.

El desarrollo más reciente de esta tecnología se sitúa en la producción de jugos concentrados de frutas, ofreciendo la ventaja del procesamiento a bajas presiones y temperaturas, lo que evita el deterioro del aroma y del sabor y la pérdida de esencias que usualmente ocurre con el proceso de concentración convencional. Actualmente se están perfeccionando técnicas encaminadas a mejorar incluso el sabor y aroma de los jugos, mediante la remoción de los ácidos y componentes indeseables que alteran su sabor. Este proceso, investigado por el Food Protein Research and Development Center de la Universidad de Texas, se basa en la separación por ultrafiltración del jugo en tres fracciones: pulpa, una fracción termosensible que contiene compuestos aromáticos, ácidos y azúcares y una fracción termorresistente que contiene partículas de mayor peso molecular, como microbios y proteínas; la fracción termorresistente se concentra por ósmosis inversa, sin experimentar procesos térmicos, mientras que las otras fracciones pueden ser esterilizadas por procesos térmicos convencionales, siendo finalmente mezcladas para obtener un jugo concentrado con sus componentes aromáticos inalterados; la reducción de ácidos se lleva a cabo haciendo pasar parte del jugo concentrado a través de una columna de intercambio de iones.

La aplicación de tecnologías como la descrita a la concentración y preservación de jugos permitirá obtener productos de calidad superior en comparación con los sistemas tradicionales, al evitar la pérdida de componentes volátiles del sabor y aroma, así como la aparición de sabores indeseables originados por varias reacciones típicas del proceso térmico tradicional, tales como la oxidación de los lípidos o la reacción de Maillard.

Otra dirección de la investigación en tecnología de membranas apunta a la purificación de los líquidos, operando en rangos de 0,02-2,0 micrones que permiten separar bacterias, mohos y levaduras.

Los procesos reseñados han sido posibles gracias al desarrollo de nuevos materiales para la construcción de membranas, tales como polímeros orgánicos, cerámicas o minerales sobre cerámica, como grafito, óxido de aluminio o acero inoxidable.

Tanto en EU como en Europa se aprecia un gran auge de los *sistemas de conservación por frío* que responde claramente a las exigencias comentadas de productos de óptima calidad y frescura. En EU, por ejemplo, los productos congelados han pasado a representar un 28% del total de alimentos industrializados en 1972 a un 40% en 1990, obteniéndose esta mayor participación principalmente en detrimento de las conservas enlatadas.

La investigación actual en este campo se dirige principalmente a determinar los efectos de la temperatura alcanzada y rapidez del enfriamiento sobre la formación de cristales y sus efectos sobre la destrucción de tejidos, pérdida de producto al descongelar y desarrollo de enzimas inducidos por la formación de cristales, así como a determinar las temperaturas óptimas para cada producto y a corregir los problemas causados por la aparición de sabores y aromas indeseables y la contaminación por bacterias psicrófilas.

La tendencia hacia una mayor calidad en estos productos ha originado nuevas aplicaciones tecnológicas en las que el producto es congelado criogénicamente (mediante contacto directo con el agente congelador, generalmente nitrógeno o dióxido de carbono) en su superficie, mientras que el sistema mecánico (por aplicación de corriente de aire) completa el proceso, lográndose así un buen equilibrio entre las exigencias de costo y calidad.

El auge de los sistemas de conservación por frío ha sido posible, en parte, gracias al progreso de la tecnología de contenedores refrigerados, que ha permitido el transporte y el comercio internacional de los productos conservados de esta manera, en forma eficiente; los contenedores de última generación cuentan con un doble juego de termostatos, de forma que, al fijar la temperatura deseada, el equipo selecciona automáticamente el termostato indicado (para cargas refrigeradas o congeladas); estos contenedores autónomos modulares cuentan con un sistema auxiliar generador que se puede retirar cuando se cargan en los barcos, disminuyendo así el peso total del equipo.

Dentro de los sistemas de conservación por frío desarrollados durante los últimos años se destaca el sistema *sous vide* (bajo vacío), perfeccionado en 1987 por la firma francesa Vie de France. En este sistema los productos frescos se introducen en bolsas al vacío, se cuecen a bajas temperaturas en un baño de agua y luego se conservan en forma refrigerada, hasta cuando se recalientan en el momento de servirse. Procesados de esta manera, productos como entradas, salsas, acompañamientos y platos preparados se distribuyen a través de la cadena de restaurantes de la firma. En 1990, Vie de France abrió

su primera planta en EU en Alexandria, Virginia, con una capacidad de 70 000 platos diarios.

Las aplicaciones más frecuentes de la *biotecnología* en la industrialización de los alimentos corresponden a la tecnología de enzimas, cuyo objetivo es tanto la utilización de enzimas para la producción de alimentos como su inactivación, cuando contribuyen al deterioro o a la alteración de los mismos.

Algunas de las aplicaciones recientes y líneas de investigación más promisorias son las siguientes:

- Modificación de enzimas para operar a mayores temperaturas o con moléculas ligeramente diferentes de los sustratos originales o en rangos de *pH* más amplios, mediante técnicas de ingeniería de proteínas y determinación de estructuras tridimensionales.
- Búsqueda de reacciones inducidas por enzimas en medios no acuosos, por ejemplo en fluidos supercríticos de dióxido de carbono adecuados para lograr reacciones con productos lipofílicos.
- Ingeniería genética aplicada al mejoramiento de bacterias y levaduras para la producción de lácteos, carnes, vegetales y cereales fermentados.
- Obtención de varios ingredientes, como vitaminas, aminoácidos, reforzadores del sabor, estabilizantes, inhibidores microbianos, edulcorantes, ácidos, aromas y colores a partir de microorganismos.
- Modificación genética de materias primas agrícolas, como frutas y hortalizas, para mejorar algunas características que favorecen el procesamiento industrial (contenido de sólidos, brix, acidez, morfología, color, contenido y facilidad de remoción de las semillas, aptitud a soportar la cosecha mecánica, etcétera).
- Utilización de enzimas o células microbianas como biosensores para el control de reacciones de fermentación y el acondicionamiento de residuos orgánicos para su reciclaje o aprovechamiento industrial.
- La utilización de otras aplicaciones más tradicionales de la tecnología enzimática ha seguido intensificándose (obtención de jarabes de alto contenido de fructosa por medio de glucoamilasas y glucosa isomerasas, inversión de sacarosa en glucosa y fructosa por acción de invertasas, retardamiento del enranciamiento en panadería mediante amilasas, coagulación del queso por acción de reninas de origen microbiano, producción de sabores mediante la hidrólisis de grasa por lipasas, producción de emulsificantes, como monoglicéridos, etcétera).

El auge de la utilización de alimentos congelados ha motivado la difusión del *horno microondas* en los hogares europeos y norteamericanos, el cual ofrece grandes ventajas como la descongelación y el calentamiento rápido de los alimentos, un tratamiento térmico más suave, una mejor preservación de los nutrientes y ahorros de energía, entre otros.

Se estima que hoy día el 83% de los hogares de los EU y el 69% del Japón poseen hornos microondas.

La gran difusión del horno microondas ha sido una de las principales fuentes de inspiración en el desarrollo de nuevos productos y empaques, diseñados unos y otros para su utilización en este tipo de horno. Las líneas de investigación en esta tecnología tienen como objetivos principales superar algunos inconvenientes, tales como la ausencia de tostado y la aparición de puntos secos en el alimento a causa del calentamiento rápido, que provoca la expulsión de agua en algunas partes del producto. La solución a estos problemas se busca a través de la formulación de los productos (mediante la adición de hidrocoloides, como goma xantán y carragenatos) o de los empaques (mediante el uso de susceptores, materiales absorbentes, generalmente a base de poliéster metalizado, que se colocan en el lugar del empaque en que se encuentra la parte del producto que se desea dorar o volver crujiente).

Dentro de las filosofías antes mencionadas de tecnología de barreras y procesamiento mínimo o invisible, el desarrollo de *nuevos empaques* ha desarrollado un papel muy importante. Algunas de las principales tendencias en este campo son las siguientes:

- Empaques diseñados con fines de control o modificación de atmósferas, a efectos de prevenir la acción de enzimas, controlar o prevenir la absorción de etileno y prevenir la contaminación microbiana y la alteración del color de los alimentos; estos empaques se emplean principalmente en frutas, hortalizas y carnes frescas, utilizando o controlando, según los casos, el oxígeno y el dióxido de carbono; los materiales más empleados son el polietileno de baja densidad y el cloruro de polivinilo.
- Nuevos materiales adecuados especialmente para el horno microondas, principalmente el tereftalato de polietileno (PET), el poliéster cristalizado (CPET), el policarbonato coextruido con polieteremina, las bandejas de fibra de poliéster laminado y las resinas de poliolefinas termopresurizadas.
- Los sistemas de empaque aséptico han tenido una gran difusión, con aplicación a tipos de productos distintos de los tradicionales (lácteos y jugos de frutas), tales como sopas, aderezos, ensaladas y productos a granel en el comercio internacional.

Finalmente cabe mencionar en este breve resumen de las tendencias mundiales, la creciente adopción de nuevos tipos de *autoclaves*, rotativos y continuos, diseñados para lograr una mayor conservación del calor, penetración más rápida de los empaques durante el proceso de esterilización, distribución más uniforme del calor y mayor continuidad del proceso; la difusión de los empaques flexibles o semirrígidos ha dado lugar a la creación de sistemas mixtos de esterilización por combinación de vapor, aire e inmersión en agua, los cuales proporcionan una mayor presión que contrarresta la presión interna del empaque.

Situación de la industria nacional de alimentos frente a las tendencias mundiales

Varias investigaciones adelantadas durante los últimos años en relación con el proceso de innovación y progreso tecnológico de la industria de alimentos han coincidido en evidenciar cierto retraso generado durante los últimos años. Conclusiones en este sentido pueden, por ejemplo, encontrarse en los documentos y trabajos siguientes:

- Colciencias. *Proyecto de innovación tecnológica en el sistema alimentario nacional. Previsión de las tendencias tecnológicas* (1987).
- Infotec. *Diagnóstico de competitividad del sector agroindustrial colombiano* (1988).
- Misión de ciencia y tecnología (1990).

Algunos trabajos han revelado la responsabilidad que debe atribuirse al modelo de desarrollo seguido por el país durante los últimos años en ese retraso. Al respecto merece mencionarse el documento *Impacto de las políticas explícitas, implícitas y factores de entorno sobre la innovación en el sector industrial de alimentos en Colombia*, presentado a Colciencias en mayo de 1987 por Jaime Silva.

Considerando, por consiguiente, que tanto la realidad del atraso tecnológico de la industria de alimentos como sus causas han sido comprobados y diagnosticados ya en numerosas investigaciones, nos limitaremos en este epígrafe a señalar algunas de las áreas en que el mismo es más evidente.

En el sector de los productos lácteos, como en el de los jugos de frutas, son ya evidentes los efectos de la no disponibilidad de tecnologías de empaque aséptico, concretados en la importación de leches y jugos de larga duración de Venezuela y el Ecuador. Una tendencia universal en el sector de productos lácteos es el desarrollo de leches saborizadas, el cual ha permitido mantener o incrementar el consumo de leche líquida. En Colombia varias empresas han adelantado intentos por introducir al mercado leches saborizadas, generalmente con resultados comerciales desfavorables. La razón es que la leche saborizada no es un producto de primera necesidad y venta diaria regular y permanente como la leche pasteurizada, por lo que los puntos de venta terminan experimentando pérdidas de producto y dejando de comprarlo si su vida útil es de unos pocos días, como ocurre con el proceso tradicional.

Aunque durante los últimos años se ha registrado cierto desarrollo de las exportaciones de frutas y hortalizas, las mismas se realizan hasta el momento en su casi totalidad por avión, sin aplicación de sistemas de preservación por frío o por control de atmósfera. Con tarifas de carga aérea a Europa cercanas a los US\$2 por kilogramo, es difícil esperar que el país logre un gran desarrollo de estas exportaciones (forzosamente limitadas hoy día a algunas variedades y épocas del año), mientras no se adopte masivamente el transporte

marítimo. La difusión del transporte marítimo exige, a su vez, la determinación mediante investigación de los procesos de maduración y senescencia de cada fruta y variedad a fin de establecer las condiciones de almacenamiento y transporte más adecuadas en cada caso (temperaturas, oxígeno, dióxido de carbono, control de etileno, humedad relativa, mezclas de frutas aconsejables, etcétera); actualmente no se dispone de los conocimientos señalados, lo cual se traduce en niveles de rechazo importantes de las frutas exportadas (que usualmente se envían en consignación, de forma que el exportador no tiene garantizado el pago, que es fijado por el comisionista en función de la calidad de la fruta).

El sector de conservas de frutas ha sido caracterizado en varias investigaciones (ver por ejemplo, "La industria de conservas vegetales", en *Revista ANDI*, febrero de 1989) por ser uno de los estancados de la industria de alimentos. Este estancamiento se atribuye, en parte, a la falta de innovación de procesos y productos. A diferencia de las tendencias mundiales en estos productos, no se observa en Colombia un auge de productos congelados, ni de empaques flexibles, ni de la renovación de los actuales autoclaves de tipo estático y discontinuo.

La exportación de jugos concentrados de frutas (de maracuyá y, recientemente, de naranja) ha venido desarrollándose con buenos resultados hasta el momento; a más largo plazo el éxito de estas exportaciones dependerá de la adopción de procesos de tecnología de membranas, descrita en el epígrafe precedente; hasta el momento no se observan investigaciones ni inquietudes por esta tecnología en el país.

Los sectores de conservas de frutas y cereales, especialmente, sufren la falta de adecuación de la oferta agrícola a los requerimientos específicos del proceso industrial. Algunos ejemplos claros de esta situación son los que ofrecen el trigo, la piña y buena parte de las hortalizas cultivadas en el país.

El trigo producido en Colombia, como es bien sabido, no posee las características requeridas por el procesamiento industrial, tanto por su bajo contenido de germen como por la escasa fuerza de su gluten (la fuerza del gluten confiere a los productos industriales, como pastas y galletas, la capacidad de conservar su forma, una vez cocidos, evitando que se vuelvan una masa de semolina). El trigo nacional tampoco posee *maquinabilidad*, es decir, no se adapta a las velocidades de las máquinas diseñadas para trigos más duros y, si se reduce la velocidad de algunos equipos, como hornos o molinos, ya no serían compatibles con las máquinas empacadoras, que poseen escasa versatilidad en cuanto a cadencias.

Aunque el país cuenta con una producción importante de piña fresca y con condiciones ambientales y de suelos en Risaralda calificadas por expertos internacionales tan propicias como las de Hawai para el desarrollo de este cultivo, tanto su exportación como la industrialización para el mercado local se han visto impedidas por falta de las variedades adecuadas. La variedad pre-

dominante (la perolera) es inadecuada, por su corazón tan grande, semillas grandes y profundas y forma alargada, para el procesamiento industrial.

Las variedades de ajos cultivadas en el país son pequeñas, de color cremoso o rosado, poco uniformes y de túnica delgada, mientras que para el procesamiento industrial o para el desarrollo de las exportaciones se requerirían ajos grandes, blancos y uniformes.

Las variedades de cebollas tienen bajo contenido de sólidos totales, lo que dificulta su almacenamiento y reduce los rendimientos obtenidos en su deshidratación.

Buena parte de las variedades de arveja no tienen la maduración uniforme exigida para su enlatado.

Tampoco el principal tipo de tomate cultivado en el país, el chonto, de crecimiento indeterminado y buen nivel de jugo, resulta adecuado para el proceso industrial, que exige variedades de crecimiento determinado o intermedio y alto nivel de sólidos solubles.

Las condiciones exigidas por la industria, según puede apreciarse en los ejemplos anteriores, son muy particulares y a menudo difieren sustancialmente de las apropiadas para el consumo fresco. Algunas de las características especialmente importantes para la industria, en el caso de las frutas y vegetales, son la acidez, el brix, el contenido de semillas y la facilidad de remoción de las mismas, el color de la pulpa, la morfología, la uniformidad de maduración y otras de las que dependen los rendimientos industriales y la calidad de los productos procesados. La investigación agrícola se ha encaminado cada vez más, a nivel internacional, al desarrollo de variedades adaptadas a las necesidades de la industria y de la exportación; una buena parte de los esfuerzos de la biotecnología se ha dirigido a la creación de nuevas variedades con esas características. La investigación agrícola que tradicionalmente se ha realizado en el país no ha integrado las necesidades propias del sector industrial. El Instituto Nacional de Biotecnología de la Universidad Nacional ha realizado recientemente algunas investigaciones en el área agrícola, orientadas hacia la prevención de plagas y enfermedades (en banano, fresa, uchuva, plantas ornamentales, cítricos y papa); es conveniente orientar en el futuro parte de los esfuerzos de esta entidad hacia el área de la adecuación industrial de los productos agrícolas.

Infraestructura de investigación existente

Varias investigaciones han evidenciado la escasa relación que existe entre la investigación que en tecnología de procesamiento de alimentos realizan las universidades y el sector productivo. Las razones que más a menudo se esgrimen para explicar esta situación son las siguientes:

- Mayor motivación en la universidad hacia problemas de tipo *macro*, sociales o económicos, como son la problemática nutricional, el desarrollo

comunitario campesino, la protección ambiental, la sustitución de importaciones y otros.

- Posibilidad de obtener financiación de entidades estatales o internacionales para líneas de trabajo que correspondan con las inquietudes e intereses propios de los investigadores.
- Trabas burocráticas que dificultan o impiden en la práctica la venta de servicios.
- Falta de especialización en los docentes e investigadores.
- Desconocimiento en el sector industrial de alimentos sobre los servicios ofrecidos por las universidades.
- Plazos de trabajo a veces inadecuados a las necesidades de la industria.
- Debilidad en la elaboración y presentación de proyectos y propuestas.

Las entidades que aparecen más a menudo financiando o patrocinando las investigaciones son Colciencias, Fao, Sena, Inderena, Corponor, Ciid (gobierno canadiense), Onudi y Fondo DRI, mientras que son muy escasas las investigaciones financiadas o solicitadas por empresas privadas.

Las áreas de trabajo y especialización de los programas de investigación de las distintas universidades son muy similares, concentrándose básicamente en los sectores de lácteos, carnes y frutas; esta concentración origina inevitablemente cierta repetición en los trabajos realizados.

La mayor parte de las investigaciones se refieren principalmente a las aplicaciones de tecnologías ya existentes y conocidas en el país, más que a la búsqueda o incorporación de nuevas tecnologías.

Un último aspecto que limita la utilización por la industria de los trabajos de investigación de las universidades es su carácter incompleto. El proceso de asesoría en desarrollo de nuevos productos o tecnologías debe, forzosamente, ser integral, incluyendo las etapas de mercados y consumo. Que los programas de investigación de las universidades no incluyan estas etapas, ni posean fortalezas en la preparación global de proyectos y estudios de factibilidad, reduce significativamente su capacidad de venta de servicios técnicos al sector productivo.

Otro elemento importante de la infraestructura tecnológica existente son los *laboratorios de control de calidad de alimentos*. Aunque los mismos cuentan con personal calificado para brindar asesoría en varias etapas del proceso productivo y del desarrollo de productos, hasta el momento su actividad se limita a la realización de análisis bacteriológicos (principalmente) y físico-químicos de rutina, que sus clientes requieren generalmente para el trámite o renovación de licencias sanitarias. Estos laboratorios no disponen, en general, de equipos para análisis especiales físico-químicos, como cromatógrafos, espectrofotómetros, crioscopios, etcétera.

Algunos *centros de apoyo tecnológico*, como Cenicaña o Cenicafé brindan sus servicios a sectores de la industria muy específicos; el ICA ha mostrado escaso interés hasta el momento por el área del procesamiento industrial.

La situación analizada muestra cómo, una vez liquidado el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, la agroindustria de alimentos carece de una infraestructura de apoyo para su actualización en tecnología de procesos e innovación de productos. La creación o fortalecimiento de esta infraestructura y la vinculación de los esfuerzos, escasos y dispersos, que adelantan algunas entidades con el sector productivo, deben constituir criterios y prioridades de la política en este sector.

Criterios de investigación y apoyo

Competitividad

La apertura económica exigirá sin duda, de la industria de alimentos, un gran esfuerzo de investigación y desarrollo para alcanzar niveles competitivos frente a los productos del exterior.

En el pasado, dentro del marco proteccionista general que el país conoció, la agricultura y la industria de alimentos figuraron entre los sectores más protegidos, por las implicaciones sociales y políticas de los mismos (basta recordar el concepto de *seguridad alimentaria* que inspiró en parte la política oficial durante los últimos años). Tanto la industria de alimentos (por falta de competencia) como el consumidor (por desconocimiento y falta de opciones) se acostumbraron a niveles y conceptos de calidad que hoy día, en el caso de algunos productos, se alejan de los criterios internacionales. Pueden mencionarse, por ejemplo, los casos de pastas (elaboradas con harinas de trigos blandos y cuya textura, una vez preparadas, resulta blanda, feculenta y notablemente alejada del *al dente* tradicional del producto); de algunas carnes frías, elaboradas con contenidos excesivos de harinas; de las mermeladas, muchas de las cuales se elaboran con contenidos de sacarosa que exceden las normas internacionales; de buena parte de los jugos de cítricos, conservados mediante altos contenidos de preservativos que afectan notablemente su sabor; de buena parte de los dulces elaborados con azúcar invertido en lugar de glucosa o de parte de los confites a base de grasa vegetal en lugar de manteca de cacao.

La apertura de las importaciones brindará al consumidor un mayor número de opciones y seguramente le creará nuevos conceptos de calidad que, a su vez, le generarán mayores niveles de exigencia hacia los productos nacionales. La industria nacional, particularmente la mediana y pequeña industria (la mayor parte de los ejemplos citados se refieren principalmente a este tipo de empresas, cuyos niveles de calidad son, en general, inferiores a los de las grandes) se verá obligada a incrementar tanto los niveles de calidad de algunos de los productos actuales, como a diversificar su línea de productos y de tipos de empaque. Sólo a medida que exista un apoyo adecuado para este esfuerzo se logrará el nivel de competitividad que el nuevo modelo de desarrollo exige.

Promoción de exportaciones

Este criterio se asocia estrechamente con el anterior y deriva del actual entorno de política económica, el cual sólo podrá alcanzar el éxito a medida que el país logre explotar sus ventajas naturales en el mercado internacional.

Aparte del café, el renglón de la agroindustria de alimentos en el que el país cuenta con mayores oportunidades de integración al mercado mundial es el de las frutas y hortalizas, por la diversidad de climas y variedades y disponibilidad de suelos y condiciones ambientales propicias a su cultivo, los cuales permiten especialmente abordar el importante mercado de *fuera de temporada* en los países europeos o en EU. El aprovechamiento de ese potencial exige, sin embargo, el apoyo de esfuerzos de investigación que se describen en el epígrafe siguiente. Los ejemplos de los países que han tenido mayor éxito en el desarrollo de estas exportaciones, como Chile o México en América Latina, muestran así mismo la necesidad de un apoyo institucional y de organización gremial que permita superar las barreras a la importación de estos productos en los países importadores (concentración de la demanda en poderosas firmas mayoristas, preferencias acordadas a otros grupos de países, desconocimiento de algunos productos, necesidad de adelantar acciones promocionales conjuntas, etcétera). También sobre estos aspectos del comercio internacional de estos productos se requieren estudios específicos, tanto sobre las características y exigencias de los mercados, como sobre los tipos de organización y políticas de apoyo que han tenido éxito en otros países exportadores.

Actualización tecnológica

De los criterios anteriormente expuestos y del análisis de las tendencias tecnológicas mundiales, se desprende la necesidad de actualización tecnológica de la industria de alimentos. Los conceptos de procesos diseñados para una óptima preservación de la calidad y apariencia del alimento fresco han tenido hasta el momento escasa influencia en la industria de alimentos nacional. Cabe esperar que la necesidad de protegerse de la competencia de productos importados y de responder a las exigencias de los mercados de exportación, motivarán un mayor interés por esos conceptos y procesos. La falta de experiencia en el país con tecnologías que respondan a esta orientación, como la biotecnología, separación por membranas, congelación, control de atmósferas y otras, exige un decidido apoyo hacia proyectos encaminados a la adopción de las mismas por el sector productivo.

Fortalecimiento de la infraestructura nacional de investigación y vinculación con el sector productivo

El apoyo a la actualización tecnológica depende, a su vez, de la disponibilidad de una infraestructura adecuada de investigación. Esta condición, según

hemos visto, no se cumple actualmente. La liquidación del IIT ha privado a la industria de alimentos de la única entidad que en alguna forma contó con una infraestructura de equipos y recursos humanos que superaba la *masa crítica* necesaria para generar resultados importantes en este campo.

Los programas que adelantan algunas universidades no cuentan con equipos ni con personal humano adecuados para promover y apoyar un proceso de actualización tecnológica como el contemplado aquí, máxime dentro del actual contexto de dispersión, descoordinación y repetición de esfuerzos.

La situación descrita indica la perentoria necesidad de fortalecer y coordinar la infraestructura nacional de investigación mediante, entre otras, las acciones siguientes:

- Creación de un nuevo centro de investigación y desarrollo tecnológico de la industria de alimentos, proyecto que viene siendo adelantado por la ANDI y el Ministerio de Desarrollo con el patrocinio del Banco Mundial. El estudio de factibilidad, basado en la determinación por encuesta directa de las necesidades de las empresas, será entregado en mayo del presente año y, a partir de entonces, será necesario concretar el concurso de los sectores privado y estatal para su realización.
- Integración en las políticas de investigación del ICA de las necesidades específicas del sector procesador de alimentos, mediante la institucionalización de mecanismos de coordinación con ese sector que hoy día no existen, a pesar de algunos esfuerzos realizados en el pasado en este sentido (por parte de la ANDI, principalmente).
- Apoyo a proyectos de ampliación de equipos por parte de laboratorios de control de calidad de alimentos que deseen diversificar su oferta de servicios (la encuesta directa a este tipo de entidades revela cómo la falta de financiación ha sido uno de los principales limitantes a esa ampliación).
- Solo reforzando con equipos, investigadores y presupuestos adecuados los programas de investigación que adelantan las universidades, será posible que los mismos lleguen a constituir un factor importante de la actualización tecnológica que la industria requiere.

Para que los recursos que, en cumplimiento de ese objetivo, se destinen a las universidades tengan una verdadera justificación económica y social se requiere, sin embargo, una firme vinculación de los programas de investigación con las necesidades del sector productivo. Idealmente, los proyectos deberían basarse en contactos con los potenciales usuarios de los resultados que se espera obtener y ello es válido tanto si se caracteriza a los proyectos como de ciencia básica o aplicada. También resulta necesario que los proyectos contemplen mecanismos de difusión efectivos de los resultados hacia el sector productivo. El hecho de que la financiación de los proyectos provenga habitualmente de entidades estatales o de cooperación internacional no debe

eximir tampoco de la responsabilidad de contribuir al desarrollo del sector productivo, que todo proyecto debe tener.

Formación de equipos integrales y globalidad de los proyectos

Este punto guarda una estrecha relación con el anterior. El desconocimiento de las necesidades del sector productivo deriva a menudo de la no integración en los proyectos de profesionales experimentados en áreas de mercadeo e investigación del consumidor. Si se desea lograr resultados que respondan a las necesidades del sector productivo, es necesario que este tipo de expertos se vinculen a los proyectos desde la definición de los mismos. No es suficiente incluir algunas pruebas de producto, al final de la investigación, con paneles de consumidores. El conocimiento de las necesidades de los consumidores y de las industrias no debe ser un aspecto final, sino precedente al establecimiento de los proyectos y un firme criterio del otorgamiento de apoyo a los mismos.

Valorización de recursos agrícolas

La investigación en tecnología de alimentos se lleva a cabo en forma mayoritaria en países de clima templado y se concentra, lógicamente, en los recursos agrícolas más abundantes en los mismos. El procesamiento de derivados del trigo, como pastas o galletas, ha recibido, por ejemplo, mucha más atención que el de derivados del maíz, el del aceite de soya mucho más que el del aceite de palma y el de frutas templadas mucho más que el de las frutas tropicales.

Quizá la mejor alternativa para reducir la dependencia del trigo importado que tanto se debatió durante los últimos años sea la difusión del consumo de maíz. Resulta difícil, sin embargo, que en sociedades urbanas se incremente la preparación, en el hogar, de productos que exigen dos horas de preparación, como las arepas, o más de siete, como los tamales, cuando existe disponibilidad de pastas, cuya preparación toma diez minutos o de pan listo para consumir. En el pasado se han dedicado cuantiosos esfuerzos, con escasos resultados, a la *parasitación* de los alimentos a base de trigo, buscando el remplazo en los mismos de ese cereal por soya, arroz o maíz (programa de harinas compuestas del IIT y de los PADTS de alimentos de la Junta del Acuerdo de Cartagena). Una línea de investigación menos explotada es la industrialización de alimentos típicos a base de maíz, a la cual responde, por ejemplo, el desarrollo de las harinas precocidas. En esta línea existen muchas posibilidades por desarrollar, siendo posiblemente la industrialización de la arepa la más importante. Algunos esfuerzos realizados en el pasado en Venezuela, con el fin de desarrollar sistemas mecanizados de fabricación de arepas, no han culminado satisfactoriamente, por no haber

podido superar el problema de la adherencia de la masa a cualquier superficie en que se trabaje.

También en algunos procesos de industrialización de frutas tropicales, como la deshidratación o aprovechamiento de residuos, o del aceite de palma (solidificación de las estearinas), existen problemas específicos, cuya solución merece convertirse en un criterio prioritario de apoyo, por no poderse contar, al respecto, con investigaciones realizadas en otras latitudes.

Integración subregional

A partir de la decisión de los presidentes de los países del Grupo Andino de establecer una zona de libre comercio desde 1992 y un mercado común andino en 1995, presenciamos actualmente un resurgimiento de este proceso de integración, que responde así mismo a los objetivos del modelo de apertura que persigue el país. En este contexto, la integración subregional merece retenerse como un criterio importante de apoyo a proyectos en la agroindustria de alimentos.

Tanto en el área agropecuaria como agroindustrial el Grupo Andino ha venido desarrollando esfuerzos integracionistas, plasmados en numerosos documentos y Decisiones de la Comisión del Acuerdo Subregional.

En el área agropecuaria deben destacarse las Decisiones 182 y 251 y la reunión de ministros de agricultura celebrada en La Paz el 19-20 de noviembre de 1990, por la cual se adoptó la meta de alcanzar una Política Agropecuaria Común Andina antes del 31 de diciembre de 1995.

En el área de la agroindustria, los planes de integración se han concretado en el documento *Bases del programa andino de promoción y apoyo a la agroindustria* de diciembre de 1987 y en el *Programa Andino de Promoción y Apoyo a la Agroindustria, PAPA*, aprobado por la Comisión en su cuadragésimoséptimo período de sesiones ordinarias. En esta decisión se indican algunos desarrollos tecnológicos considerados como prioritarios, a nivel subregional, los cuales se mencionan en el siguiente epígrafe, correspondiente a las principales líneas de investigación.

Descentralización

La descentralización es un criterio de la política económica actual, especialmente relevante al caso de la industria de alimentos. Numerosas investigaciones han mostrado, cómo uno de los problemas que afectan el desarrollo de esta industria es su ubicación preponderante en zonas urbanas, alejadas de los lugares de suministro de las materias primas agrícolas y pecuarias.

La ubicación urbana de buena parte de la industria impide o dificulta la integración con el sector proveedor y la realización de programas de fomento de la producción agropecuaria. El problema de la falta de adecuación de

algunas de las variedades cultivadas a las necesidades del procesamiento industrial se origina parcialmente en esta situación.

El concepto de descentralización se asocia con el de integración, reforzando ambos la prioridad que debe otorgarse a proyectos situados en áreas de frontera y que integran capitales o materias primas de dos países. Un ejemplo, en este sentido, es el ofrecido por el proyecto Analac-Indulac, destinado a procesar en Machines (Venezuela) leche fresca recolectada en el Cesar y Guajira, para una distribución del producto industrializado en el mercado subregional.

Nutrición

El criterio nutricional podría considerarse implícito en toda la actividad de la agroindustria alimentaria. La relación entre costo y valor nutritivo de los alimentos industrializados difiere significativamente, sin embargo, entre unos y otros productos. La problemática nutricional que conoce el país ha motivado numerosos esfuerzos de búsqueda de alimentos diseñados por ofrecer un balance favorable entre aporte nutricional y costo. Buena parte de esos esfuerzos no ha dado, sin embargo, los frutos esperados, principalmente por rechazo o falta de aceptación, por parte del consumidor, de dichos productos. Aunque el criterio nutricional debe ser prioritario mientras subsistan problemas de nutrición, lo anterior indica la necesidad de una especial exigencia, en cuanto a los aspectos de mercado y consumo, antes comentados, en este tipo de proyectos.

Presentación de proyectos

La situación existente, caracterizada por cierta debilidad en la elaboración de proyectos, a nivel de universidades y entidades dedicadas a la investigación, hace aconsejable enfatizar estos aspectos como uno de los criterios y prioridades por considerar. Los antecedentes se limitan a menudo a un repaso de los aspectos teórico-científico (tal y como se encuentran a veces en manuales y libros de texto sobre el particular), sin relacionarlos con la situación nacional ni con las necesidades específicas del sector productivo.

La metodología se presenta, en ocasiones, en forma demasiado ambigua para permitir una evaluación de la misma o de los costos involucrados.

Es práctica bastante frecuente afectar a los proyectos la totalidad de costos de equipos y, a veces, vehículos que sólo van a utilizarse por pocos años o meses y, en cualquier caso, por períodos inferiores a la vida útil de los mismos.

Posibles líneas de investigación

A partir de los puntos anteriores se desprenden algunas líneas de investigación que, por las razones analizadas, pueden considerarse como prioritarias, las cuales, sin pretensión exhaustiva, se detallan a continuación:

- Procesos de esterilización UTH y llenado aséptico aplicados principalmente a jugos de frutas y leches líquidas puras y saborizadas.
- Caracterización fisiológica y optimación del manejo poscosecha de frutas tropicales.
- Tecnologías de separación por membranas aplicadas principalmente a la concentración de lácteos y de jugos de frutas.
- Nuevos sistemas de esterilización por autoclaves rotativas y continuas.
- Sistemas modernos de congelación: IQF, criogénicos y mixtos (con etapas mecánicas y criogénicas).
- Industrialización de la arepa y de productos derivados del maíz, en general.
- Nuevos productos a base de soya, según recientes desarrollos de éxito a nivel internacional (pastas, hamburguesas, quesos, etcétera).
- Nuevos tipos de empaque, especialmente laminados plásticos.
- Adaptación de variedades agrícolas a las necesidades del procesamiento industrial, especialmente por aplicaciones de la biotecnología.
- Desarrollos tecnológicos subregionales propuestos en el Programa Andino de Promoción y Apoyo a la Agroindustria:
 - Sistemas intermedios de elaboración de leche líquida de conservación ampliada.
 - Productos modernos (de preparación fácil y rápida y utilización práctica) a base de quinua: bebidas proteicas, hojuelas para el desayuno y papillas.
 - Recuperación y utilización de subproductos y residuos: Aceites y alimentos para animales a partir de cáscaras y bagazo de frutas, bebidas proteicas a base de suero de leche, pulpas de carne a partir de adherencias de huesos de carne y pescado y de alimentos para animales de fuentes diversas.
 - Industrialización de la yuca y del plátano orientada tanto al consumo humano como a alimentos para animales.
 - Tipificación de trigos existentes en la subregión, a fin de seleccionar las variedades más adecuadas en contenido y dureza del gluten al procesamiento industrial y analizar su comportamiento en varias zonas y bajo varias técnicas de cultivo.

Referencias

- Misión de Ciencia y Tecnología (1990).
 Programa de desarrollo científico y tecnológico.
 La conformación de las comunidades científicas en Colombia.
 Estructura científica, desarrollo tecnológico y entorno social.
- Infotec (1989). *Diagnóstico de competitividad del sector agroindustrial en Colombia.*
- Colciencias (1988). *Proyecto de innovación tecnológica en el sector productivo de Colombia.*
- Junta del Acuerdo de Cartagena (1988). *Programa andino de promoción y apoyo a la agroindustria.*

Proyecto de creación de un centro de investigación y desarrollo tecnológico de la industria de alimentos, ANDI, Ministerio de Desarrollo y Banco Mundial. Revista ANDI, enero-febrero de 1989. La agroindustria de conservas vegetales. Candicon (1987). Dinámica de la innovación tecnológica en el sistema alimentario colombiano. Papel de los institutos de investigación, universidades, oficinas de consultoría e ingeniería y algunos servicios de apoyo.

LA INVESTIGACION AGROPECUARIA DENTRO DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Gabriel Cadena Gómez

Introducción

Las condiciones ecológicas colombianas ofrecen una gran diversidad de oportunidades para el desarrollo de la agricultura y la ganadería. Sin embargo, la topografía de las zonas andinas en donde se encuentran los mejores suelos es en un limitante serio para una actividad intensiva; la pobreza de los suelos en las zonas planas principalmente del oriente, igualmente, limita las posibilidades de una agricultura productiva. Algunas áreas carecen de suficiente disponibilidad hídrica y otras, por el contrario, presentan regímenes pluviométricos muy elevados. Estas situaciones sin embargo se ven compensadas por una gran diversidad de temperaturas determinadas por la altitud y la latitud que posibilitan la adaptación de un gran número de especies vegetales y animales, así como hacen viable que el desarrollo de las especies sea prácticamente continuo (sin estacionalidad) y que se obtengan cosechas en distintas épocas del año dentro del mismo territorio nacional. Contar con recursos hídricos abundantes hace que la agricultura en la mayoría de los casos se realice sin recurrir al riego artificial; existen zonas en donde con sistemas apropiados de riegos o de drenajes se lograrían cosechas abundantes de algunos productos.

Como consecuencia de la gran diversidad ecológica, Colombia cuenta igualmente con una de las mayores biodiversidades en su territorio.

Una población nacional creciente, una situación económica de apertura a la competencia internacional y por consiguiente una necesidad de contar con un sector agroindustrial productivo y eficiente requieren que el sector agropecuario se apoye en la ciencia y en la tecnología para lograr los objetivos fundamentales: *seguridad alimentaria, sostenibilidad y rentabilidad.*

Seguridad alimentaria

Lo mismo que la seguridad desde el punto de vista de la integridad del territorio nacional soberano, la seguridad alimentaria debe ser un objetivo fundamental del país.

Para garantizar su seguridad alimentaria es fundamental la investigación y la experimentación. Para ello se deben definir los criterios acerca de

las necesidades nacionales en términos de suplemento de proteínas para los distintos estratos poblacionales (edades) y las fuentes generadoras de esas proteínas (especies vegetales y animales), de tal forma que se puedan tomar decisiones en términos de volumen de producción, estacionalidad de la oferta y garantía de esa producción. Los hábitos alimentarios de las distintas regiones del país y las tendencias del mercado (demanda) deben ser conocidos.

El diagnóstico de los factores limitantes de la producción de alimentos servirá de base para la toma de decisiones acerca de los temas prioritarios de investigación.

La investigación servirá como uno de los elementos básicos para garantizar la seguridad alimentaria del país, lo cual debe ser su primer gran objetivo.

Sostenibilidad

"La sostenibilidad ecológica exige que el desarrollo sea compatible con el mantenimiento de los procesos ecológicos, la diversidad biológica y los recursos biológicos".

La agricultura como actividad económica importante no debe ser una actividad que sólo satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las siguientes generaciones. El concepto del desarrollo sostenido implica tener en cuenta algunos límites, propios de los recursos naturales y del ambiente, así como los conocimientos tecnológicos y la interrelación con los seres humanos.

En el campo tecnológico, la capacidad de prever y prevenir los daños al ambiente que el uso indiscriminado de productos químicos puede causar, exige una concertación de los productores con los investigadores y dirigentes para reaccionar positivamente ante las recomendaciones de sistemas productivos que incluyan el uso de agroquímicos como último recurso para la defensa de las cosechas.

La conservación de los suelos, del agua y de la biodiversidad dentro de sistemas agropecuarios productivos debe ser otro de los grandes objetivos de la investigación.

Rentabilidad

La investigación científica generadora de tecnologías adoptables para la solución de los problemas de la agricultura debe tener en consideración el concepto de rentabilidad.

La rentabilidad entendida como la relación entre los esfuerzos de trabajo, costo de capital y de insumos, efectos sobre la calidad del ambiente y, lo que es más importante, consecuencias para los seres humanos y el valor del producto obtenido en el mercado nacional o internacional.

Por tanto, la rentabilidad debe ser social, económica y ecológica.

Las tecnologías deben favorecer la generación de empleos remunerativos y seguros, la competitividad en costos y evitar el deterioro del ambiente.

Ciencia y tecnología

En el pasado cuando la población colombiana era numéricamente muy reducida para la extensión del territorio, el país fue en gran medida autosuficiente alimentariamente, debido en gran parte a la riqueza natural de especies vegetales y animales. Es necesario recordar que América y particularmente la zona andina y Centroamérica son reconocidas como centros de diversidad genética vegetal. Esos centros incluyen: el maíz (*Zea mays* L.) que actualmente es el tercer cultivo en importancia a nivel mundial, después del trigo y del arroz; el frijol (*Phaseolus vulgaris*); el tomate (*Lycopersicon esculentum*); el cacao (*Theobroma cacao*); la papa (*Solanum tuberosum*); el maní (*Arachis hypogaea*); la piña (*Ananas comosus*); las hortalizas y las frutas del género *Cucurbita* (calabaza, ahuyama); la batata (*Ipomoea batatis*); las plantas textiles como el algodón (*Gossypium hirsutum*); el sisal (*Agave sisalana*); los frutales del género *Annona*; el aguacate (*Persea americana*); la papaya (*Carica papaya*); la guayaba (*Psidium guajava*); el maracuyá (*Passiflora edulis*); la yuca (*Manihot esculenta*); las plantas industriales como el tabaco (*Nicotiana tabacum*), el caucho (*Hevea brasiliensis*) y muchas otras especies alimenticias, industriales y maderables.

Esa riqueza natural permitió los asentamientos humanos nativos y posteriormente la sobrevivencia de los europeos que vinieron a nuestro territorio, quienes no sólo encontraron una riqueza natural en minerales y piedras preciosas sino que, tal vez lo más importante, hallaron la riqueza de la biodiversidad en plantas alimenticias e industriales que América ofrecía y que rápidamente fueron llevadas a Europa, África y Asia. Además, gracias a las condiciones ecológicas de nuestro territorio, las especies asiáticas domesticadas en Europa (especialmente, los cereales menores) se adaptaron a nuestros climas y pudieron ser cultivadas para soportar poblaciones humanas y de animales domésticos también introducidos por los europeos.

A pesar de la abundancia de oferta alimentaria, la carencia de conocimientos condujo a que la agricultura primitiva no fuera lo suficientemente productiva como para responder por la adecuada alimentación de una población creciente.

El país, de otra parte, inició tímidamente la exportación de productos industriales como materia prima. Tal fue el caso de la quina, del añil, del tabaco y del caucho.

Sin embargo han sido las especies vegetales introducidas las que han tenido más éxito en nuestro territorio y las que en la actualidad responden por el mayor volumen de producción y son los mayores contribuyentes a la presencia de Colombia en los mercados internacionales.

Es el caso del café (*Coffea arábica*) originario de Africa; del banano (*Musa* spp) originario de Asia; de la caña de azúcar (*Sacharis officinalis*) originaria de Asia y de las flores cortadas, originarias de Europa.

Se sabe que las especies vegetales son menos productivas en sus centros de origen porque aunque están mejor adaptadas ecológicamente, en esos nichos también existen sus enemigos naturales (plagas y enfermedades) que igualmente están bien adaptados y son causantes de grandes pérdidas en la producción.

Cómo lograr los objetivos

Independientemente de los factores sociales y económicos, para que la agricultura y la ganadería en Colombia no sólo sea de éxito (y por tanto asegure la disponibilidad de alimentos para la población colombiana), sino que además sea una actividad sostenida a través del tiempo sin atentar contra los recursos naturales y sea competitiva a nivel nacional e internacional, se requiere el aporte de la tecnología.

La tecnología de producción puede obtenerse de otros países y adaptarse a nuestras condiciones o debe ser generada en nuestro país y adoptada por el sector productivo. Fundamentalmente, esto depende de las especies vegetales o animales que se consideren conveniente fomentar.

Estrategias

Teniendo en cuenta el desarrollo histórico del sector agropecuario, se deben dividir las especies, principalmente las vegetales, en dos grandes grupos: *nativas* y *no nativas*.

Especies nativas

En el caso de algunas especies nativas, existen conocimientos científicos y tecnologías generados en otros países, en donde fueron tomados de Colombia y Latinoamérica, ciencia y tecnología que deberá ser obtenida y buscar mediante una investigación adaptativa, su adopción en nuestras condiciones.

Aquellas tecnologías no existentes deberán ser generadas en nuestro medio por medio de una investigación científica llevada a cabo a través del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, previos análisis de prioridades acerca de:

1. Las especies que deben ser estudiadas.
2. Los limitantes existentes para su producción.
3. La capacidad nacional para la generación del conocimiento requerido.
4. La disponibilidad económica.

Para determinar las especies por estudiar se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

1. Su utilidad como especie alimenticia, medicinal, industrial o maderera.
2. Su mercado actual o potencial.
3. Su potencial como especie preservadora del equilibrio ambiental (conservación de suelos y aguas).

Para determinar los limitantes para su producción se deben realizar estudios de reconocimiento y de comportamiento de las especies en diferentes zonas agroecológicas.

La capacidad nacional para la generación de conocimientos estará determinada por la oferta de investigadores nacionales que estén disponibles para llevar a cabo investigaciones propias y para orientar a otros investigadores.

La disponibilidad económica deberá basarse en los estudios sobre mercadeo de las especies por estudiar y deberán buscarse los recursos nacionales (públicos y privados) e internacionales necesarios para obtener la tecnología, si la especie por estudiar así lo merece.

Germoplasma

Independientemente del valor económico actual de las especies, el país debe ocuparse de la preservación de los recursos genéticos nativos. Las especies menos amenazadas de extinción son aquellas que han sido domesticadas. Sin embargo, en el proceso de selección generalmente se pierden recursos genéticos que en un momento determinado no se consideran útiles (especies silvestres), pero que tienen un gran potencial como fuentes de variabilidad para resolver problemas de adaptación y problemas fitosanitarios principalmente.

Por tanto, el país debe contar con un *programa de recursos genéticos* que se encargue de coleccionar, estudiar y preservar las especies indígenas.

Este programa es *fundamental* dentro de las *estrategias a corto, mediano y largo plazo* del sector agropecuario.

Germoplasma introducido

Si se tiene en cuenta que las especies introducidas son de mayor éxito que las indígenas, Colombia debe buscar en forma planificada y organizada la introducción de especies vegetales no nativas y que deben ser estudiadas en nuestro medio.

Para ello debe proponerse un plan de excursiones a otros países con el fin único de traer a Colombia germoplasma de especies a las cuales ya se les conozca su valor económico actual o potencial, a fin de estudiar su fomento en nuestro país.

Indispensablemente para este plan se debe contar con una *estación cuarentenaria* para la introducción del germoplasma en forma segura.

Igual plan se debe incluir en lo relativo a la introducción de parásitos y predadores de plagas de importancia económica.

Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria

El SNCTA deberá organizarse con base en la participación del sector oficial, la universidad y el sector privado.

El sector oficial representado por el ICA - Ministerio de Agricultura, a través de los institutos descentralizados que tengan como responsabilidad llevar a cabo investigación agropecuaria (ICA, Vecol, Inderena, Himat). Las universidades que tengan facultades de agronomía, agrología, ingeniería agrícola, zootecnia y medicina veterinaria.

El sector privado conformado por los Centros de investigación privados (Cenicafé, Cenicaña, Cenipalma, Asocolflores, etcétera, y otras organizaciones no gubernamentales que realicen investigaciones en el sector agropecuario).

La coordinación de las actividades relacionadas con la investigación se debe hacer entre los componentes del sistema, de tal forma que cada uno de ellos se responsabilice de ciertas acciones.

El sector público preferencialmente deberá tener bajo su responsabilidad las siguientes actividades:

- Recursos genéticos:
 - Banco de germoplasma.
 - Preservación.
 - Evaluación.
 - Introducciones.
 - Cuarentena.
- Investigación:
 - Básica sobre especies alimenticias y medicinales y acerca de especies introducidas.
 - Adaptativa sobre especies introducidas.
 - Validación de tecnología a nivel regional.
- Investigación básica en relación con:
 - Clima, suelo, planta.
 - Variedades, manejo agronómico, problemas fitosanitarios, fisiología, nutrición, biotecnología, poscosecha, procesamiento.
- Investigación adaptativa sobre paquetes tecnológicos obtenidos en otros países.
- Validación de tecnología generada en estaciones experimentales y llevada a nivel de productores.

El *sector universitario* deberá, a través de los programas de postgrado, investigar en conocimientos básicos sobre: fisiología, fitopatología, entomología, biología molecular, biología celular, industrialización.

El *sector privado* deberá investigar para generar tecnologías de productos en los cultivos industriales y de exportación principalmente (algodón, tabaco, café, baiano, caña de azúcar, palma africana, flores, frutales).

El *sector público* (institutos) deberá investigar en especies nativas e introducidas de valor alimenticio, forestal, medicinal o industrial que no estén siendo investigadas por el sector privado, pero principalmente deberá apoyar el sistema agrícola campesino.

Las variedades obtenidas por el sector público o cualquier otra tecnología deberá ser ofrecida al sector privado para su producción masiva; este sector a su vez deberá reconocerle regalías a aquél para financiar las investigaciones.

La investigación agropecuaria en Colombia deberá estar enmarcada por políticas trazadas por el Consejo del Sector Agropecuario, de acuerdo con los planes nacionales de desarrollo.

Teniendo en cuenta la política económica de apertura e internacionalización, el sector agropecuario en particular se verá enfrentado con una mayor competencia e igualmente con nuevas oportunidades de mercado.

Un factor determinante será la calidad de los productos de acuerdo con las exigencias del mercado. Por tanto, la planeación de la investigación deberá no sólo ocuparse de la eficiencia productiva en cuanto a volúmenes y costos sino en cuanto a la calidad del producto final.

En nuestro medio los temas de precosecha han sido tradicionalmente atendidos por la investigación de tipo agronómico principalmente, pero la *poscosecha* y el *procesamiento* han sido muy descuidados. En un enfoque de competitividad nacional e internacional se le debe prestar atención a estos temas, no sólo para competir con productos frescos sino también con productos procesados con mayor valor agregado.

Por tanto, la investigación deberá orientarse hacia la atención de las necesidades de los clientes. Los clientes no sólo son los productores sino también la industria, el comercio y los mercados nacionales e internacionales.

A este respecto se debe contar con un apoyo fundamental de estudios de mercados nacional e internacional que sirva para orientar a los investigadores y a los productores.

La investigación por su parte deberá ser administrada con criterios de productividad y servicio en el sector público, el universitario y el privado.

Por tanto, la investigación deberá basarse en planes estratégicos diseñados con base en el conocimiento de las necesidades de los productores y las exigencias del mercado.

La investigación deberán tenerla a cargo equipos interdisciplinarios de investigadores altamente capacitados y dotados de la infraestructura inves-

tigativa y operativa que garantice su labor. Los planes de investigación deberán ser hechos a largo plazo y garantizar su apoyo económico con base en proyectos individuales presupuestados y aprobados para su ejecución en las instalaciones.

Las instituciones de investigación deberán presentar anualmente informes de sus actividades destacando los resultados obtenidos, con el fin de que pueda evaluarse la labor adelantada por los equipos de investigadores y se conozcan y divulguen los resultados.

Los presupuestos de los institutos de investigación deberán estar conformados por los presupuestos individuales de los proyectos en curso.

Recursos humanos

La investigación y la experimentación para que sea de éxito en cuanto se refiere a la calidad y confiabilidad de los resultados, deben tenerla a cargo profesionales capacitados, suficientemente apoyados por una infraestructura de equipos, sitios experimentales y recursos económicos garantizados a mediano y largo plazo.

La investigación necesita continuidad y para ello se deben diseñar mecanismos de financiación diferentes a los que actualmente se tienen.

La formación de investigadores se debe estructurar tanto a nivel nacional como internacional.

Las universidades deben fortalecer los programas de postgrado, apoyándose en el sector público (institutos descentralizados) y en el sector privado (agregaciones, empresas).

Es necesario identificar las *disciplinas estratégicas* en las cuales se hace necesaria la formación de investigadores.

La *revolución verde* fue posible gracias a que la agricultura mundial contó con un equipo de investigadores formados en mejoramiento genético, fisiología vegetal, fitopatología, entomología, nutrición vegetal, riegos y drenajes, etcétera.

Colombia no fue ajena a esta tendencia de las investigaciones que dieron como resultado la *revolución verde*, gracias a que el país pudo contar con un gran número de profesionales formados principalmente en los Estados Unidos y que trasladaron y adoptaron los conocimientos de la escuela de las universidades americanas.

En los Estados Unidos y en Europa principalmente, ahora se presenta una nueva escuela investigativa en el sector agrícola, con orientaciones diferentes a las de la *revolución verde*, la cual busca evitar los daños ecológicos que el uso reiterado de agroquímicos, propios de la *revolución verde*, pueden ocasionar.

Esa nueva escuela busca obtener los mismos resultados de la *revolución verde* pero basada en los nuevos conocimientos científicos, que permiten

obtener cultivos por medio de sistemas no disponibles anteriormente como la transformación, la hibridación interespecífica y la ingeniería genética.

Existe, además, la escuela de la *agricultura orgánica* que pretende obtener cosechas sin el empleo de agroquímicos y sin hacer uso de biotecnologías.

La tendencia general en los países desarrollados es la de que el sector privado sea el encargado del desarrollo de las nuevas variedades mediante el empleo de la biotecnología, debido a los altos costos en recursos humanos y tecnológicos.

En Colombia también la biotecnología ha sido apoyada por el sector privado y los organismos internacionales (CIAT).

Aunque existe conciencia de la necesidad de que Colombia investigue haciendo uso de biotecnologías, esto no ha sido posible sino muy tímidamente, debido a la falta de una masa crítica, representada por un número suficiente de profesionales con formación actualizada en áreas como la bioquímica, la biología celular y molecular y la ingeniería genética.

El sector privado está iniciando la formación de recursos humanos en biotecnología avanzada, con el fin de soportar la investigación en las especies industriales y de exportación (café, flores, caña de azúcar).

Sin embargo, los cultivos alimenticios y de la economía campesina a cargo del sector público no cuentan con el respaldo de este tipo de investigaciones, debido a la falta de investigadores capacitados que en la universidad formen a los nuevos profesionales en esas especies.

Por tanto, Colombia no podrá realizar investigaciones en biotecnología mientras no cuente con un número suficiente de profesionales capacitados en estas disciplinas y que interactúen interdisciplinariamente. El número de profesionales debe ser por lo menos similar al que Colombia formó en las décadas del 60 y 70 y que fueron responsables de la *revolución verde*.

La nueva tendencia de la investigación deberá tener metas orientadas por las necesidades de los agricultores y de los mercados. Las nuevas variedades no sólo deberán ser altamente productivas sino además deberán ser mejor adaptadas a las condiciones naturales para no depender tanto de los agroquímicos y de esta manera no solo reducir los costos de producción sino también los riesgos ecológicos. También se deben buscar productos de mejor calidad de acuerdo con los mercados de consumo directo nacional e internacional y los requerimientos de la industria.

Para ello, las investigaciones no deben concluir con la obtención de la nueva variedad sino ir más allá e integrarse con investigaciones de fisiología de poscosecha, empaque, transporte y procesamiento.

En cuanto a los problemas fitosanitarios (plagas, enfermedades y malezas), la investigación debe generar soluciones en primer lugar para aquellas especies nativas que, por ser originarias de nuestros ecosistemas, presentan más limitantes en este campo y por ese mismo origen no han sido estudiadas

en otros países y por tanto no hay tecnologías generadas en el exterior que puedan ser adaptadas a Colombia.

Es nuestro medio en donde existe la diversidad genética indispensable para identificar en ella los genes de resistencia o tolerancia a los problemas fitosanitarios.

Para el manejo de los problemas fitosanitarios se deben generar, a través de la investigación, suficientes conocimientos en nuestro medio que nos permitan hacer uso racional de los agroquímicos y generar tecnologías alternativas como el control biológico.

Sin embargo, para que el *control biológico* tenga éxito debe estar respaldado con suficientes conocimientos científicos, así como también con el desarrollo de las tecnologías para que sea posible su adopción por parte de los agricultores (productos de calidad, distribuidos a las distintas regiones donde se van a aplicar).

El desarrollo de sistemas de manejo integrado de problemas fitosanitarios es una necesidad no sólo para atender la disminución de los costos de producción y de esta manera poder suministrar productos baratos y de calidad al mercado nacional, sino además para competir en los mercados internacionales. Además, la tolerancia de residuos tóxicos por parte de los mercados es cada vez más exigente y por tanto es necesario brindarle a la agricultura colombiana alternativas de manejo fitosanitario distintas a los agroquímicos.

A este respecto también es fundamental la formación que las universidades imparten sobre principios de manejo de problemas fitosanitarios y la capacitación continuada que hay que ofrecerle a los asistentes técnicos particulares.

Las facultades de agronomía en particular deben revisar sus programas de estudio y crear programas de postgrado, integrándose con el sector público (institutos) y el sector privado. Los programas de postgrado deben estar respaldados no sólo por un grupo interdisciplinario de profesores y orientadores de investigación de alto nivel sino además deberá tener un respaldo económico garantizado de origen múltiple (universidades, institutos, sector productivo, industria, Colciencias).

El factor financiero es fundamental para ofrecer el soporte económico a jóvenes profesionales que deseen adelantar sus estudios de especialización.

La concertación entre el sector público y privado aumentará las posibilidades de apoyo a las investigaciones (tesis) en distintos lugares del país, en una gran variedad de especies y de temas y con el apoyo de laboratorios y otras facilidades de varias instituciones.

El nivel de especialización ofrecido no debe ser únicamente el de MSc; también se deben formar profesionales a nivel de doctorado.

Los programas de postgrado nacionales no deberán evitar que se forme un número importante de profesionales a nivel de MSc o PhD en el exterior.

Por el contrario, la formación de profesionales en el exterior garantizará la actualización científica nacional y servirá para la integración de los equipos humanos que formen a las nuevas generaciones.

Así como la economía nacional se está internacionalizando, la investigación agropecuaria también debe hacerlo. Es importante la integración con los países latinoamericanos. También debe buscarse la cooperación con universidades e instituciones internacionales.

El CIAT, localizado en Colombia, debe mirarse y tenerse en cuenta como un integrante más del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Es conveniente que el país obtenga más beneficios de la localización en nuestro territorio del CIAT. El mayor beneficio se puede obtener si profesionales colombianos en mayor número se capacitan en el CIAT y si éste se integra con los programas nacionales de postgrado agropecuario.

Sería conveniente, además, ofrecer más oportunidades y facilidades para que Colombia sea la sede de más institutos de investigación, bien sea internacionales o pertenecientes a compañías multinacionales.

La apertura de nuevos centros de investigación financiados internacionalmente dará más oportunidades de trabajo a profesionales, investigadores y estudiantes colombianos.

La investigación agropecuaria que el país necesita debe ser concertada, priorizada y soportada a largo plazo por un sistema de exigencia de calidad y valoración de los resultados obtenidos.

Se debe desburocratizar la investigación. Se debe propiciar la sana competencia por calidad y por la obtención del apoyo económico. Se debe incentivar la publicación de los resultados y su divulgación para que pueda ser evaluada y adoptada.

REFLEXIONES SOBRE LA INVESTIGACION PECUARIA, EN RELACION CON SU FUNCION SOCIAL EN COLOMBIA

César Augusto Lobo Arias

Situación actual de la ganadería en Colombia

En el contexto de la economía colombiana, el sector agropecuario ha ocupado un lugar preponderante en términos de participación en el producto total, generando cerca de la quinta parte de la producción nacional total (Rivas, L., 1988). No obstante, entre 1970 y 1990, la contribución del subsector pecuario al PIB (producto interno bruto) nacional y agropecuario decreció marcadamente, por cuanto el valor de la producción pecuaria, medido a precios constantes de 1975, creció a una tasa promedio anual de 2,3%, que es inferior a la registrada por el PIB nacional (4,4% anual) y el agropecuario (3,6% anual) (Balcázar, A., 1992). Lo anterior contrasta con un mayor crecimiento de-

mográfico cifrado en 1,6% para la población total y en 2,9% para la urbana, lo cual señala un relativo desabastecimiento (CEGA, 1987).

A pesar de que la economía global del país ha mostrado en los últimos años tendencias a la recuperación, no se puede decir lo mismo en relación con el sector agropecuario. En este sentido es indudable el impacto negativo que el modelo cepalino de sustitución de importaciones industriales, desgastado como una fuente suficiente de generación de empleo y crecimiento económico, ha ejercido sobre el desarrollo agropecuario en nuestro país. Lo anterior debido a los altos tributos y cuantiosos recursos trasferidos hacia el sector industrial, la formación de estructuras monopólicas y oligopólicas en la producción y comercialización aparejados con estados de ineficiencia que impiden la capitalización y un desarrollo tecnológico adecuado (Fadegan, 1991).

Limitándose al subsector pecuario, sus indicadores de desarrollo y producción distan mucho de ser satisfactorios. Solamente las producciones de leche y pollos presentan comportamientos aceptables. En leche, se han logrado aumentos de la oferta hasta del 9% anual para el total nacional, debido en gran parte al crecimiento en los procesos de producción, comercialización e industrialización. En ganado de carne, después de un largo período de recesión (1976-1986), se inicia a partir de 1986 una fase de recuperación directamente relacionada con el proceso de reactivación de la economía. En contraste con una tendencia al aumento en el sacrificio durante la década del 70 a una tasa de 2,6% anual, entre 1980 y 1986 disminuyó a una tasa de 0,4% anual, lo cual en parte explica los cambios mostrados en los precios del ganado gordo, con aumentos cercanos al 47% en 1986 en la feria de Medellín.

En general, para todo el país, entre 1955 y 1991 el sacrificio de ganado bovino evolucionó de acuerdo con las fluctuaciones cíclicas propias de las características económicas de la ganadería, considerada en su conjunto. En ese período se presentaron siete ciclos completos de producción y precios, aunque en los últimos tres se destaca una aparente pérdida de la relativa regularidad anterior en cuanto a duración y amplitud (Balcázar, A., 1992).

Respecto a los consumidores, entre diciembre de 1985 y diciembre de 1986, los precios de la carne en Bogotá y Medellín aumentaron 30% y 42%, respectivamente (CEGA, 1987). A pesar de ser Colombia casi autosuficiente en la producción de alimentos básicos, los grupos de población de menor ingreso muestran consumos por habitante muy bajos, debido a que los consumidores destinan una proporción muy alta del gasto total en alimentos a la adquisición de carne y leche (Rivas, L., 1988).

El consumo per cápita de carne ha mostrado un comportamiento cíclico con tendencia a fluctuar alrededor de los 21 kg per cápita por año. En cambio, el consumo per cápita de leche ha experimentado una tendencia sostenida al incremento. Así, entre 1970 y 1990 ha aumentado aproximadamente

56 litros, lo cual representa un incremento anual promedio de 3,4% (Balcázar, A., 1992).

En relación con el comercio internacional de carnes, las exportaciones, en cierta medida, han cumplido un papel anticíclico atemperando la caída del precio en períodos de liquidación o atenuando el incremento en fases de retención. Las exportaciones estimularon los altos precios hasta el cierre de los mercados europeos en 1973, a lo cual siguió una depresión hasta 1975 para entrar en una nueva fase de recuperación de 1976 a 1978. Después, el cierre del mercado con Venezuela ocasionó una nueva caída en precios desde 1979, limitándose el mercado desde entonces a ventas marginales a las Antillas o al Perú, con excepción del año 1986, al final del cual se recuperaron las ventas al exterior, lo cual coadyuvó en la tendencia al alza de precios (CEGA, 1987). No obstante, en 1991 se registró un notable aumento en el nivel de exportaciones de ganado y carne, especialmente hacia Venezuela, lográndose exportaciones de ganado equivalentes a 175 mil cabezas. Durante el presente año (1992) han vuelto a caer las exportaciones a niveles nulos (Balcázar, A., 1992).

El estímulo a las exportaciones en ciertos momentos de los ciclos ganaderos, requiere una política acorde con las fuertes variaciones que viene presentando la oferta interna de ganado, que permita la colocación anualmente del excedente que no pueda entrar en el mercado interno con cierta estabilidad de precios pagados al productor, quien en última instancia es el que jalona o desmotiva la inversión en exportaciones pecuarias, influyendo en forma directa en el atemperamiento de las fases del ciclo ganadero.

Apertura económica y mercados interno y externo de productos pecuarios

Acorde con los lineamientos de la política de apertura económica, debe dársele énfasis muy especial al conjunto de nuevas medidas que, según el impacto social deseable, propicien un mejoramiento en las condiciones del mercado interno y abran las posibilidades de exportación de nuevos rubros que cuenten con claras ventajas naturales y competitivas en el país y, a su vez, no tropiecen con subsidios generalizados en las naciones industrializadas. De esta manera se buscaría mejorar las condiciones tanto del productor en lo relacionado con su nivel de ingresos como del consumidor respecto al incremento en su capacidad de consumo de productos alimenticios.

En cuanto al primer aspecto, se parte de la base de una producción ganadera ineficiente. Incorporando decididamente a los productores en un proceso de tecnificación al alcance de sus condiciones, aprovechando al mismo tiempo el alivio que sobre costos de producción se derivan de la liberación de restricciones a la importación de algunos de nuestros insumos, se podrá ver incrementada nuestra productividad e incluso mejorar los niveles de empleo a través de la intensificación de la producción ganadera.

Las autoridades responsables de la política económica deben concertar con los productores ganaderos una serie de mecanismos que permitan suavizar los efectos de las fuerzas cíclicas propias de la producción pecuaria y que garanticen una mejor estabilidad en los rendimientos económicos y en los niveles de oferta que el subsector les aporta a la economía (Fadegan, 1991).

Respecto a la incorporación de nuevas tecnologías, estamos de acuerdo con CEGA en que se requiere una estrategia de investigación y generación de tecnologías acorde con las condiciones técnicas y económicas de las actuales fincas y su disponibilidad de recursos, cuya adopción pueda ser financiada fundamentalmente con los ingresos generados por la propia finca y sin pretender grandes saltos tecnológicos.

Además, la caída del 6% del ingreso por persona durante el período 1980-1987 asociado con una concentración del ingreso en estratos con mayores posibilidades económicas, el deterioro de los salarios, los crecientes niveles de desempleo y una mayor participación de los empleos informales, son causa de serias limitaciones de acceso de los sectores populares a los alimentos. El lento crecimiento de la demanda total de bienes de origen agropecuario (alrededor del 2%) y el deterioro significativo de la capacidad de demanda (acceso) per cápita, se traduce en desnutrición con serias consecuencias sobre el desarrollo. Las políticas utilizadas para atacar la desnutrición deben darles amplia consideración a aspectos tales como un mejor empleo de la mano de obra, una distribución más equitativa del ingreso y un mejoramiento de los sistemas de comercialización y abastecimiento de productos pecuarios al alcance de las grandes masas sociales (Silva, A. y Martínez, G., 1990).

En relación con el mercado externo, deben establecerse límites expresos a importaciones y exportaciones de carnes y sustitutos. Por las mismas características de demanda interna, la economía se torna muy sensible a oscilaciones incontroladas de la oferta a tal punto que entradas o salidas de carne sin restricción pueden ocasionar pérdida de la estabilidad futura de la actividad (Fadegan, 1991).

Si se decide poner en marcha un programa de exportaciones acorde con los postulados y posibilidades de la apertura económica, habrá que pensar, además del mejoramiento del producto exportable para que pueda ser competitivo, en un programa de inversiones en infraestructura de puertos, carreteras, ferrocarriles, etcétera, que se refleje en tarifas, eficiencia y calidad en los servicios a los exportadores.

Impacto de la investigación pecuaria en Colombia

Un análisis pormenorizado de los resultados de la investigación en el campo de la salud y producción animal, ejecutado por instituciones de los sectores público y privado en nuestro país, deja ver un escaso impacto y grandes vacíos respecto a la función social que la misma debe cumplir.

Con excepción de algunos importantes aportes tales como la investigación de nuevas variedades de pastos y forrajes, el uso alternativo de nuevas fuentes de alimentación especialmente en épocas de sequía, el desarrollo y aplicación de métodos de diagnóstico y caracterización de enfermedades y de aplicación de conocimientos tecnológicos para el desarrollo de vacunas, ensayos en sistemas de producción a nivel de finca, experimentación de sistemas sostenibles de producción agropecuaria para campesinos, y mantenimiento y utilización de algunos recursos genéticos criollos, es muy cuestionable el impacto social y económico que la misma ha podido ejercer en la economía empresarial y aún menos en el sector de la economía campesina.

En general, las entidades de investigación agropecuaria (ICA y en menor grado las universidades) han generado una gran cantidad de tecnologías que en la mayoría de los casos no son adoptadas rápida y eficientemente. Ello se debe en buena parte a que estas tecnologías normalmente no responden a las necesidades y posibilidades de adopción por parte de los productores (especialmente los de escasos recursos), adolecen de falta de difusión entre sus posibles usuarios o los mismos no han sido adecuadamente motivados y capacitados para que puedan adoptarlas correctamente.

En este sentido vale la pena anotar que el ICA ha venido sufriendo serias deficiencias a través del tiempo. Aspectos tales como la multiplicidad de funciones, sin una ordenación adecuada de prioridades, su organización compleja dentro de la cual la investigación no necesariamente ocupa la mayor prioridad, su atomización de funciones y actividades, su falta de integración tanto internamente como con las demás entidades de los sectores público y privado, las continuas reorganizaciones, la carencia de un enfoque integral de sistemas y la falta de coherencia entre las funciones de generación y transferencia de tecnología, entre otros, han incidido notablemente en la escasa adopción de nuevas tecnologías.

Respecto a este punto, hacemos abstracción a la consideración que pueda dársele al desarrollo de los sectores avícola y porcícola, incorporados en un manejo gerencial diferente y en una utilización de tecnologías auspiciadas por el sector privado, y nos concentramos especialmente en la ganadería bovina, cuyo apoyo tecnológico ha estado fundamentalmente bajo la dependencia del ICA.

Aunque debería estar incorporada en el proceso por razón de sus funciones de proyección social, la universidad colombiana es poco lo que ha participado en la investigación y transferencia de tecnología agropecuarias. Existen recursos humanos apreciables, con un alto grado de especialización a nivel de disciplinas básicas, lo cual se constituye en un potencial respecto a su posible participación en investigación básica, complementaria a la investigación aplicada ejecutada por otras entidades públicas y privadas.

En este contexto, no ha habido claridad sobre la orientación y ejecución de los diferentes tipos de investigación (básica o estratégica y aplicada) y en los

mismos ensayos de validación y ajuste tecnológico. Así, en el PLANIA, por ejemplo, el 75% de los proyectos planteados corresponden a investigación aplicada y el 25% a investigación básica. Una figura contraria ha sido propuesta para la universidad, la cual, en opinión de algunos y dadas ciertas características adecuadas, debería, en cambio, dedicarse al proceso de docencia, a la investigación básica. No obstante, una adecuada identificación de prioridades, dentro de un proceso de planificación local y regional con participación de productores, gremios de la producción y de la comunidad en general, basado en las condiciones socioeconómicas del medio colombiano y en las necesidades sentidas del sector productivo, debería llevar a la toma de decisiones sobre la programación ponderada para los diferentes tipos de investigación, la asignación de recursos y sobre las recomendaciones de ejecución bien sea por entidades del sector público o privado.

A continuación se pretende centrar la discusión en torno a algunas áreas que dentro del marco de las políticas de ciencia y tecnología requieren ser revisadas como elemento de juicio fundamental en lo relacionado con la toma de decisiones, en aspectos tales como adecuación institucional, determinación de prioridades y asignación de recursos.

Se debe partir de la aseveración de que gran parte del proceso de investigación se ha cimentado en tecnologías importadas, insuficientemente validadas o inadecuadas respecto a su incorporación a las condiciones socioeconómicas imperantes en nuestros ecosistemas. Cantidades apreciables de tecnología se encuentran disponibles pero no han logrado llevarse a su nivel de adopción. Existe un consenso de que la actual estructura de la investigación y transferencia de tecnología atraviesa una crisis de tipo institucional, por no haber una concordancia entre sus objetivos, las necesidades de los usuarios y el papel que debe desempeñar el sector dentro del nuevo modelo de desarrollo. En el mismo, el manejo de variables macroeconómicas será diferente en lo relacionado con las tasas de cambio y el gasto público en favor del sector exportador, buscando una mayor competitividad en sus mercados. Así, se ha previsto que para el sector de economía comercial, la reducción de aranceles y de costos de importación podría ser ventajosa, mientras que en la economía campesina, tradicionalmente desprotegida, el principal efecto se recibirá a través de las asignaciones del gasto público.

En el área de biotecnología, a pesar de la disponibilidad de una infraestructura costosa de bioseguridad a cargo del ICA, son pocos los resultados e innumerables las dificultades encontradas derivadas entre otros factores de una indefinición de prioridades y criterios orientadores, de restricciones presupuestarias y de insuficiencia de personal debidamente capacitado para el manejo de las disciplinas básicas que requiere el proceso biotecnológico.

Lo anterior ha ido en detrimento de la continuidad del proceso de investigación aplicado que en el área de salud animal se inició varios años atrás. Así, con miras a consolidar un proceso de investigación básica, sin darle la

debida consideración al avance secuencial, se interrumpieron líneas de investigación requeridas para dar solución a problemas que en sanidad y producción se encontraban aún presentes en nuestra ganadería.

No obstante, el desarrollo biotecnológico en el área de procesos patentables (industrial) ha sido significativo en lo que se refiere al entrenamiento de personal científico, la aplicación e implantación de tecnologías de punta y en el diseño y fabricación nacional de los principales componentes industriales, tales como fermentadores, reactores para formulación y diversos equipos de acero inoxidable desarrollados por la industria metalmeccánica. Valdría la pena redefinir el tipo de investigaciones que en las áreas de procesos patentables, de interés para la industria, y no patentables, de interés en otros sectores de la salud y producción animal, deberían ser realizados por el ICA, la universidad y por otras instituciones públicas y privadas de acuerdo con sus posibilidades reales, papeles y potencialidades. Todo dentro de un marco de definición de normas claras de bioseguridad, mecanismos de protección de la propiedad intelectual, armonización de políticas tecnológicas acordes con las necesidades de los usuarios, protección a la biodiversidad y conservación de los recursos naturales y recursos genéticos disponibles.

Otra área por considerar es la relacionada con la investigación enfocada a economías empresariales (medianas y grandes). Sin desconocer sus realizaciones en algunos campos, como se señaló previamente, muestra una notoria deficiencia en lo relacionado con enfoques integrales e interdisciplinarios en torno a sistemas regionales de producción. Así es como se hace notoria la falta de coordinación entre actividades de monitoreo de fincas y análisis de la información técnico-económica obtenida, con procesos de investigación que debieran hacer uso al máximo de esa información como elemento orientador en la priorización de actividades de investigación y procesos de transferencia de tecnología para llevar conocimientos debidamente validados al productor (proyectos colombo-alemanes ICA-GTZ, ICA-CIID).

Finalmente, no se ha dado la suficiente relevancia al área de investigación socioeconómica, lo cual en parte tiene que ver con las mismas deficiencias en la formación educativa del profesional del campo. En este sentido, no se le da la debida participación a disciplinas tales como economía de la empresa agropecuaria, investigación en sistemas de producción, política agropecuaria, sociología y desarrollo rural, líneas ampliamente consideradas por otros países más desarrollados que han logrado una mejor utilización de estos recursos, especialmente en favor del sector primario de la economía campesina.

Nuevos enfoques de la investigación pecuaria con énfasis en el sector de economía campesina

De acuerdo con el nuevo modelo de desarrollo económico para el país, basado en el conocimiento y la proyección a los mercados externos, se hace necesario

redefinir el papel de la investigación y ante todo su estrecha vinculación con un proceso eficiente de transferencia de tecnología que permita adecuar nuevas políticas y cambios a las necesidades tanto del mercado interno como del sector exportador.

Consideremos que la investigación pecuaria no cumple una verdadera función social por las siguientes limitantes:

- a. Nuevo enfoque de políticas gubernamentales que presuponen una preparación del sector de economía campesina en la producción competitiva y eficiente de otros productos diferentes a los tradicionales, la existencia de una agroindustria especializada, con capacidad instalada altamente eficiente y la presencia de mercados internacionales disponibles e insatisfechos. Se requieren directrices claras que faciliten la adecuación e incorporación de los diversos elementos estructurales y tecnológicos al proceso productivo.
- b. Falta de claridad en lo relacionado con definiciones, necesidades, orientaciones y programas que permitan que los resultados de la investigación no sólo de tipo biofísico sino socioeconómico lleguen y puedan ser adoptadas por el productor. En pocas ocasiones se ofrecen alternativas tecnológicas y gerenciales adecuadas a los recursos de los productores, a los cuales no se les entrena en la tecnificación de sus actividades, en la organización de sus comunidades y en la solución a sus problemas más inmediatos.
- c. Estado actual de la investigación agropecuaria tal como se mencionaba anteriormente, personalista, coincidencial, atomizada, concentrada, en ciertas áreas no necesariamente prioritarias, lo cual se acompaña frecuentemente de costos elevados, siendo evidente la falta de un enfoque integral de sistemas.
- d. Carencia de planificación que dentro de un marco de metas sociales asegure continuidad, evaluación y retroalimentación de las decisiones tomadas.
- e. Divorcio entre investigación y transferencia de tecnología, y dispersión de actividades de transferencia sin un plan que determine objetivos, estrategias y métodos de evaluación.
- f. Ausencia de enfoques socioeconómicos que como se indicó anteriormente se refleja en la carencia de una formación académica apropiada y en la misma falta de programas y unidades institucionales dedicadas a la investigación en estos aspectos.
- g. Falta de personal adecuado para el desarrollo de estas actividades debido, entre otras cosas, a la carencia de incentivos apropiados y de capacitación para el cumplimiento de sus funciones.

En el mismo proceso de implementación del cambio y de definición de prioridades, pesa mucho el papel del Estado en términos de provisión de servicios, infraestructura, ambiente económico e institucional, que deberá

orientarse en gran parte hacia el apoyo al sector de economía campesina, tradicionalmente desprotegido, y en el ingente riesgo con la política de fortalecimiento de exportaciones y libre comercio internacional de bienes y servicios. El Estado podría concentrar sus esfuerzos y recursos en algunas actividades estratégicas e indelegables y ejecutarlas en forma eficiente en favor de los productores, tales como formulación de políticas, generación y difusión de tecnologías apropiadas, capacitación de los productores, organización de comunidades y ejecución de algunas obras de infraestructura.

Con las nuevas tendencias a la privatización, el sector privado podrá afrontar un nuevo papel respecto a la incorporación y manejo de investigación en sectores que anteriormente han estado manejados deficientemente por entidades del Estado. De esta manera, el ICA podría limitar su acción a funciones de tipo asesor y normativo, concentrándose en algunas áreas de investigación prioritaria y dándole énfasis al sector de economía campesina. Estas y otras entidades del Estado deberían estructurar sus acciones buscando alternativas de concertación mediante convenios de asistencia e inversión con los gremios y las asociaciones de productores. De esta manera se fortalecerá el protagonismo de los productores, quienes como actores y agentes económicos del mejoramiento de sus condiciones de vida entrarían a participar de una manera más dinámica en la definición de rubros, modalidades y metas de la investigación.

Igualmente, debería pensarse en la posibilidad de concertar con la universidad y con entidades del sector privado la investigación en ciertas áreas insuficientemente manejadas por el sector oficial.

Adicionalmente y pensando en el impacto especialmente en el pequeño productor, debe dársele amplia consideración a los siguientes aspectos:

- a. Costos y facilidades de producción de renglones para su propio sustento, para el mercado interno y dedicado a la exportación, que involucre facilidades en el otorgamiento y empleo del crédito.
- b. Aplicación de las llamadas tecnologías de proceso que, en contraposición a las tecnologías de producto, permitan, con un mínimo de dependencia de insumos externos, manejar con un criterio integral recursos al alcance de los productores especialmente de bajos recursos.

En este sentido se deberán producir tecnologías que se adapten a las circunstancias normalmente adversas del hombre y de su medio físico, en lugar de generar tecnologías inadecuadas exigiendo al hombre y a su medio físico que se adapten artificialmente a ellas.

- c. Manejo y conservación del ambiente con criterios de sostenibilidad, mediante la incorporación de alternativas a los sistemas tradicionales causantes de degradación tales como manejo biológico de plagas, enfermedades y malezas, reciclaje de nutrientes, generación de biomasa a partir de energía solar, fraccionamiento de la misma en alimentos y combustibles

- renovables, producción sostenible con base en recursos locales, etcétera, tal como ha sido experimentado y propuesto por los investigadores del CIPAV (Murgueitio, E., 1991).
- d. Utilización de materiales genéticos apropiados a las condiciones locales del ecosistema.
- e. Diversificación de la producción buscando integración entre rubros agrícolas, pecuarios, forestales y, en lo posible, acuícolas.
- f. Uso de abonos orgánicos para disminuir la necesidad de fertilizantes químicos y para que éstos, al aplicarlos, sean más eficientes.
- g. Asistencia técnica que de acuerdo con las nuevas políticas de descentralización permita viabilizar el apoyo que las UMATAS deberán dar al sector campesino.
- h. Capacitación, como estrategia básica de inversión social en la incorporación al proceso productivo de mano de obra debidamente preparada y al acceso adecuado del productor a la utilización de insumos y recursos de otra manera inadecuadamente manejados.
- i. Transformación de productos que con criterio de calidad le posibiliten al productor acceder al conocimiento y a la aplicación de tecnologías para su adecuada implementación.
- j. Mercadeo en lo relacionado con las facilidades para la colocación de sus productos en los mercados interno y externo.

Sugerencias sobre orientaciones y líneas de investigación pecuaria

Como complemento de las recomendaciones de la Misión de Ciencia y Tecnología que enfatiza la necesidad de conformar una comunidad científica colombiana, integrando los núcleos de investigación existentes con el establecimiento de redes y mecanismos de interacción, a partir de los planteamientos anteriormente enunciados surgen las siguientes recomendaciones generales formuladas en función del beneficiario:

- a. Llevar a la práctica un proceso de definición de prioridades congruente con los nuevos planteamientos de política económica y que con participación de los productores responda a sus necesidades.
- b. Definir el tipo de investigaciones que deberán iniciarse, continuarse o suspenderse en el ICA, en la universidad y en general en las instituciones públicas y privadas en capacidad actual o potencial de realizar investigación.
- c. Reorientar la investigación puntual, disciplinaria, hacia líneas de acción integrales con énfasis en sistemas regionales de producción; de esta manera, se cambiaría el enfoque tradicional de trabajar por especies animales y se garantizaría una mejor apreciación de problemas de diferente índole, por cuanto se tomarían en consideración diferentes elementos que determinan el desarrollo de las regiones. Los mismos se relacionan, entre otros,

con factores culturales: costumbres, educación y relaciones sociales, de tipo económico (disponibilidad de tierras y capital, acceso a mercados, comercialización, almacenamiento y procesamiento de productos y disponibilidad de insumos), factores naturales como el clima, suelo, aguas, etcétera, con lo cual se garantizaría la sostenibilidad de los resultados obtenidos.

- d. En biotecnología pecuaria deberá hacerse un replanteamiento en cuanto a sus orientaciones, que tome en consideración las necesidades de los productores, los papeles y potencialidades de las diferentes entidades involucradas en el proceso tomándose como marco de referencia sus limitaciones (disponibilidad de recursos humanos y financieros, conocimientos profundos sobre conceptos, aplicaciones y potencialidades, mecanismos de coordinación entre universidades, con otras entidades y con la industria, formulación de políticas e implementación de acciones para el desarrollo de programas, etcétera).

Dado que los avances obtenidos han favorecido a un número reducido de productores con posibilidades de acceso a las tecnologías de punta, a los insumos, equipos y créditos requeridos por la moderna empresa pecuaria, con poco beneficio para la mayoría de los pequeños productores, se hace fundamental evaluar su grado de aplicación y el impacto que pueda alcanzar especialmente en el pequeño productor.

- e. En apoyo al desarrollo regional, conformar equipos regionales con la responsabilidad de identificar y resolver problemas directamente en el campo. A su vez, estos grupos requerirán el apoyo de grupos interdisciplinarios de especialistas que desarrollarían su actividad alrededor de problemas concretos en apoyo a los regionales.
- f. Respecto a los sistemas de producción campesina, buena parte de la investigación debe dirigirse al diseño de técnicas aptas para lograr una mejor utilización de sus recursos. En este sentido, se deben encontrar nuevas alternativas que además de garantizar su subsistencia, les permitan producir bienes de carácter exportable y les aseguren mejores condiciones dentro de la estructura económica y social del país.
- g. Obtener y analizar información primaria, fundamental en la cimentación de procesos de investigación y transferencia de tecnología en torno al concepto de integración y desarrollo de sistemas de producción. En este sentido, el proyecto colombo- alemán ICA-GTZ ha hecho aportes sobresalientes en el monitoreo de fincas y en el manejo de la información obtenida (Lezzaca, M.G. *et al.*, 1991).
- h. Superar el divorcio existente entre investigación y transferencia de tecnología, buscando la participación de los investigadores en el mismo proceso de transferencia de sus conocimientos a la comunidad científica, a la universidad y al productor. Esto se hace aún más necesario en el diseño y ejecución de actividades de validación y ajuste tecnológico para el pequeño

- y mediano productor con un criterio de diseño y adaptación creativa, tomando como referencia los problemas concretos del productor y alejándose del criterio de transferir paquetes diseñados en otros ambientes y en condiciones ecológicas y económicas diferentes a las nuestras.
- i. Lograr la integración de investigadores con representantes de los gremios de la producción (Asociaciones de criadores de razas, cooperativas, etcétera), con el fin de definir necesidades y proyectos de investigación dándole énfasis al trabajo en la finca. Estos grupos deberán conformarse a nivel nacional, con la responsabilidad de definir políticas y de dar el asesoramiento requerido, y a nivel regional, con el fin de poner en operación las acciones propuestas.
 - j. Apoyar el proceso de planificación y priorización de alternativas con el uso de instrumentos sencillos. Esto debe efectuarse de una manera participativa adaptándose a la realidad y a los recursos disponibles.

A continuación se señalan algunas líneas de investigación que en nuestro concepto y de acuerdo con los planteamientos anteriormente esbozados, deben ser tenidos en cuenta dentro de los esquemas vigentes o prospectivos de investigación pecuaria.

Area socioeconómica

- Impacto social de la investigación pecuaria en lo relacionado con análisis histórico de la situación, definiciones, políticas, beneficiarios, características socioeconómicas, intereses y motivaciones, etcétera.
- Política pecuaria, considerando antecedentes históricos, impacto e implicaciones del diseño y aplicación de políticas en diferentes países comprometidos en el proceso de mercadeo internacional, en relación con el bienestar de los productores.
- Análisis de ventajas comparativas entre diferentes sistemas de producción desde los puntos de vista político, económico, ecológico, etcétera.
- Análisis técnico-económico de la dinámica de sistemas de producción, basado en información obtenida mediante monitoreo.
- Influencia de factores socioeconómicos externos en la toma de decisiones por parte del ganadero en sus acciones en la finca o en sus relaciones gremiales (crédito, mercadeo, asistencia técnica).
- Economía de empresas pecuarias que cubre aspectos como: análisis de costos de diversas alternativas de alimentación (suplementos, forrajes, otras fuentes), determinación de costos de infertilidad bovina en los diferentes sistemas de producción, impacto de diferentes enfermedades en la producción y la economía, etcétera.
- Análisis socioeconómicos de sistemas productivos basados en criterios de sostenibilidad y protección del ambiente. Lo anterior incluye el análisis de aplicabilidad de tecnologías que utilicen recursos ampliamente presentes

en el trópico (energía solar y su captación por plantas eficientes para su conversión en biomasa), y sus limitaciones en relación con los varios tipos de interacciones entre el sistema y los recursos integrados en su desarrollo (físicos, biológicos, económicos y sociales).

- Análisis de factores que influyen en la adopción o en el rechazo de ciertas tecnologías.
- Evaluación de la aceptación de ciertas tecnologías claves.

Area tecnológica

- Determinación del impacto de diferentes factores (nutricionales, de manejo, climáticos, genéticos) sobre los índices de fertilidad, particularmente en ganadería de carne.
- Evaluación del potencial de aumento de la producción, conveniencia socioeconómica, ecológica, etcétera, de diferentes estrategias por seguir según especie, en la finca, región y aun en el país.
- Evaluación de varias características de importancia económica (eficiencia reproductiva, peso al nacimiento en relación con su efecto directo o interrelación con la fertilidad, peso al destete, rendimiento en canal, condición corporal) respecto a la constitución del material genético y su comportamiento en diferentes sistemas de producción.
- Efectos de la fertilización de praderas con productos biológicos en la fertilidad del ganado de leche, en su producción lechera y en la ecología de la región.
- Efecto de productos químicos derivados del uso de agroquímicos y de residuos tóxicos acumulados en forrajes respecto a niveles de producción y salud de hatos lecheros, así como su impacto en los diferentes componentes del ecosistema.
- Control de malezas en lo relacionado con análisis de diferentes prácticas y su impacto en el ambiente.
- Determinación del impacto y caracterización de las relaciones presentes entre nutrición y fertilidad en diferentes sistemas de producción.
- Análisis de utilización de praderas en relación con los varios sistemas de manejo, cargas animales y tipos de pasturas.
- Desarrollo de sistemas alternativos de alimentación con énfasis en la utilización de árboles y arbustos forrajeros.
- Análisis de sistemas de producción en especies menores (conejos, curies, peces) teniendo en cuenta aspectos tales como comportamiento, rendimiento, hábitos de consumo por parte de las comunidades, mercadeo, manejo, costos de producción y mejoramiento, con el fin de incrementar sus niveles de productividad y consumo y sus posibilidades de mercadeo e industrialización.
- En el área de la salud animal, redefinir la investigación en torno a problemas surgidos del ámbito regional, integrando a los especialistas en

el diseño, apoyo y ejecución de proyectos regionales. De máxima utilidad podría ser la información obtenida mediante el proceso de monitoreo de fincas, realizado en las principales regiones del país (proyecto colombiano-alemán ICA-GTZ), dándole énfasis, además, a los estudios epidemiológicos sobre prevalencia, distribución e impacto de las principales enfermedades animales en la producción y en la economía.

Parte de este tipo de investigación debería orientarse a la continuación de actividades directamente aplicadas a la solución de problemas sobre identificación, caracterización y métodos de control de enfermedades de diferente índole (nutricionales, tóxicas, infecciosas, parasitarias), priorizadas de acuerdo con el concepto de máximo impacto en la producción y en la economía del productor dejándose la línea biotecnológica a aquellos aspectos de apoyo al desarrollo de lo anteriormente expuesto.

Dada la responsabilidad del Estado de apoyar el desarrollo del área de biotecnología reconocida dentro de los postulados de Ciencia y Tecnología, vale la pena llamar la atención sobre las siguientes líneas:

- Identificación y caracterización de microorganismos causales de enfermedades animales, mediante el empleo de métodos analíticos.
- Desarrollo de metodologías diagnósticas en apoyo al reconocimiento y control de enfermedades animales.
- Caracterización genética de razas bovinas criollas a través de empleo de metodologías de DNA (mapeo genético, hibridización *in situ* de cromosomas y ligamento de marcadores genéticos), proceso orientado al estudio y selección de animales en cuanto a características de resistencia a enfermedades, parasitismos, altos índices de fertilidad, etcétera.
- Evaluación de las características inmunogénicas de microorganismos para la elaboración de productos inmunoprofilácticos.
- Adaptación y estandarización de técnicas de fertilización *in vitro* y de micromanipulación embrionaria como medio de conservación de recursos genéticos animales.
- Aplicación de metodologías en el estudio de los procesos fermentativos en el rumen bovino.

De acuerdo con el concepto de algunos expertos en el tema (Montoya, D., 1987), dentro de la llamada *biotecnología tradicional* se encuentran avances significativos en tecnologías de cultivo de células animales, procesos de fermentación y biodegradación, y en la misma inseminación artificial, de gran valor como respaldo al desarrollo de investigaciones básicas y en programas de mejoramiento animal y que en lugar de ser remplazadas por posibilidades de la *nueva tecnología*, deben ser revisadas y mejoradas en cuanto a su correcta utilización.

Finalmente, el proceso de desarrollo biotecnológico no tendrá éxito si no se cuenta con el respaldo suficiente para su ejecución, con el establecimiento de

programas cooperativos entre las instituciones comprometidas, el gobierno y la industria y su manejo racional y empresarial, no estrictamente académico, para evitar gastos ineficaces y redundancias con programas existentes en otros países.

Referencias

- Balcázar, A. (1992). *Condiciones de desarrollo de la ganadería bovina en Colombia*. p. 39. CEGA. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Corporación de Estudios Ganaderos y Agrícolas. CEGA (1987). *Análisis de la ganadería nacional*. p. 19. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Federación Antioqueña de Ganaderos. Fadegan (1991). *La ganadería vacuna colombiana, 1991. La ganadería vacuna colombiana 1990*. p. 215. Medellín, Colombia.
- Rivas, L. R. (1988). *Evolución y situación actual del sector agropecuario en Colombia*. Mimeografiado. p. 18. Cali, Colombia.
- Silva, A. C. y Martínez, G. P. (1990). *Mercado agropecuario interno y regional: demanda y desarrollo*. En: *El sector agropecuario y la apertura económica*. Septiembre de 1990, pp. 24-35. Sociedad de Agricultores de Colombia SAC, Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Murgueitio, E. R. (1991). *Sistemas sostenibles de producción agropecuaria para campesinos*. Mimeografiado. p. 18. CIPAV, Cali, Colombia.
- Montoya, D. (1987). *La biotecnología, problemas y perspectivas*. En: *Serie de pensamiento universitario*. No. 4 pp. 1-40. Universidad Nacional. Santa Fe de Bogotá, Colombia.
- Lezzaca, M. G., Kleemann, G. y Lobo, C. A. (1991). *Desarrollo de esquemas de monitoreo de explotaciones bovinas y porcinas*. Experiencias en Colombia. p. 7. Presentado en el XXIV Congreso Mundial de Veterinaria. Agosto 18-23. Río de Janeiro, Brasil.

Capítulo 3

SIMPOSIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

INAUGURACION DEL SIMPOSIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

Pilar Villegas de Hoyos

El Simposio Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias reúne hoy a selectas e importantes personas dedicadas a la investigación y a resolver los problemas que está viviendo el mundo entero y muy especialmente Colombia. Concretamente han seleccionado nuestro departamento de Caldas para realizar este importante encuentro y tienen en sus manos los recursos de la investigación para tecnificar la producción agrícola y poder darle alternativas al pueblo colombiano.

Quiero agradecer a las directivas de Colciencias, a la Universidad de Caldas y a Cenicafé, por la oportunidad de tenerlos aquí durante estos tres días de reflexión. El gobierno departamental quiere hacerse presente para decirles lo importante que son para el gobierno de Caldas las deliberaciones que se van a cumplir.

Estamos absolutamente convencidos de la importancia de los documentos que se van a analizar, estudiar y que finalmente nos van a entregar.

En este momento de transición económica que está viviendo el eje cafetero, es necesario cambiar y debemos, tal vez, frustrar la vocación agrícola de este departamento que ha aprendido a cultivar estas montañas, a producir café o cada una de las posibilidades que da la tierra por razones de supervivencia humana.

Creemos que en estas circunstancias que vivimos por el fenómeno mundial del café, es hora de analizar qué pasos se deben seguir porque en este momento hay una verdadera crisis económica, una verdadera tragedia para el gremio cafetero; y si se habla del gremio cafetero debemos pensar en la tragedia de todos los habitantes de nuestro departamento.

Debemos buscar nuevas posibilidades económicas y de tecnología, debemos cambiar el café de tantos años de lucha, de trabajo y de lograr indiscutiblemente que la calidad del café sea la mejor. Aquí están los encargados de Cenicafé, las personas que tienen en sus manos la función de investigar y darle pautas al gremio cafetero para obtener esa calidad. Y lo han logrado, porque cuando se muestran las montañas de Caldas, cuando se visita este departamento podemos decir muy orgullosamente que la tecnología es el resultado claro del estudio y de una inmensa dedicación. La calidad se logró pero infortunadamente se ha desmoronado la posibilidad de la comercialización.

A los asistentes que provienen de diferentes ámbitos de nuestro país, les vamos a pedir cordialmente, pero con gran energía, que lo que salga de aquí no simplemente se quede en los anaqueles de las bibliotecas o dentro de los archivos universitarios, sino que los utilicemos como alternativa para mejorar la calidad de los nuevos productos que tenemos que ofrecer no solamente a Colombia sino, a través de la apertura económica, a otros países.

Se trata de buscarles comercialización a los productos con procesos tecnológicos que produzcan gran calidad. Creo que por eso ustedes están reunidos, por eso han buscado la fuerza grande de la inteligencia y de los recursos del Estado a través de cada una de las organizaciones, para que los resultados de la investigación puedan llegar a los usuarios y para que tengamos nuevas posibilidades y nuevos caminos.

Nosotros, a través de los institutos descentralizados y departamentales encargados de apoyar y dirigir la agricultura, hemos logrado nuevos horizontes para el pueblo caldense; sin embargo, creemos que en la ciencia y la tecnología tendremos un apoyo claro para saber cómo orientar el desarrollo, y, sobre todo, disponer de tecnología para producir, sin tener que buscar lo que buscaron nuestros antepasados que cultivaron nuestro departamento y cuya tecnología hemos tenido que rectificar muchas veces.

Creemos que en el departamento finalmente se ha logrado una escuela tecnológica cafetera y agropecuaria, con el interés de la gente, pero que de pronto ésta se nos está yendo de las manos; de pronto se esfumaron todos esos horizontes donde creíamos que teníamos lo mejor y mientras eso ocurre estamos diciéndole a la gente que tumba el café y empiece a sembrar otros cultivos. Pero, ¿cuáles son las nuevas posibilidades? Eso es lo que queremos saber de ustedes, lo mismo que lograr una máxima calidad. Hay inmensas expectativas acerca de lo que este simposio va a realizar en nuestra capital cafetera del mundo.

Esperamos sus trabajos, sus decisiones y sus conocimientos con una gran expectativa, con un inmenso deseo de que obtengan soluciones prácticas para los campesinos que están incrustados en estas montañas y que están esperando una mano amiga que les muestre diferentes rutas y caminos. Así, este no es simplemente un simposio más, sino el simposio de la esperanza y por tanto es inmensa la responsabilidad que aquí asume la tecnología moderna para dar respuesta a los retos mencionados. Como gobierno departamental esperamos el documento que salga de aquí después de estos días de deliberación, tiempo durante el cual van a tener la oportunidad no sólo de estudiar proyectos sino también aportar los conocimientos que ustedes tienen para que todo sea progreso y se contribuya al mejoramiento de la calidad de vida de los caldenses y en general de toda Colombia.

DISCURSO PRONUNCIADO POR EL SEÑOR RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE CALDAS

Jorge Raad Aljure

Tan sólo diez mil (10 000) años ha vivido la agricultura del planeta, dos mil (2 000) años los pobladores-productores indígenas americanos, ciento cincuenta (150) años la agricultura científica y setenta (70) años de esa misma agricultura y ganadería en nuestro país. Las revoluciones agrícolas que han permitido los grandes cambios productivos han tenido como base las ciencias básicas, la química, la biología, la botánica, la zoología, la genética y la sociología. Como se observa, la evolución científica del país en los aspectos agrícolas y pecuarios es reciente, basada en las ciencias primarias para producir una agricultura en zonas de estaciones tropicales poco pensadas para desarrollar este paraíso de diversidad cultural y ecológica de nuestro trópico.

Se reúnen hoy las personalidades más connotadas de las ciencias agrícolas y pecuarias del país, con el ánimo de darle continuidad al proceso de la planificación de la actividad científica en el sector agropecuario colombiano y les corresponde darles respuestas a preguntas como las siguientes:

- ¿Hacia dónde se dirigirá el desarrollo agrícola y pecuario en medio de la política de apertura de mercados donde los otros países mantienen agriculturas subsidiadas y no tenemos unas técnicas suficientemente competitivas que les puedan hacer frente sin el menoscabo de nuestra propia ecología?
- ¿Haremos una agricultura para exportación o vamos a autoabastecer prioritariamente a los 30 millones de colombianos?
- ¿Proyectaremos una agricultura intensiva y uniforme o nos introduciremos en la biodiversidad atrayendo las técnicas de nuestros antepasados los indígenas y combinándolas con las técnicas modernas no contaminantes,

conservando los suelos, las aguas y generando nuestros propios insumos biológicos?

- ¿Les colocaremos una impronta a nuestros productos de exportación donde el sello del producto colombiano implique un toque de calidad natural y de producto garantizado para el consumo mundial por ser libres de tóxicos artificiales? ¿Le compete a la universidad un papel vital en esta planificación de la ciencia y en la unificación de los centros de investigación gubernamental con los centros privados?

La universidad debe presentar o tener un sistema que la involucre en el desarrollo tecnológico y científico moderno, además debe tener emblemas humanísticos y bioéticos que le permitan llegar al fin de toda ciencia y tecnología: el hombre.

Acogemos también muchas de las propuestas de trabajar en la universidad en las ciencias básicas, a través de los postgrados, pero unida a la investigación aplicada para esas áreas marginales donde los organismos gubernamentales a veces no llegan. Ahora se nos avecina la nueva revolución agrícola alrededor de la biotecnología y la informática, donde las ciencias básicas se han revitalizado y las inversiones de las grandes trasnacionales se agigantan para buscar la nueva molécula del café y de productos tropicales clásicos.

Queda una tarea imprescindible: la búsqueda de alternativas rentables para los gremios que por largos años han dado las divisas a este país, como es el caso del gremio cafetero. Esa es una respuesta que deben dar los científicos unidos a los gremios productores y al gobierno nacional, partiendo de una política agrícola y pecuaria unificada, coherente y realmente integradora hacia un propósito común.

Sea esta la oportunidad entonces para darles a ustedes, a nombre de la Universidad de Caldas, la bienvenida a este simposio.

MARCO GENERAL Y MECANISMOS DE DESARROLLO DEL SIMPOSIO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

José Luis Villaveces C.

El objetivo de esta presentación es indicar la mecánica del Simposio, pero sobre todo explicar el contexto en el cual éste se gestó.

Este Simposio forma parte de un largo proceso que lleva bastante tiempo funcionando en el país y que seguramente seguirá por algún tiempo antes de alcanzar completamente sus objetivos. Es un proceso de incorporación mucho más fuerte de la ciencia y la tecnología a todas las esferas de la sociedad colombiana.

Colombia se ha distinguido, infortunadamente, a nivel latinoamericano, por el bajísimo interés que ha dedicado a las actividades científicas y tecnológi-

cas. Tradicionalmente no sólo los índices de inversión son supremamente bajos, sino que la presencia de la ciencia y la tecnología en los distintos sectores del Estado ha sido relativamente marginal.

Hace algunos años y con el movimiento de distintos sectores se gestó el actual proceso en favor de las actividades de ciencia y tecnología, lo cual ha ido cambiando esa situación.

Es difícil decir cuándo comenzó este proceso, pero hay una fecha que puede darse como punto de partida: 1987. Este año, Colciencias y la Presidencia de la República convocaron el llamado Foro Nacional de Ciencia y Tecnología, en el cual participaban todos los ministerios, la Presidencia, muchos gremios, las universidades, etcétera. Fue un evento importante que reunió bastante gente para discutir sobre la necesidad de incorporar las actividades de ciencia y tecnología a todas las esferas de la vida colombiana. Este Foro tuvo varias consecuencias, una de las cuales dejó importantes secuelas.

En efecto, el Foro definió el llamado Año Nacional de la Ciencia y la Tecnología, que estuvo comprendido entre mediados de 1988 y mediados de 1989. Durante ese año se realizaron diversos actos alusivos en todo el país, que permitieron agitar bastantes ideas.

De estas actividades hubo resultados sumamente importantes como la convocatoria de la Misión de Ciencia y Tecnología por parte del gobierno nacional. La Misión, que trabajó entre 1989 y 1990, hizo un diagnóstico muy serio de lo que estaba sucediendo en el país en ese momento y formuló una serie de recomendaciones que de alguna manera han venido siendo puestas en práctica desde ese entonces.

Otra consecuencia muy importante fue la expedición, en 1990, de la Ley 29, de febrero de ese año o primera Ley de Ciencia y Tecnología que tuvo el país. Esta ley es muy importante porque por primera vez el Estado reconoció su obligación de fomentar las actividades de ciencia y tecnología; obligación muy tímida, según muchos, cuando se ve que fuera de reconocer eso y dar unos instrumentos deja todavía bastantes cosas por hacer.

También fue importante porque dio facultades extraordinarias al gobierno nacional durante un año para tomar una serie de medidas conducentes a dar más apoyo a las actividades de ciencia y tecnología; en desarrollo de esas facultades extraordinarias, en febrero de 1991, se expidieron una serie de decretos, nueve (9) en total, que junto con la ley que les da respaldo y la cual desarrollan, constituyen el sistema jurídico que se tiene hoy para la ciencia y la tecnología.

En 1991, como un punto culminante de todo este proceso, se logró un apoyo jurídico más de fondo al quedar consignados en la Constitución Nacional varios artículos que proclaman el derecho a la ciencia y a la cultura que tienen los colombianos y la obligación del Estado de fomentar estas actividades.

Los decretos reglamentarios tienen distintos objetivos. Algunos se van a mencionar rápidamente, en especial el 393 y el 591. Estos dos decretos

fueron pensados para responder a una de las inquietudes principales que encontró la Misión de Ciencia y Tecnología: el reconocimiento de que en el país existen varios grupos de investigación suficientemente activos con resultados propios, a pesar de que esos grupos están demasiado aislados, no solamente unos de otros, sino que han tenido muy poco impacto en otras esferas de la sociedad colombiana. Por tanto, se requiere buscar incentivos que permitan favorecer la interacción entre los sectores académicos en las universidades, en los institutos públicos o privados (en los cuales se han desarrollado esos grupos) y el sector productivo por otro lado.

Una dificultad que ha existido para lograr la cooperación entre el sector productivo y los investigadores que están en el sector público ha sido la maraña burocrática o lo que se denomina *tramitología*. El hecho de que cualquier mecanismo de asociación o contratación con el sector público implique tantas dificultades ahuyenta al empresario y, si llega a acercarse, se le demoran tanto las cosas que los resultados son exageradamente costosos debido a los trámites demasiado lentos.

La idea de los decretos (siempre y cuando sea para realizar actividades de ciencia y tecnología) es que el sector público y el privado puedan unirse, asociarse y contratar entre sí, regidos por las normas del derecho privado. Es decir, los decretos suprimen la tramitología, otorgan mayor libertad de organización y de asociación y por tanto dan al sector público la misma agilidad que rige el sector privado.

Los decretos poco a poco comienzan a usarse; varias entidades han empezado a utilizarlos y parece que los frutos son buenos, con lo cual se ha dado un paso importante.

Hay otro punto interesante en relación con los estímulos para el acercamiento entre los sectores productivos y los sectores investigativos. Se trata de algunos artículos que quedaron aprobados en la reciente reforma tributaria y que dan ciertos estímulos fiscales para los contribuyentes que inviertan en ciencia y tecnología. Fundamentalmente hay dos importantes:

1. El artículo 3o. de esa reforma dice que todas las donaciones que haga un contribuyente para actividades de ciencia y tecnología están exentas de impuesto y esto no tiene límite; o sea que un contribuyente puede donar hasta el 100% de su renta líquida y entonces queda totalmente exento de pagar impuesto. Las donaciones deben efectuarse a entidades de investigación y en programas reconocidos, lo cual requiere todavía alguna reglamentación antes de poder ponerse en práctica. La meta es que la reglamentación esté lista al finalizar este año y entre en operación realmente el año gravable de 1993. Este es, por consiguiente, un estímulo adicional para la vinculación entre el sector público y el sector privado en actividades de ciencia y tecnología.
2. El artículo 4o. de la reforma tributaria da otro estímulo, ya no para las donaciones como en el caso anterior, sino para las inversiones direc-

tamente realizadas por un contribuyente en actividades científicas y tecnológicas. Igualmente, la inversión que haga el contribuyente quedará exenta de impuestos, pero aquí si hay un tope, ya que solamente hasta el 30% de la renta líquida puede quedar exenta.

Hay dos artículos que tienen cierto valor como estímulo, los cuales liberan del pago del IVA a los equipos, materiales, etcétera, importados, con destino a actividades de ciencia y tecnología o donados por entidades extranjeras.

Todo ese movimiento comenzado en 1987 poco a poco empieza a ganar una presencia mayor de la que se tenía por parte del Estado en cuanto a fomentar, estimular y apoyar las actividades de ciencia y tecnología, siempre pensando en integrar sectores productivos y académicos.

Otro de los decretos, el que directamente nos trae a esta reunión, es el 585 de 1991, mediante el cual se creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. La idea de acabar con la dispersión, incorporando en un sistema a todos aquellos que realicen actividades de ciencia y tecnología, es el propósito de este decreto. Se trata de un sistema abierto al que pertenecen tanto las personas naturales como jurídicas de derecho público o privado, para coordinar todas las acciones y no generar más aparatos burocráticos. El sistema es fundamentalmente de coordinación y de organización para impulsar a nivel nacional la ciencia y la tecnología. Este sistema cuenta con un consejo nacional de ciencia y tecnología dirigido por el propio Presidente de la República y del cual forman parte tres (3) ministros, los que se consideran más directamente ligados con este tema (agricultura, desarrollo y educación), también participan cuatro (4) rectores, dos de universidades públicas y dos de privadas, designados por el Presidente de la República. En el momento actual están designados los rectores de las universidades Nacional y la de Antioquia como representantes de universidades públicas y los rectores de las universidades Javeriana y de los Andes como representantes de universidades privadas. Además participan dos (2) investigadores y dos (2) representantes del sector privado, también designados por el Presidente. Adicionalmente deberá ser miembro un representante de las comisiones regionales de ciencia y tecnología, las cuales son otra parte de la estructura del sistema. En el último caso se trata de incorporar las regiones a las actividades de ciencia y tecnología. Esta parte ha tomado más tiempo para arrancar, pero despejará con toda su fuerza en los próximos días.

El 9 de septiembre de 1992 en Cartagena se hará el lanzamiento de las actividades de organización regional de la ciencia y la tecnología y de esta organización vendrá un representante más para el Consejo Nacional.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología tiene como misión organizar las grandes políticas, hacer las grandes asignaciones de dinero y establecer las principales directrices financieras del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Algo importante: hace 24 años, cuando se creó Colciencias también se creó un Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología; en todos estos años el Consejo se reunió solamente tres veces en forma protocolaria; el de ahora, hasta el momento, ya se ha reunido cuatro veces desde el pasado 1 de octubre cuando se reunió por primera vez bajo la presidencia del doctor César Gaviria y ya ha tomado decisiones de distinto tipo, orientadoras de la política de ciencia y tecnología, y se espera que lo siga haciendo con regularidad dada la dinámica que ha tomado.

La labor del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología se descentraliza temáticamente a través de once (11) programas nacionales: de ciencias básicas, sociales y humanas, de la educación, de la salud, agropecuarias, electrónica, telecomunicaciones e informática, energía y minería, del mar, de ambiente y hábitat, biotecnología y desarrollo tecnológico industrial y calidad.

Cada programa nacional cuenta con un consejo, en el cual se reúnen miembros de los tres vértices principales del llamado triángulo de Sábato, es decir, gente del Estado que tiene que ver con el tema, investigadores y miembros del sector privado. En cada consejo la composición varía ligeramente atendiendo a sus características. En el caso del Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, el Consejo es presidido por el propio ministro de Agricultura, quien puede delegar esta presidencia solamente en el viceministro. Además, el Estado está representado por el Departamento Nacional de Planeación, DNP, presente en todos los consejos, y por Colciencias, que ejerce las labores de secretaría técnica de cada uno de los consejos y también del Consejo Nacional.

En el Consejo de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias participan tres (3) investigadores, tres (3) representantes del sector privado (Fedepalma, Asocafña y Carulla) y tres (3) representantes del Estado (Ministerio de Agricultura, DNP y Colciencias), quienes tienen en este momento bajo su responsabilidad la dirección, la ejecución y la organización del Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias. El Consejo ejerce funciones fundamentalmente de cuatro tipos: diseño de políticas, planeación de la acción en esta temática, asignación y consecución de recursos en el sector público y privado. Las actividades, por tanto, comprenden el aprovechamiento de los incentivos mencionados hasta otras formas de vinculación de dineros públicos, privados, nacionales e internacionales para poder apoyar el desarrollo del plan. En cuanto a asignación de recursos, el Consejo tiene poder decisorio sobre los dineros que Colciencias posee para el fomento de las actividades científicas y tecnológicas. En cuanto a su labor de planeación, es esa exactamente la que nos trae aquí, ya que es obligación del Consejo propender a la elaboración de un plan, previo un amplio proceso de consulta o de planeación participativa, para el cual se espera contar con los aportes de una gran parte de los verdaderos protagonistas de las actividades de ciencia y tecnologías agropecuarias.

El esquema que se ha seguido y que ha sido impulsado por Colciencias como Secretaría Técnica del Consejo ha constado de: convocatoria a una serie de expertos en investigación agropecuaria para que cada uno de ellos hiciera una propuesta completa sobre qué se debe hacer en ciencia y tecnologías agropecuarias en los próximos años. Esas personas se reunieron varias veces en un taller interno, intercambiaron opiniones, pulieron un poco las primeras versiones de sus documentos y luego los entregaron ya en versión definitiva, pero como documentos para discusión. Estos documentos fueron repartidos en todo el país, por un lado, a todos los investigadores de cuya existencia tenía conocimiento Colciencias, y a las numerosas entidades que en una forma u otra están desarrollando investigación en ciencia y tecnologías agropecuarias. Se pidió a quienes recibieron documentos enviar comentarios, muchos de los cuales llegaron por escrito. Después de haberle dado cierto tiempo a ese proceso, se convocó el presente Simposio como encuentro de las personas que prácticamente ya han participado a través de la elaboración de documentos, de las lecturas y de los comentarios realizados durante el proceso.

El objetivo principal del Simposio es, por tanto, obtener directrices o los elementos que debe contener el plan con el cual se manejarán la ciencia y tecnologías agropecuarias en los próximos años.

El Consejo mismo ha tomado la iniciativa de organizar el Simposio y para ello realizó varias sesiones en las que discutió cuáles serían las preguntas principales sobre las que el Consejo querría obtener luces y orientaciones provenientes de la comunidad de investigadores y representantes del sector privado. De esta manera surgieron los cinco (5) temas que constituyen las mesas de trabajo del presente Simposio.

Adicionalmente se ha invitado a este proceso a distinguidos investigadores internacionales involucrados en el tema de la organización de las ciencias agropecuarias en otros países, quienes han leído los documentos nacionales, los conocen y van a dar su opinión acerca de cómo ven ellos desde afuera este proceso y la manera como se está llevando a cabo.

En el caso particular del sector agropecuario hay un hecho de enorme importancia en la estructura de investigación: la presencia del Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, que es no sólo el más grande del sector, sino el instituto de investigación más grande del país y que está viviendo un proceso de reestructuración que no está desligado de este otro proceso.

PLANNING FUTURE AGRICULTURAL RESEARCH IN COLOMBIA: A PERSPECTIVE

Barry Nestel

Change is a constant factor of the world we live in. Many of the changes taking place, be they in politics, economics, technology or ethics, influence aspects

of our day to day life. In this paper I want to talk about how some of the changes that are taking place in the outside world relate to the future of agricultural research and also to discuss this in terms of the procedures used for research planning and priority setting. For purposes of comparison, I will also draw upon some recent experiences from the UK and the Netherlands where the public sector agricultural research systems have just undergone major changes to prepare for the future.

Introduction

Colombia has, in the Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, one of the most professional and successful national agricultural research organizations in Latin America. ICA has undergone many and major changes during its lifetime. Thirty years ago most agricultural research in Colombia was carried out by ICA and Fedecafé. Today more than 30 laboratories offer soil testing facilities, at least 25 institutions are involved in some form of plant biotechnology, 5 in embryo transfer and various producer or user groups are undertaking research for commodities such as sugar cane, barley, rice and oil palm.

ICA's own mandate has become more complex and more development oriented. It now:

- Includes research on biotechnology and environmental problems.
- Operates within the framework of a decentralization policy which makes prioritization more complex and stresses technology transfer.
- Has major development role.
- Received, in real terms, less funding in 1991 than at any time since 1984.

Financing research

In many development countries the funds available for the public sector agricultural research budget are limited and prospects for increasing them not very promising. This is, perhaps, inevitable given widespread debt problems, macro-economic imbalances resulting from exchange rate and industrial protection policies or support prices, the shortage of hard currency and the continuing bias in favor of urban voters rather than rural producers. Furthermore, governments often see the resolution of social problems as being a more urgent need and often have difficulty in identifying the impact of agricultural research. In some countries this situation has been counterbalanced in the agricultural research field by help and encouragement from donors who have provided substantial funding for strengthening public sector agricultural research systems.

However, the international flow of funding to agricultural research appears to have plateaued in the last few years and, for two reasons, seems

likely to decline in the years ahead. The first is that in most of the larger countries of the region the infrastructure and many of the appropriately trained personnel required for running a national research system have now been put into place and, generally speaking, donor agencies see the maintenance of such a system as being more a national than international responsibility. Second, the political changes in Eastern Europe appear to be leading to a transfer of donor aid money to this part of the world. Unless donor aid budgets increase in size, and there is little evidence in the present economic climate that they are doing this at the present time, money that is being transferred to former communist countries may well be taken from the pool of funds previously available to the South. Thus, there seem to be very real prospect that external sources of funding for agricultural research, including those available for Latin American countries, may be more difficult to obtain in the future than in the past.

As far as domestic funding is concerned, many governments in developing countries are undertaking structural adjustment and stabilization measures proposed by the World Bank and the International Monetary Fund. Stabilization measures are designed to address short term imbalances in external trade and the internal budget account (which involves large scale reductions in public expenditure, sharp increases in interest rates and devaluation). Structural adjustment is a longer term goal involving a shift in production to tradeable sectors, privatization of state resources, measures to encourage the private sector, liberalization of markets, deregulation of prices and subsidy removals. The emphasis in recent years has moved away from stabilization in the direction of structural adjustment. This means that there is a likelihood of public investment in infrastructure and research being curtailed, public enterprises being privatized and farmers being increasingly faced with deregulation of prices. This is not a particularly encouraging scenario in terms of obtaining additional funding for agricultural research.

The policy alternatives in such circumstances lie mainly with:

- Reducing the size of the public sector research program.
- Making public sector research more efficient.
- Seeking outside funding for public sector research.

In Colombia these issues relate to the need, which is stressed in a recent World Bank review, to develop a national agricultural research system which identifies responsibilities and areas and action amongst the different institutions currently engaged in agricultural research. The review concludes that a favorable policy environment exists for establishing such a system, involving both the public and the private sectors. Most of the elements needed to establish such a system are present, but the appropriate framework to enable institutional coordination needs further development.

Privatization

In developed countries the private sector plays a major role in agricultural research. It is able to capture the benefits from successful investments in research by selling the products derived from this research to an affluent society. Thus, the private sector, often large multinational firms, tends to concentrate its resources on the more profitable and less risky ventures, particularly those relating to inputs such as seed, fertilizer and machinery.

In many developed and developing countries, governments are endeavoring to increase private sector involvement in agricultural research as part of a deliberate policy of both stimulating the private sector and of reducing public expenditure. For example, the United Kingdom Government have a clearly articulated policy of public sector privatization which has resulted in a reduction of 34% in the agriculture research budget with a halving of the number of major research institutes. The policy is that *near market* research should be done by private sector and that government funding of R&D *should as a first priority, be allocated to areas that only government can be expected to fund*. These areas include strategic and basic research, and work across the R&D spectrum of a *public good* nature, such as farm animal welfare, environmental matters and food safety. Adequate core funding of applied R&D continues to be supplied by the public sector. This means that the priority in research has now moved from increasing output to producing for the market and the consumer, albeit with a concern for aspects of health, nutrition, safety, welfare, the rural environment and the desirability of providing leisure opportunities in the countryside.

This experience from Europe is of interest in the context that a number of Latin American countries are giving increasing thought to deriving mechanisms for privatizing public sector activities, including research. The problem may be more complex than in Europe because, in social terms, many people in the agricultural sector operate on the fringe of the cash economy and the term *near market research* may not be appropriate for small farmers cultivating *minifundia* in a wide range of agro-ecological conditions. Indeed, there is a concern in some countries that privatization will lead to research being biased in favor of commercial scale farmers and will result in an increase in the cost of purchased inputs.

In some cases this situation can be avoided by having *privatized* research carried out by commodity associations such as those in Colombia serving rice, coffee, sugar cane and oil palm, but such associations rarely exist to serve small producers of basic staples. The question then arises as to what commodity research can or ought to be privatized, and what ought to remain a public sector responsibility. This issue, which is addressed below, is of paramount importance in any discussion on public sector agricultural research plans and objectives.

The role of the public sector

One area of future research which may have to be accommodated by the public sector relates to the management of natural resources to ensure that long term sustainable agricultural development can take place. Sustainability is a complex concept which encompasses a broad array of concerns about the maintenance of the natural resource base to ensure future levels of agricultural production. Amongst other things this means developing appropriate conservation practices for genetic diversity. It also calls for research to explore the options for accommodating a changing environment, e.g. global warming. Another feature of natural resource research relates to the development of husbandry techniques that will allow previously non-productive lands to be used for crop, livestock or forest production. There are important policy options associated with this type of research in deciding whether resources are best developed in developing marginal lands or in increasing the intensity of use of better lands.

The increased use of fertilizers and pesticides is seen as contributing to soil and water pollution. But soils are a complex mixture of inorganic and mineral constituents, humus and living organisms, all of which strongly influence the release and leaching of agrochemicals, with possible impact upon the composition of surface and ground waters. Research will be required to refine methods for measuring and modelling the leaching of nitrate and pesticides through soils, the turnover of organic nitrogen in soil, understanding better the biological processes that contribute to these fluxes, and determining the optimal timing and amount of fertilizer requirements for different crops to avoid waste, cut costs, and meet future water quality standards. This type of research is of significance to private sector manufacturers of agrochemicals, but they are unlikely to take the lead in setting standards and the public sector is likely to have to play the lead role in this area since it is of concern to the rapidly growing environmental movement.

Conservation of germplasm, protection of the environment and concern for animal welfare are all aspects of relatively new ethical consciousness which has made forceful inroads in a number of countries of the North. It is clear from the recent UNCED Conference in Rio that these issues are also beginning to attract considerable attention in developing countries. Agricultural research scientists in these countries need to be aware of this since, in due course, this subject will undoubtedly be placed on the research agendas of their public sector institutes. Biodiversity conservation in Amazonia is a good example in this context.

Basic and applied research and their linkages

In considering resource allocation at the national level the logical locations for the necessary basic research to support applied and adaptive agricultural

research are the universities. In many Latin American countries, including Colombia, universities have a large pool of highly trained personnel but limited funds for conducting research and limited opportunity for linking their research to other bodies. Some form of partnership between university scientists and the staff of institutions conducting adaptive and applied agricultural research would help optimize resource allocation. One of the challenges for the future lies in establishing mechanisms for doing this since it rarely exists at the present time in any developing country.

Possibly Colciencias or Planeación Nacional could play a lead role by allocating funds specifically for collaborative research involving universities and public or private sector institutes, perhaps using policy mechanisms similar to those used in Spain. In that country specific founding has been designated for collaborative research. While such a mechanism need not necessarily be confined to research with basic-applied linkages it is particularly suitable for this type of activity.

Biotechnology

Another area of rapid change is biotechnology. Molecular biology could make some of the traditional approach to agricultural research redundant by the end of this century and could create a demand for new attitudes, disciplines and skills, some of which take 5 to 10 years to develop. Colombia has already got off to a good start by training a number of scientists in biotechnology and holding discussion about establishing a national biotechnology policy. This could help optimize the national use of special skills and resources and minimize duplication.

The introduction of biotechnology to a national agricultural research program also introduces a number of new policy challenges. Included in these are the need to:

- a. Identify public and private sector responsibilities.
- b. Define a national policy toward intellectual property right.
- c. Ensure that import and customs laws permit the rapid movement of perishable reagents and material needed for biotechnology research.
- d. Permit adequate funds to be available for the capital and recurrent financial needs of a biotechnology program and for product development and marketing.
- e. Define the optimum location for biotechnology research (universities, existing institutes, specialized institutes).
- f. Establish appropriate skills training programs.
- g. Set priorities for biotechnology research.
- h. Ensure appropriate biosafety policies.

Collaborative research

Clearly, irrespective of the strength of the private sector, there is a large area of research that is likely to remain untouched unless it is taken up by the public sector. In accepting this fact there are, however, steps that the public sector can take to broaden its mandate, even when faced with funding difficulties.

One such step is to maximize collaborative activities nationally, with universities, commodity associations and the private sector, wherever there is a mutuality of interest. Internationally, collaborative activities may be appropriate with neighboring countries, IARC's or developed countries. Another possibility for easing the pressure on public sector funding is to expand the development of further commodity association funded research, especially where the commodity in question has a large commercial sector. Should, for example, Colombian livestock producers fund research in the same way as sugar cane producers do? A further opportunity may be to eliminate public research where it duplicates the private sector, such as embryo transfer and some areas of plant breeding. Positive (and negative) linkages of these various types can be enhanced if there is some form of national agricultural research policy forum which encourages and stimulates inter-institute discussions on research and development policy. Again we may look to the UK for a model. The national public sector Priorities Board for Research and Development in Agriculture, although small in size (8 persons), includes representatives of the public and private sectors, academia and the farming community. The Board is thus able to relate the public sector research program not only to national needs but to other agencies in the research field. The National Coordination Committee for Agricultural Science referred to in the Science and Technology Law of December 1990, appears to represent a parallel opportunity for coordination in Colombia.

Contract research

Apart from phasing down public sector activities in some areas opportunities may exist in others for generating funds through creating more public awareness of resources and products of research. This is an area of particular weakness in many developing countries. Within the public sector a more aggressive and skilful marketing strategy for institutions such as ICA could help to create a better awareness in both public and political circles of what the institute has to offer the nation, doing this could help create an environment more favorable for funding agricultural research. Better marketing could help to expand the flow of funds from outside the public sector destined for contract research. Let me give two examples from Europe. The first from the UK where 25% of total public sector agricultural research funding is now generated by contracts from industry. A second example is from the Plant

Breeding Research Institute in Wageningen where, in few years, contract research has grown to 40% of the total income. With a total staff of about 400, more than 10 are engaged in public relations and marketing to generate new contracts.

In Colombia there is a flower industry worth several hundred million dollars a year but it offers little in the way of contract research to ICA but does pay U.S. companies for R&D services. Scope may also exist for contracting research from Cenicafé and Cenicafina in selected fields, especially those requiring special skills or equipment. Fedepalma offers a potential model in this context. Perhaps there is an opportunity here and a need for a highly professional and rather conservative research organization to change its traditional culture. This has happened rather rapidly in the UK, the Netherlands, and elsewhere and may point the way ahead for Colombia.

Setting priorities

Given the need for the public sector to sharply focus its activities, it may be useful to say something about planning and priority setting. Traditionally planning and priority setting in public sector agricultural research has been intuitive, largely informal and often highly subjective (often politically motivated). Efforts to make it more formal, objective, systematic and quantitative have been complicated by the fact that the appropriate mix of basic, applied and adaptive research must be decided upon, as well as the mix of public and private research, and production versus post-harvest versus non-commodity specific research. This diversity of factors highlights the need to incorporate national objectives, technical information, and economic information in a coherent framework. However, a further complication arises from the fact that national development goals are also, multiple, often overlapping, and sometimes conflicting. In addition research impact is difficult to measure because the results often need to be combined with downstream activities such as credit, extension and marketing in order to have an impact on development goals at the farm level. The multiplicity of institutions involved in the agricultural sector also complicates priority setting at the national level although this can, to some extent, as mentioned earlier, be overcome if all the major players are represented in some form of science and technology policy organization.

In spite of these difficulties, every agricultural research organization goes through some form of planning and priority setting exercise. The process varies from country to country and from institution to institution but follows the general pattern shown in figure 1.

Research plans and priorities may be decided on at as many as 5 levels, although in a number of countries the sector and research system priority setting may be combined in one planning cell. The degree of disaggregation

FIGURE 1. Levels of priority setting.

	Level	Decisions	
	Cabinet legislature	National development goals	Socioeconomic planning
	Agricultural sector	Sectorial development objectives	Agricultural sector planning
<i>Producers</i>	National research system	System wide R&D thrusts	Priority setting
<i>Consumers</i>	Institute station Project scientist	Research program areas Projects experiments	Program formulation Projects-experiment design

or specificity increases as one goes down the hierarchy. Priority setting at the upper levels take on the functions of strategic, macro and long term planning while those below are more concerned with annual planning and programming of individual research projects and experiments.

At the highest level national research priorities are often expressed a priori by assigning fixed resource allocation ratios to different development national goals over a defined time period. Such priority setting methodologies are based on value judgments about the relative importance of economic and social objectives related to efficiency (growth), equity and security.

The *efficiency* objective relates to whether the investment is an efficient use of resources or whether the resources could earn a higher rate of return in an alternative investment.

The *equity* objectives concern how the effects of research are distributed among different groups in society. In most cases, some people are made better off and other worse off by changes in technology. The question is whether the change in distribution of well-being associated with a particular research program is compatible with social objective.

The *security* objective concerns the variability of research benefits over time. One aspect of the latter goal may involve reducing year to year income fluctuations and ensuring the long run sustainability of the natural resource base.

To achieve the 3 distinct major goals, countries may specify more specific national goals such as: achieving food self-sufficiency, stimulating employment, improving nutrition of disadvantaged groups, generating foreign exchange, promoting agrarian reform, and accelerating the economic and social integration of cultural minorities. These more specific sub-goals are components of the broader goals and, in many cases, are means of achieving them.

At the sectoral level decisions are generally expressed in terms of priorities for major commodities, national problems or concerns and, occasionally, in terms of regions and population sectors but they often ignore the resource base and the environment. Accordingly, the national research system defines

its principal R&D thrusts under each of the major sectoral priorities. Quite often though the national research system expresses its priorities in a language different from that of the agricultural sector. This lack of clear correspondence between sectoral priorities and system wide research priorities, unless properly explained, can lead to misunderstandings about the research community's goals.

A good example of prioritizing sectoral targets is found in the May 1990 (Triennial) report of the United Kingdom Priorities Board for Research and Development in Agriculture and Food which divides its mandated area into 4 sectors. For each of these 4 sectors the 1990-93 priorities suggested were as follows:

"Expenditure on the sector, Natural Resource, should be 12% of available funds with particular emphasis being given to understanding the mechanisms of soil processes in relation to nutrient losses, pesticides, the movement and uptake of heavy metals and radionuclides, the interactions of agricultural ecosystems in land use change and the maintenance of soil structure.

Expenditure on the sector, Plants, should be 34.5% of the available funds with re-orientation of existing programs to give greater emphasis to molecular biology and genetic engineering aimed at manipulating plant growth and performance, and at controlling pests and diseases.

Expenditure on the sector, Animals, should be 38.5% of the available funds, with greater emphasis placed on animal health and welfare, particularly as they affect public health and the integrity of the food chain.

Expenditure on the sector, Food, should be 15% of available funds, within which there should be a shift in resources from food technology to food safety and nutritional quality, including multi-disciplinary research on human nutrition".

Note that these goals, although highly selective and broad ones, allow scientists a major role in the actual program formulation and project design processes. The broad choices have been narrowed down considerably and decisions now are circumscribed mainly by unit mandate, competence of individuals, immediate availability of resources and the results from previous experiments.

Ideally the whole process should be an iterative one although, historically, in practice, it has often been bottom-up, with many governments leaving the research systems to define their priorities. In some countries producer groups are powerful and competent enough to influence research activities as occurs for some commodities in Colombia.

Methods of priority setting

The methods appropriate for research priority setting differ across levels. Generally speaking, more quantitative methods are potentially most useful at the higher levels shown in figure 1. Methods for selecting projects and

experiments tend to be less quantitative due to the sheer number of potential projects and to the concern that priority setting methods not be used to replace ingenuity, serendipity, and scientific entrepreneurship. At the present time, at all levels, in most countries non-quantitative methods based on value judgements by experienced personnel represent the most widely used techniques for priority setting. In addition, several quantitative methods are now available, these include:

- a. Establishment and weighing of multiple criteria for ranking commodities and research areas.
- b. Use of benefit-cost analysis, including expected economic surplus techniques, to select commodities and research areas.
- c. Application of mathematical programming to choose an optimal research portfolio incorporating multiple goals and constraints.
- d. Development and use of simulation models.

These four approaches are the most common formally structured priority setting models, although none of them have been used very widely by National Agriculture Research Systems in developing countries. Nor, surprisingly, they have been used very extensively in developed countries. The reasons for this are stated as:

- There has been a tradition of respect for, and confidence in, science and the scientific community: Government and the public have felt that society's interests are best served by allowing scientists substantial freedom of enquiry.
- The structure of research is often fragmented: publicly funded programs are complemented by research in the private sector. Within the public sector, research is departmentally segregated. Thus there are many parties with more or less independent interests and decision-making powers, and any attempt at central priority setting carries very little weight.
- In most Western countries, market forces determine which lines of development, and consequently of research, are pursued by the private sector. Those who judge priorities correctly in accordance with these market forces survive; those who do not go out of business.
- The public sector increasingly sees its role as a provider of basic knowledge which the private sector can exploit. Because of the difficulty of predicting its impact, such basic research does not easily lend itself to formal priority setting.

Formal approaches to priority setting have been attempted and discarded by both the Dutch National Council for Agricultural Research (NRLO) and Shell International Research. The Dutch Medium Term Outlook Agricultural Research Plans for 1987-91 and 1991-94 have both discarded "predictive and quantitative techniques" in favor of an approach that focusses on "qualitative

techniques linked to decision making and directed at problem structuring and consensus development". At Shell International Research Projects are now selected on the basis of "expert value judgements and streamlined cost benefit analysis rather than using overly complex quantitative analysis of the likely outcome and benefits of research."

In developing countries formal priority setting is also uncommon although a number of efforts to introduce quantitative techniques have been made, especially by multilateral and bilateral agencies. It has been argued that there are at least 2 very specific reasons why formal approaches may be easier to adopt than in developed market economies.

- The structure of research is less fragmented. Private research is less developed, and government feel obliged to cover everything. This provides a clear-cut argument for centralized priority setting.
- Although development plans exist in many countries, they often contain goals which are not specific enough to guide research, or which are unrealistic, in part because the research community has not been adequately consulted. In such circumstances, separate formal priority-setting exercises may be desirable.

In a country, such as Colombia, which presents aspects of both "developing" and "developed" in its research system the various issues listed above need to be taken into account in determining future priority setting procedures. However, it is worth bearing in mind that even the very simple scoring approach that ICA used for preparing PLANIA is claimed to have utilized 70 person years of scientists time and funding was only available to conduct about a third of the planned set of work priorities that were defined. There is a large resource cost in this type of planning which channels highly skilled resources away from conducting research.

The research continuum

It is possible to get carried away with quantitative planning and priority setting and, perhaps, preferable to seek to optimize the balance between the efforts devoted to planning and priority setting and those given over to monitoring and evaluating the work that is being carried out. However, priorities setting is but one aspect of the research management continuum that ranges through the various levels of planning and priority setting through implementation to monitoring and evaluation of impact. It is important to recognize this because, worldwide, there is an increasing tendency to make the public sector more accountable for its activities. In order to do this a research organization needs to be able to demonstrate the impact of its work so that both the user of its products and the suppliers of its funds can see what they are getting for their investment in research.

For the private sector the question is less complex. The products of research must increase company revenues and profits or the research is not viable. In the public sector where research is increasingly having to deal with issues of public good it is much harder to demonstrate impact. But unless public sector research organization devote more effort to attempting to show the benefits of their work they will be disadvantaged in competing with other public sector organizations for the limited funding available. Currently there is a tendency for public sector agricultural research (particularly in Latin America) to devote considerable resources to planning and priority setting and very little follow up by way of evaluation and impact assessment.

In developed countries some progress has been made in integrating these activities by having explicit targets (and often milestones) built into the design of projects so that progress can be measure particularly for long-term projects. Regular review permits those projects that are making inadequate progress to be terminated. This is a standard feature of much private sector research and we may anticipate that it will play an increasingly important role in future public sector research if there is a continuation of the present trend for public sector accountability. It highlights the need for a more business-like and holistic approach to research management in the future.

PERSPECTIVAS PARA LA INVESTIGACION AGROPECUARIA EN LATINOAMERICA

Hugo Li Pun

Introducción

La agricultura ha sido tradicionalmente una actividad importante en Latinoamérica en el uso de recursos naturales para la producción de alimentos, generación de empleo y generación de divisas. La mayoría de los países latinoamericanos derivan proporciones importantes de sus divisas de actividades agropecuarias y forestales.

Latinoamérica en general ha seguido políticas centralistas de desarrollo que han tendido a la concentración de recursos. Este hecho ha sido más pronunciado en algunos países que en otros, pero en general se han generado grandes desigualdades en la concentración de recursos en las capitales o en zonas urbanas, o entre diferentes estratos de la sociedad. A manera de ejemplo, en la zona andina existen grandes diferencias entre el medio rural y el urbano en cuanto a acceso a servicios básicos tales como agua potable, saneamiento y servicios de salud. Las mejores oportunidades de educación, empleo, ingresos y calidad de vida se encuentran en general en los grandes núcleos urbanos. No es sorprendente, entonces, que en la región se aprecie una marcada tendencia a la urbanización. Se estima que para el año 2020, más

del 80% de la población latinoamericana será urbana. Además, el crecimiento poblacional y la situación de pobreza continúan en aumento.

En el transcurso de los años, se han producido una serie de esfuerzos por cambiar esta situación incluyendo la implementación de programas de desarrollo rural integrado, reforma agraria, etcétera. En el caso de la investigación agrícola, se generaron varias iniciativas destinadas a la mejora de las condiciones del pequeño agricultor, al constituir la mayoría y ser los más necesitados dentro de la sociedad. Muchos de los problemas relacionados con las migraciones, la violencia urbana, el desempleo y la falta de servicios en los núcleos urbanos están asociados con la presión originada por las migraciones de un sector importante de la población campesina en busca de mejores oportunidades. En los últimos años han aparecido otras preocupaciones investigativas, tales como los efectos generados por la apertura de los mercados y las tendencias a la globalización de la economía, la sostenibilidad del uso de los recursos naturales y el ambiente, la búsqueda de equidad dentro de la sociedad (estratos sociales, grupos étnicos, dentro de familias), etcétera.

En una reciente revisión efectuada por el Comité Técnico Asesor de los Centros Internacionales de Investigación Agrícola (McCalla, 1991), se concluyó que los cambios globales, el crecimiento poblacional, las tendencias a la urbanización, el aumento de capacidad adquisitiva y el consiguiente aumento de la demanda, conllevaría cambios en las dietas: mayor demanda por cereales de alto valor, productos pecuarios y productos procesados. Además se enfatizó que los desafíos para el futuro incluían: el incremento de la producción y la productividad de los alimentos (debido a una reducción de la superficie cultivable per cápita), la preservación del ambiente, la búsqueda de eficiencia, sostenibilidad y equidad en el uso de los recursos naturales, la necesidad de generar empleo e ingresos en el sector rural y valor agregado para los productos agropecuarios. Romper el círculo vicioso de la pobreza y del deterioro ambiental es tal vez uno de los mayores desafíos. Las áreas marginales en zonas de laderas o montañas son las que generalmente están sometidas a una mayor presión de uso. Los campesinos pobres se ven forzados a sobreutilizarlas para subsistir y difícilmente pueden introducir técnicas para preservarlas (visión de utilización de corto plazo). Este tipo de situaciones requiere cambios en el entorno, pues la tecnología *per se* no solucionará los problemas.

La evolución de la situación, tanto externa como interna, ha generado la necesidad del replanteamiento de los enfoques de investigación a fin de enfrentar los desafíos del sector agropecuario. El replanteamiento incluye la consideración de enfoques mucho más integrales, que permitan entender situaciones más complejas donde se juntan aspectos biofísicos y socioeconómicos. Igualmente exige el entendimiento de las relaciones entre los diferentes niveles jerárquicos en los sistemas: ecorregiones, fincas y sistemas de producción.

El propósito de este documento es presentar algunas ideas sobre:

- a. La evolución de los enfoques de investigación agropecuaria, considerando las nuevas tendencias y la necesidad de utilizar enfoques que integren disciplinas y que enfatizen las intervenciones en políticas y tecnologías.
- b. Mecanismos para la organización de la investigación.
- c. Enfoques para la formación de los recursos humanos.
- d. Algunas líneas prioritarias de investigación.

La evolución de los enfoques de investigación

Tradicionalmente la investigación se ha organizado de acuerdo con rubros y disciplinas. Este tipo de enfoque responde a la organización de empresas comerciales agrícolas de un alto grado de especialización. El enfoque reduccionista permite la identificación de problemas mediante el análisis intuitivo realizado por los investigadores, principalmente, y la búsqueda de soluciones de acuerdo con la disciplina del investigador (por ejemplo: genética, nutrición, sanidad, etcétera), a través del proceso de experimentación. Los resultados generalmente son soluciones parciales, las cuales son difundidas por medio de la enseñanza, extensión, las publicaciones, o guardadas en archivos. Esta investigación generalmente se realiza en condiciones controladas en estaciones experimentales, y considera en forma aislada los procesos de investigación, extensión y desarrollo.

Las posibilidades de canalizar estos resultados a proyectos de desarrollo dependen en gran medida de que la problemática haya sido bien identificada por el investigador, o que las condiciones en las cuales se realizó la investigación sean representativas de la realidad, y que la tecnología así generada sea aceptada por el productor y sea rentable. Este tipo de investigación ha tenido éxito en el caso de sistemas intensivos no muy afectados por las disponibilidades de recursos y donde la identificación de problemas no haya sido muy compleja.

Por otro lado, cuando se ha tratado de buscar soluciones a situaciones muy complejas, debido a la interacción de muchos factores de orden biofísico o socioeconómico, tal como es el caso de las fincas de escasos recursos en el trópico, se ha logrado poco impacto. Como alternativa se planteó la necesidad de seguir un enfoque integral, multidisciplinario y participativo que comenzara con el entendimiento de la problemática del agricultor, para luego buscar soluciones en conjunto con el usuario y poder comprobarlas después en la misma finca, en vista de las diferencias existentes entre las estaciones experimentales y las fincas de los agricultores de limitados recursos. Con diferentes variaciones, los pasos generales de este enfoque incluyen: el diagnóstico, diseño, evaluación en finca y transferencia de tecnología.

Este enfoque se ha utilizado en la investigación de sistemas de cultivo, investigación de sistemas de producción animal y en la de sistemas mixtos en

Latinoamérica, África y Asia. Los resultados obtenidos han sido variables, dependiendo de la complejidad de los problemas, de la pericia de los investigadores, de las experiencias previas y del tiempo de duración de los proyectos. Las experiencias iniciales fueron tal vez excesivamente ambiciosas y se subestimó la problemática. Se pensó que el enfoque de sistemas constituía una *panacea* para solucionar los problemas del pequeño agricultor. Muchos de los diagnósticos se constituyeron en meras descripciones, pero faltó un análisis más exhaustivo de las limitantes y condicionantes. En otros casos, la subestimación llevó a pensar que se podía llegar a resultados de impacto en plazos sumamente cortos, de 2 a 3 años. La gran variabilidad climática, en algunos casos, la longitud del ciclo reproductivo de los rumiantes mayores y las variaciones de *performance* de las especies vegetales a través de los años, llevaron a pensar que se necesitaban plazos bastante mayores que los originalmente considerados. En otros casos, la tecnología moderna no fue mejor que la tecnología tradicional, adaptada a las condiciones imperantes en las fincas y producto de la propia experimentación del agricultor. Estas experiencias negativas no deben ser tomadas como concluyentes, pues reflejaron más un período de aprendizaje en un campo nuevo. En proyectos bien planeados, se han logrado resultados positivos tanto en el mejor entendimiento de la problemática como en encontrar tecnologías de éxito. Los aspectos positivos y negativos debieran tomarse como enseñanzas para ser consideradas en el diseño de otros proyectos.

Este documento no pretende presentar una revisión exhaustiva de las experiencias. Más bien ilustrar, con algunos ejemplos, el tipo de resultados positivos que se han podido obtener en proyectos de investigación en sistemas. Se pueden mencionar los siguientes:

1. Introducción de variedades de arroz de madurez temprana. Muchos trabajos realizados en Asia a través de la Red de Sistemas de Cultivos en Asia, coordinada por el IRRI, mostraron que la introducción de variedades de arroz de madurez temprana (90-110 días) remplazando a las variedades tradicionales de madurez tardía (150 días) permitía una notable intensificación de los sistemas de cultivo, al permitir de 2 a 3 cultivos por año en la misma superficie. El impacto de estas experiencias se puede medir por la institucionalización del enfoque de sistemas en muchos países, el entrenamiento provisto a investigadores y técnicos de las instituciones nacionales, el intercambio activo de germoplasma y el incremento notorio de la producción de arroz en varios países.
2. Sistemas de cultivos en Centroamérica. En Latinoamérica, el trabajo de varias instituciones nacionales, regionales e internacionales, incluyendo el CIMMYT, CATIE, ICTA, ICA y otras sirvió para demostrar las bondades del enfoque de sistemas. A manera de ejemplo se reseña un caso en San Jerónimo de Comayagua, Honduras (Silva, citado por Mateo, 1985). La

Secretaría de Recursos Naturales con apoyo del CIID, CIMMYT y CATIE realizaron estudios para mejorar los sistemas de cultivo practicados por pequeños agricultores. En la zona existen 448 agricultores que cultivan un total de 420 hectáreas de arroz. En 1978, los rendimientos promedios eran inferiores a los 2 000 kilogramos por hectárea. Mediante mejoramiento de los sistemas se han logrado rendimientos de 5 027 kilogramos por hectárea en las fincas adoptantes. El sistema mejorado consistió en la introducción de variedades de arroz resistentes a *Piricularia oryzae* y un manejo apropiado de la fertilización y el control de malezas. La nueva tecnología genera un aumento del 12% de los costos y un incremento de los beneficios del 42%. El sistema ha sido adoptado por el 80% de los productores. En la actualidad los rendimientos estables superan los 6 000 kilogramos por hectárea.

3. Sistema de engorde de ganado en Carata, Puno, Perú. El instituto Nacional de Investigaciones Agrarias y Agroindustriales (INIAA), con el apoyo de ACDI y el CIID, han venido realizando estudios para mejorar las condiciones de vida de las comunidades campesinas de Puno, una de las zonas más deprimidas del Perú. La zona se caracteriza por su altitud (de 3 000 msnm hasta más de 4 700), con precipitaciones por debajo de los 800 mm por año (concentradas de diciembre a marzo); gran variación diaria de temperatura y alta incidencia de heladas. Las comunidades campesinas que tienen acceso al lago Titicaca practican el engorde de ganado con base en forrajes acuáticos tales como el llacho (*Helodea potamogetum*) y la totora (*Scirpus totora*). Estos forrajes son ofrecidos durante la época seca (abril-noviembre) directamente sobre el suelo. Como consecuencia del pisoteo y la contaminación con orina y heces, se calcula que se pierde de 20% a 40%. Mediante observaciones y usos de modelos de simulación para estudiar los balances de energía, se estimó que las pérdidas debido al frío podían alcanzar el 25% de la energía metabolizable durante los meses más fríos. Además, debido a la alta concentración de agua de los forrajes acuáticos, se producían limitaciones en el consumo de forraje, a pesar de su alta digestibilidad. El secado por 48 horas permitía reducir el contenido de humedad de 85%-90% al 40%. Con esa base se diseñó un sistema mejorado de engorde que consiste en albergar el ganado en cobertizos rústicos, y ofrecer el forraje previamente secado al sol en comederos rústicos. Se encontró que la ganancia diaria casi se triplicaba con la nueva tecnología. Aunque esta tecnología se ha probado con un número limitado de productores, ha sido difundida a través de demostraciones y días de campo. Actualmente hay más de 200 productores interesados en probar la nueva tecnología, asumiendo los costos del caso.
4. Sistemas de producción de ganado de doble propósito en Panamá. Por más de 12 años el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá con apoyo del CATIE y CIID, ha venido realizando investigaciones tendientes

al mejoramiento de la producción de leche del ganado de doble propósito. Se han diseñado sistemas mejorados basados en el uso de pastos mejorados (*Brachiaria decumbens*, *Digitaria swazilandensis*), suplementación mineral todo el año y suplementación energético-proteica durante la época de sequía. La tecnología mejorada también incluye el manejo sanitario y la selección de las vacas en producción. A través del conjunto de mejoras se han encontrado incrementos en la producción de leche por hectárea del orden del 65% y en el ingreso neto por hectárea del 71% (Quiroz, 1987).

La difusión de estas experiencias, el desarrollo de metodologías, el apoyo técnico y el entrenamiento de muchos investigadores han sido posibles debido a la organización de redes de investigación en las que han participado muchas instituciones nacionales de investigación y otras instituciones regionales como el CATIE, IICA, CIAT y el CIID. Dentro de esas redes habría que mencionar a RISPAL (Red de Proyectos de Investigación en Producción Animal de Latinoamérica), RIEPT (Red Internacional de Evaluación de Pasturas Tropicales) y RIMISP (Red de Investigación en Metodología de Investigación en Sistemas de Producción).

Además de las limitantes mencionadas, también se critican las investigaciones en sistemas de producción por haberse concentrado en un agroecosistema (cultivos o animales, cuando la realidad del pequeño agricultor es de un sistema mixto). Los estudios de mercado también han sido limitados. Los factores exógenos en general (políticas, transformación y mercados, servicios) han sido considerados solo al inicio de los proyectos y en muy pocos casos se ha considerado el dinamismo de estas externalidades. No realizar el análisis de género en algunos proyectos en sistemas también ha sido otra crítica. La falta de traducción de estos resultados en acciones de impacto a nivel de microrregiones o países también ha sido mencionado.

Las limitantes antes mencionadas no se deben tomar como críticas al enfoque de sistemas, sino como indicadoras de la forma en que fueron concebidos algunos proyectos, con mucho énfasis en los aspectos técnicos y bioeconómicos. No hay duda de que los desafíos para la investigación agropecuaria del futuro, al considerar temas como el de la búsqueda de eficiencia, equidad y sostenibilidad en el uso de los recursos naturales, nos debe llevar a investigaciones más integradas en las que se conjuguen factores físicobiológicos con socioeconómicos y políticos. Igualmente, nos pueden ayudar a relacionar intervenciones tecnológicas con políticas. El enfoque de sistemas puede ayudar a un mejor entendimiento de los sistemas a distintos niveles jerárquicos. Por ejemplo, considerar acciones de impacto macro nos debe llevar a estudios de adopción a nivel regional, o a la formulación de políticas de desarrollo sectorial. Proseguir con estudios de sostenibilidad nos llevará a análisis de impacto ambiental a un nivel jerárquico superior, etcétera.

Otro de los usos del enfoque de sistemas es el estudio de sistemas integrales de la producción al consumo. El estudiar la forma en que diferentes productos agropecuarios son producidos, cómo utilizan los recursos naturales, cómo son procesados, comercializados y utilizados, nos puede llevar a identificar cuellos de botella e impactos potenciales si se interviene en la investigación de ese producto. Este tipo de análisis es útil para seleccionar los productos que exhiben ventajas comparativas, y en los cuales se podría priorizar futuros esfuerzos de investigación.

En los comienzos de la investigación agropecuaria con enfoque de sistemas era frecuente encontrar discusiones sobre si la investigación debería ser disciplinaria o por rubros o con enfoque de sistemas. Existía una aparente dicotomía entre seguir un enfoque u otro y cuál sería el que produciría más impacto. La realidad es que ambos tipos de investigación son necesarios y que deberían complementarse. El análisis de sistemas es particularmente útil para entender sistemas complejos, sus limitantes y potencialidades. Por otro lado, buscar soluciones a problemas específicos, bien identificados, requiere obviamente la especialización. Simmonds (1985) realizó una revisión sobre investigación en sistemas de finca y produjo una serie de definiciones, que son muy didácticas para clasificar los diferentes tipos de investigación en sistemas, así como las interrelaciones.

Alternativas de organización

A menudo se ha cuestionado si las instituciones debieran organizarse por disciplinas o rubros. Otros han propuesto la organización por equipos multidisciplinarios enfocados hacia la solución de algún problema específico (*thrust*).

Pienso que el argumento no es cuál es la naturaleza mejor, sino cuáles son los mecanismos que aseguran un mejor funcionamiento. Pragmáticamente, es muy difícil pensar que se puedan incorporar todas las disciplinas necesarias para la solución de un gran conjunto de problemas que además variarán en el tiempo y de acuerdo con el área geográfica, política o las condiciones agroclimáticas. En esas circunstancias, me inclino más a la formación de equipos multidisciplinarios que incluyan las disciplinas críticas (por ejemplo, agrónomo, zootecnista, economista, sociólogo), apoyados por especialistas en otras áreas críticas (ecología, antropología, climatología, agroforestería, manejo de aguas y tierra, políticas sectoriales), los cuales no necesariamente laborarían de tiempo completo o dedicación exclusiva en un proyecto o *thrust*. La clave es otorgarle el control de recursos a las personas que laboran para la solución del *thrust*, para que estos puedan subcontratar las investigaciones o los consultores necesarios para la solución de los problemas identificados por éstos. El centralismo en la asignación de recursos y en la toma de decisiones, me parece una de las grandes limitaciones en la mayoría de las instituciones.

Otro mecanismo que se puede utilizar es la creación de redes de investigación para compartir: experiencias, colaborar para la solución de problemas específicos, buscar complementariedades o economías de escala (evitar que cada institución tenga por ejemplo sus propios laboratorios completos, pero subutilizados). Las redes requieren: objetivos claros y compartir responsabilidades y beneficios. Deben estimular la participación pero no deberían ser manejadas de *arriba abajo*. Mucho se puede aprender de las distintas redes que han sido apoyadas por distintas organizaciones. Algunas de estas se han incorporado en la organización de otros mecanismos de colaboración, tal como fuera planteado en un reciente taller organizado por el CIP para organizar el trabajo colaborativo en la región andina (Li Pun y Paladines, 1992).

Algunas recomendaciones sobre la formación de recursos humanos

Los enfoques de la capacitación de técnicos en el sector agropecuario han estado muy influidos por las escuelas europeas y norteamericanas, en donde se ha enfatizado la especialización. Generalmente, la formación de postgrado está más orientada hacia la investigación básica que hacia la investigación aplicada o las labores de desarrollo. Esta situación genera a menudo la necesidad de ofrecer entrenamiento de corto plazo para técnicos en los proyectos de investigación aplicada con enfoque de sistemas, o en los proyectos de desarrollo. Existe una gran demanda por actividades de este tipo y en consecuencia una proliferación de cursos, talleres y seminarios, ofrecidos tanto a nivel regional como local. Sin pretender agotar el tema, algunas recomendaciones generales podrían contribuir a mejorar la eficiencia de las actividades relacionadas con la formación de recursos humanos:

1. *Desarrollo curricular.* Los nuevos desafíos planteados en la agricultura podrían requerir cambios en los programas de estudios, para enfatizar enfoques más integrales. La incorporación de cursos en sistemas, ecología, economía, desarrollo agrícola, etcétera, adquiere más relevancia. Una de las ideas que se ha venido discutiendo entre profesionales dedicados a la enseñanza ha sido desarrollar planes de estudios en los que se combine la enseñanza teórica con la práctica, dada la alta proporción de estudiantes de origen urbano en las carreras agropecuarias. Esta podría ser una experiencia del uso del enfoque de sistemas en la enseñanza, en donde se comience con la definición de la clientela para el profesional agropecuario y se diseñe el programa de estudios que incluya el análisis de problemáticas y el diseño de alternativas en equipos multidisciplinarios. Lo que se buscaría con programas de este tipo sería desarrollar la capacidad de análisis en los futuros profesionales agropecuarios. Este tipo de planteamiento requiere, por supuesto, más discusión y desarrollo, lo que podría culminar en la implementación de programas piloto en la región.

2. *Cursos cortos.* Deberían ser planeados también de acuerdo con la *clientela*, con objetivos específicos y productos esperados, los cuales deben ser evaluados. Por ejemplo, si la idea es sólo crear conciencia sobre métodos o técnicas nuevas, pudieran hacerse de muy corta duración. Sin embargo, si la idea es que al final del curso los asistentes salgan dominando el método o la técnica, será necesario un tiempo mayor que incluya suficiente práctica y apoyo por parte de los instructores.

Otro aspecto por considerar es la racionalización de los recursos dedicados a los entrenamientos. La organización de cursos internacionales debiera estar dirigida principalmente a la *capacitación de capacitadores*, de manera que éstos a su vez puedan realizar estas actividades localmente. En la planeación de estas actividades, se deberían entonces considerar recursos para la realización de las actividades locales. De esta manera se podría lograr un efecto multiplicador.

Sugerencias sobre necesidades de investigación

Las prioridades de investigación deben establecerse con base en problemáticas específicas. Por este motivo, aquí no se proponen actividades específicas. Más bien se sugieren algunos temas generales en los cuales se debería investigar, con el fin de responder a los desafíos planteados por la agenda de investigación agropecuaria, tal como fuera planteada a lo largo del documento:

1. *Caracterización y diagnóstico*
 - a. Clasificación de zonas agroecológicas y selección de áreas.
 - b. Caracterización de áreas de trabajo.
 - c. Estudio de sistemas integrales de la producción al consumo.
 - d. Impacto ecológico de prácticas actuales.
2. *Metodologías*
Indicadores de sostenibilidad; biofísicos y socioeconómicos.
3. *Relación de políticas-tecnologías*
 - a. Impacto de políticas actuales en la adopción-cambio tecnológico.
 - b. La formulación de políticas para el desarrollo sostenido:
 - Protección de áreas marginales.
 - Subsidios, incentivos, impuestos.
 - Estudios sobre tenencia de la tierra.
4. *Desarrollo de sistemas de producción sostenibles*
 - a. Los sistemas agrosilvopastoriles.
 - b. Los sistemas mixtos de bajos insumos.
5. *Estudios de desarrollo de mercados y transformación de productos agropecuarios.*

A lo largo del documento se han mencionado algunos de los desafíos para la investigación agropecuaria y enfoques y mecanismos que pueden ser

utilizados para la búsqueda de soluciones. La región cuenta con valiosas experiencias y equipos muy calificados de investigadores para enfrentar con éxito esos desafíos. Como se ha mostrado en otros casos, el desarrollo agropecuario será posible si se conjugan una serie de factores, entre los cuales hay que mencionar: la base de conocimientos obtenidos a través de la investigación, el marco político adecuado, la existencia de adecuados incentivos y servicios, la participación de la población objetivo, y la formación de recursos humanos a todos los niveles.

Referencias

- Aggarwal, P. y Garrity, D. (1987). *Intercropping of legumes to contribute nitrogen in low-input upland rice-based cropping systems*. IRRI, Manila, Philippines.
- Banco Mundial (1982). *World Development Report*. Washington D.C., USA. p. 308.
- Hart, R. y Sands, M.W. (1991). *The role of livestock in the design of sustainable land use systems*. Trabajo presentado en el Animal Production Systems Global Workshop. IICA, San José, Costa Rica, septiembre, 15-21.
- Hart, R. (1979). *Agroecosistemas. Conceptos básicos*. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. p. 211.
- IDIAF (1988). *Estudio de las explotaciones de doble propósito en Panamá*. III fase. Segundo informe anual. p. 54.
- INIAA (1991). *Proyecto de investigación de sistemas agropecuarios andinos*. Proyecto INIAA-CIID-ACDI, Puno, Perú.
- Li Pun, H. y Paladines, O. (1992). *El rol de las pasturas y la ganadería en los sistemas de producción andina*. Taller de agroecosistemas andinos. CIP, Lima, Perú. p. 7.
- Li Pun, H. y Mateo, N. (1992). *Agricultural systems: priorities for IDRC-s strategy*. IDRC document internal document. Enero, 1992. p. 15.
- Li Pun, H. y Ruiz, M. (1986). *La red de proyectos de investigación en sistemas de producción animal*. En: Informe de la V reunión de trabajo sobre sistemas de producción animal. H. Li Pun y V. Mares (Eds). IDRC-MR 131 y ss. Bogotá, Colombia. p. 217.
- McCalla, A.F. (1991). *Ecoregional basis for international research investment*. Trabajo presentado en la Conference on Agricultural Technology: Current policy issues for the international Community. The World Bank, Airlie House, Virginia, octubre 21-23.
- Mateo, N. (1985). *Experiencias, resultados y requerimientos en investigación con pequeños productores*. Presentado en la reunión anual del programa de cultivos asociados, Instituto Colombiano Agropecuario, ICA, Rionegro, Colombia, mayo 7-10, p. 17.
- Simmonds, N.W. (1985). *Farming systems research: a review*. World Bank Technical Paper No. 43. Washington, D.C., USA, p. 109.
- World Resources Institute (1990). *World Resources 1990-91. A Guide to the Global Environment*. Oxford University Press.

MARCO ANALITICO PARA EL PLANTEAMIENTO DE ACTIVIDADES CIENTIFICO-TECNICAS EN EL SECTOR AGROALIMENTARIO

Edgardo Moscardi

Introducción

El análisis que se presenta en esta ponencia es relevante para un grupo de países de ingreso medio-alto, entre los cuales se incluyen Colombia, y otros países de Latinoamérica que han experimentado en los últimos 15-20 años una transformación relativamente importante en sus agriculturas a través del

cambio tecnológico, y en donde la agroindustria ha sido un componente significativo del crecimiento en las manufacturas alimentarias.

El ingreso en estos países ha alcanzado un nivel donde el gasto en alimentos básicos tiende a declinar como porcentaje de los gastos totales del consumidor, y se registra un incremento en la demanda por alimentos de mayor valor, como frutas y hortalizas entre otros. Se trata de países con importantes estructuras para la agroexportación, y con sectores agropecuarios comerciales que conviven con varios tipos de agricultura campesina.

Se producen en este caso al menos dos tipos de demandas tecnológicas. Por un lado, tecnologías que mejoren la productividad en cultivos donde ya se ha dado un progreso técnico considerable, tal es el caso de arroz, papa, algodón, palma africana, caña de azúcar y otros. Estas tecnologías están muchas veces disponibles pero son más intensivas en información y en destrezas, y más localizadas que las tecnologías originales de la *revolución verde*. Tecnologías más complejas de manejo del riego y la fertilización, incluyendo fertilización profunda, de liberación lenta de nitrógeno y uso de micronutrientes, manejo y control biológico integrado de plagas y cultivos, rotaciones, etcétera, son ejemplos en este grupo. Para estos casos, se ha señalado que la conocida hipótesis schultziana de "pobre pero eficiente", no se aplica totalmente y puede haber retornos importantes para aquellas inversiones en información y destrezas orientadas a mejorar la eficiencia técnica de los productores. Paralelamente, y para el caso de aquellas tecnologías disponibles, la preparación de asistentes técnicos con capacidad para incorporar plenamente esas prácticas a los sistemas de producción será también una inversión rentable.

Por otro lado están las demandas por tecnologías para mejorar la productividad en rubros de alto valor, frutas y hortalizas principalmente, así como también las tecnologías poscosecha para consumo en fresco o procesamiento de esos productos, y aquellos ligados a la agricultura orgánica, con demanda creciente en algunos países. Las tecnologías de este grupo se asocian con las posibles exportaciones no tradicionales para muchos países de la región, que persiguen aprovechar algunas ventajas arancelarias otorgadas recientemente por la CEE y los Estados Unidos a estos productos de alta elasticidad de demanda. Las exportaciones de esta naturaleza enfrentan no sólo limitantes tecnológicas de producción y/o procesamiento, sino también otras relacionadas con información de mercado, condiciones fitosanitarias, capacidades empresariales, marcas, etcétera. En algunos países de nuestra región han surgido últimamente algunas entidades privadas, aunque con el apoyo del Estado, orientadas al desarrollo y a la promoción exterior del sector agroalimentario potencialmente competitivo de los países. En esta línea de acción se enmarca la iniciativa de la Fundación Colombia en este país.

Para este grupo de países es particularmente importante acrecentar la competitividad, tanto en los mercados internos como externos, procurando una integración efectiva del esfuerzo productivo primario con el correspon-

diente a la transformación y la comercialización para distintos fines. Esta articulación entre la producción primaria, los procesos agroindustriales y la comercialización, tradicionalmente ausente en nuestros países tanto a nivel de los mecanismos como de las instituciones del Estado, es fundamental para establecer cualquier política de incentivos que reconozca las cadenas agroalimentarias como universo de análisis, y no seccionadamente como se ha hecho hasta el momento.

Por este conjunto de argumentos nos parece conveniente que la discusión sobre el planeamiento de actividades científico-técnicas tenga como marco el sector agroalimentario.

Niveles de planeamiento

Pasando ahora al tema más concreto del planeamiento, nos parece que hay por lo menos cuatro niveles de análisis para la asignación de recursos a las actividades científico-técnicas que deben considerarse. Los instrumentos utilizados para cada nivel serán siempre una combinación de herramientas cuantitativas y de *juicio de los informados*.

El primer nivel se refiere a la asignación de recursos entre tres conjuntos, que llamaremos: investigación fundamental o básica orientada, investigación aplicada y experimentación adaptativa y transferencia de tecnología. El análisis en este nivel requerirá una evaluación de las tecnologías disponibles tanto en los países como en el exterior, para la solución de problemas identificados en los sistemas de producción y en las cadenas agroalimentarias pertinentes; las dificultades de adopción y transferencia de esas tecnologías; el *stock* de conocimientos existentes y necesarios para solucionar los cuellos de botella de la investigación aplicada.

Tomando el total de recursos destinados a todo el proceso, tanto por parte del sector público como del sector privado, unas cifras de asignación aproximadas para el grupo de países indicados en Latinoamérica es la siguiente: investigación fundamental 10%-15%; investigación aplicada 50%-60%; experimentación adaptativa y transferencia de tecnología alrededor del 30%. Los recursos del sector público se han ido desplazando hacia investigación aplicada y fundamental, medida que el sector privado ha incrementado su compromiso en transferencia de tecnología y asistencia técnica.

El segundo nivel de análisis tiene que ver con la asignación de recursos entre las distintas regiones de un país. La contribución actual y potencial de la agricultura y la agroindustria de cada región a la producción doméstica nacional, a las exportaciones, al empleo, y a la capacidad de la investigación y la transferencia para acrecentar esas contribuciones, serán los criterios más importantes de decisión en este nivel de análisis.

El tercer nivel se refiere a la priorización por rubros o productos, de acuerdo con la importancia que un conjunto de parámetros debe asignar a

cada uno de ellos, y con la productividad del esfuerzo marginal de investigación en cada caso. Para este nivel de análisis se han desarrollado varias metodologías, con diferentes necesidades de información para su aplicación, destacándose dos de ellas: la metodología de puntajes o *scoring* y la del excedente económico o *economic surplus*. Es posible también una combinación de la dimensión regional con el análisis por rubros, cuyo resultado final es la cuantificación *ex ante* del total de beneficios por región provenientes de cada rubro de producción, animal o vegetal, como consecuencia del cambio tecnológico previsto.

El cuarto nivel de análisis es la priorización por proyectos, que llamaremos de investigación-trasferencia (PIT). La dimensión transferencia en los PIT no se refiere exclusivamente al usuario final, productor o consumidor, sino a cualquier usuario intermedio de la misma u otra institución, que recibe los resultados de un proyecto porque los ha demandado. Naturalmente, situaciones complejas, las distintas etapas de la investigación son asignadas a diferentes grupos y el proceso se puede demorar o interrumpir en cualquiera de las etapas y no solamente en la última. Los PIT deben asegurar que el resultado de cada fase del proceso investigación-trasferencia es el conocimiento (científico o tecnológico) adoptado por la fase siguiente hasta llegar al usuario final.

El conjunto de proyectos que finalmente se decide para su ejecución no debe ser muy numeroso, tiene como marco las asignaciones de recursos realizadas en los niveles previos de análisis, y habrán sido evaluados con base en su mérito científico, los beneficios presuntos para la sociedad y las consideraciones de tipo práctico y operativo de cada proyecto.

El objetivo final de un planteamiento como el descrito es lograr un conjunto de actividades de investigación, donde las tasas de retorno de las inversiones sean aproximadamente iguales en cada actividad, y por supuesto superiores al costo de oportunidad social del capital utilizado. La situación actual de la investigación agroalimentaria en muchos de los países de la región parecería indicar la existencia de unas pocas actividades de investigación con altas tasas de retorno (a menudo superiores al 100%), conjuntamente con otras que absorben una parte importante de los presupuestos de investigación, pero que tienen tasas de retorno muy bajas y a veces negativas. Esta situación convive con oportunidades de inversión en investigación potencialmente muy rentables, aquellas asociadas con la agroindustria por ejemplo, que no reciben recurso alguno.

Consideraciones estratégicas

El planeamiento de actividades científico-técnicas involucra también la consideración de dimensiones políticas e institucionales, que finalmente permiten a la investigación contribuir decididamente a los objetivos sociales. A

continuación se analizan algunas de esas dimensiones y sus consecuencias para la investigación.

Democracia participativa, descentralización y el nuevo papel del Estado

Una mayor participación de la comunidad en el desarrollo tecnológico, y un Estado que asignará recursos para investigación indistintamente a instituciones del sector público y del sector privado, en función de la eficiencia con que cada institución contribuya a las metas sociales, son las implicaciones de este lineamiento político generalizado en los países de la región. La participación se refleja en el control social que la sociedad civil organizada ejerce sobre las instituciones públicas, para asegurar una respuesta más efectiva y coherente a las demandas de la sociedad. Hasta el momento los principales organismos públicos que realizan investigación para el sistema agroalimentario, es decir las universidades y los Institutos Nacionales de Investigación Agropecuaria (INIA), han sido bastante reticentes en permitir una participación a nivel de decisión de los distintos usuarios.

Privatización de la ciencia

Es bien sabido que el proceso de investigación-trasferencia tiene para la agricultura la característica de generar externalidades, y de ofrecerse a menudo en condiciones cercanas a las de bien público. El desarrollo de algunos métodos de investigación y el establecimiento de derechos de propiedad intelectual, ya sea por patentes y/o derechos de obtentor, ha traído como consecuencia una importante participación del sector privado en actividades de investigación y transferencia de tecnología, relacionadas particularmente con semillas, agroquímicos y maquinaria agrícola.

De todos modos, el problema de la incompleta apropiabilidad no desaparece totalmente, con lo cual la subinversión en investigación persiste, y por otro lado los sistemas de protección pueden restringir el uso generalizado y deseable de algunas innovaciones. Estos son problemas que los mercados funcionando espontáneamente no pueden resolver en forma adecuada, por lo cual debe haber una intervención estatal o una política tecnológica. Hasta el momento, la forma principal de intervención en esta materia ha sido el desarrollo de actividades de investigación y transferencia en organismos estatales como los INIA y las universidades.

Con la modernización de la agricultura en economías más abiertas y el nuevo papel del Estado, lo más probable es que una parte creciente de la investigación relacionada con la agricultura y la agroindustria será realizada en el futuro por el sector privado. Los INIA seguirán siendo de todos modos y por mucho tiempo, con las transformaciones necesarias, uno de los principales recursos institucionales para la investigación. Además, con un sector privado que encuentra estímulos crecientes para aumentar su partici-

pación en actividades de investigación y transferencia, unos INIA relativamente bien provistos en términos de capital humano y equipamiento, pero muchas veces escasos de capital de operación y con limitantes para difundir las innovaciones tecnológicas, y una legislación apropiada ya en práctica en muchos países, sería posible esperar un mayor número de emprendimientos tecnológicos conjuntos entre instituciones del sector público y empresas privadas.

Apertura e internacionalización de las economías

Los procesos de integración con la correspondiente apertura de las economías hacen que producir para el mercado doméstico equivalga cada vez más a producir para la exportación. La integración comercial produce un excedente económico propio de la ampliación de los mercados, pero hay competencia y cada país debe, por la vía de la modernización tecnológica e institucional, ser capaz de captar una parte de ese excedente. Automáticamente se jerarquiza la importancia de la tecnología como fuente de ventajas comparativas dinámicas, ya sea para aumentar la competitividad del sector exportador tradicional, o para hacer más competitivas las producciones domésticas que compiten con las importaciones, o para explotar las nuevas oportunidades que brinda la ampliación de los mercados en productos no tradicionales.

Recursos naturales y sostenibilidad

Aunque el sector agroalimentario tiene hoy una oportunidad como dinamizador de las economías de nuestros países, hay sin embargo un punto crítico. Hoy también sabemos que la presión que se ha venido ejerciendo sobre la base de recursos naturales no es sostenible, y que la agricultura y la agroindustria son contribuyentes importantes a los procesos de deterioro ambiental y degradación de los recursos. El desafío entonces es cómo aprovechar las ventajas comparativas y el papel dinamizador que pueden desempeñar la agricultura y la agroindustria, sin agravar la situación de deterioro de los recursos que hoy observamos.

El paradigma de la productividad, que ha sido hasta el momento el eje central de los esfuerzos de investigación, deberá necesariamente ser sustituido por el de la sostenibilidad, que toma en cuenta no sólo la productividad sino también los efectos directos e indirectos de la producción sobre el ambiente y la base de recursos naturales. La implicación inmediata de este nuevo enfoque es una expansión y diversificación de la agenda de investigación, para incluir la dimensión de la agroforestería y el manejo de los recursos naturales, conjuntamente con una profundización en la investigación sobre manejo de cultivos, uso más eficiente de insumos, control biológico, etcétera.

La nueva revolución tecnológica y los esfuerzos cooperativos entre los países

Las necesidades de equipamiento y capacitación de recursos humanos, tan sólo para acceder y adaptar oportunamente los nuevos desarrollos de la biotecnología, superan muchas veces, por el monto de las inversiones o la magnitud del esfuerzo de investigación, las capacidades de un país por sí solo. Los esfuerzos cooperativos o proyectos conjuntos de investigación entre países que ya han comenzado en nuestra región, serán particularmente necesarios en los siguientes campos: compra eventual y adaptación de innovaciones biotecnológicas patentadas en países desarrollados (por ejemplo, los genes de resistencia), investigaciones sobre el aprovechamiento productivo sostenible de los trópicos húmedos, desarrollo de nuevos productos alimenticios alternativos autóctonos de la región, etcétera.

Equidad y modernización incluyente

Todos los países de nuestra región poseen sectores de economía campesina que han permanecido relativamente al margen de los procesos de modernización agroindustrial. Se hace fundamental la búsqueda de alternativas de producción y el desarrollo de las agroindustrias rurales complementarias, para aumentar la generación de empleo local y neutralizar o disminuir las corrientes migratorias internas que, acopladas a la desocupación, han causado importantes bolsones de pobreza tanto rurales como urbanos. Es evidente la forma en que esos bolsones de pobreza pueden comprometer el equilibrio social y la paz en los países.

El cambio tecnológico *per se* no es un medio eficiente para mejorar la distribución del ingreso y disminuir significativamente la pobreza rural, por cuanto el ingreso tiene otros dos determinantes importantes: el total de recursos de capital (tierra, mejoras, educación) y los precios recibidos por los productos. Aparte de esto, en economías más abiertas los aumentos en la productividad de los alimentos básicos vía cambio tecnológico no se trasladan tan fácilmente a menores precios para los consumidores. Se reflejan fundamentalmente en cambios en las importaciones y exportaciones de alimentos.

Comentarios finales

El planeamiento de actividades científico-técnicas en el sector agroalimentario es en el fondo el problema de cómo lograr un balance adecuado entre la concreción del mandato definido para la ciencia y la técnica en ese sector, y las posibilidades de llevarlo a cabo con los recursos disponibles. El resultado del planeamiento es un programa de actividades de investigación-trasferencia con su financiamiento correspondiente, que necesita el consenso suficiente para que sea cumplido. En muchos de los países de Latinoamérica abundan los programas que nunca vieron la luz.

Nos parece que una forma para lograr ese consenso es establecer un mecanismo de doble vía: una planificación ascendente o programa científico y una planificación descendente o programa político. La planificación ascendente o programa científico es principalmente el campo de acción de los investigadores, y representa la oferta científica existente y aquella en proceso de elaboración, conjuntamente con el enunciado de los problemas que se pretende solucionar. La planificación descendente o programa político es más la responsabilidad de otro conjunto de actores sociales, y debe definir las prioridades a un nivel más agregado, emanadas de las políticas de desarrollo agroindustrial y tecnológico correspondientes, apoyados en la planificación estratégica que identifica problemas y tendencias futuras, y los escenarios políticos, comerciales y económicos más probables.

Este esquema debe repetirse con diferentes niveles de agregación, en cada ámbito donde se decida la realización de actividades científico-técnicas, sea éste local, regional o nacional.

El punto de encuentro entre la planificación ascendente o programa científico y la planificación descendente o programa político, es un debate amplio de donde surge finalmente el programa definitivo con los ajustes, redimensionamiento y reorientaciones pertinentes.

Capítulo 4

APORTES DE LA COMUNIDAD CIENTIFICA DEL SECTOR AGROPECUARIO TEMAS DE REFLEXION

INTERRELACION ENTRE EL MERCADO, LA PRODUCCION Y LA INVESTIGACION COMO CRITERIO PARA DEFINIR PRIORIDADES DE INVESTIGACION AGROPECUARIA

Los mercados externos significan un reto para que nuestros productos puedan ser recibidos culturalmente por la población de los países desarrollados. Por ejemplo, los empaques, los tamaños, las porciones individuales, la apariencia, las combinaciones de productos, la respuesta rápida a los gustos cambiantes, la conveniencia, la higiene, la apariencia, la temperatura, la ausencia de trazas de plaguicidas y otros productos tóxicos, son todos factores que deben ser tenidos en cuenta para asegurar la exportación y una alta rentabilidad de la producción.

El conocimiento del consumidor externo es la principal dificultad que enfrenta el país para exportar alimentos. Las variedades que se desarrollen por métodos tradicionales o por genética molecular deben adaptarse a las formas del consumo. No es posible separar la investigación del mercado de la investigación sobre variedades. Esta última debe ser orientada por aquélla; la investigación debe cubrir toda la cadena que lleva de la producción primaria hasta el consumo final, es decir, que la misma selección y adaptación de variedades debe regirse por determinantes ubicados en la fase del consumo.

Para orientar la investigación agropecuaria, además de las necesidades del mercado, existen otros criterios adicionales tales como los siguientes: seguridad alimentaria, sostenibilidad de los ecosistemas, desarrollo agropecuario integral, oferta tecnológica, biodiversidad, generación de nuevos conocimientos, recursos humanos disponibles, necesidades del usuario tanto en el país como en el extranjero, volúmenes de producción actual y rentabilidad.

Algunos mecanismos que facilitan la consideración del mercado en la formulación de proyectos de investigación se enunciaron así:

- Para incorporar las señales del mercado en la orientación de la investigación existen dificultades porque éstas no son claras. Además, los análisis complementarios con que se guían a los agricultores por parte del gobierno, especialmente los que se refieren al mercado internacional, son simplistas y con frecuencia conducen a situaciones de sobreproducción. Por consiguiente, alcanzar una inteligencia de mercados implica un esfuerzo prospectivo de magnitud, el cual no sólo debe conducir a la escogencia de productos sino a orientar el desarrollo tecnológico de poscosecha.
- Los análisis del mercado nacional e internacional deben hacerse en forma separada, puesto que no parece muy viable la política de producir para un mercado y exportar excedentes a otros. Las diferencias culturales en el consumo no hacen posible esta vía. Sin embargo, las variedades de éxito en el mercado nacional pueden alcanzar los mercados externos, en algunos casos, cuando se desarrolla una tecnología de poscosecha adecuada para adaptar el producto a ese otro mercado. La investigación debe pensar en el mercado interno y en el externo, pero también es indispensable que se piense en los micromercados regionales, particularmente en las zonas apartadas cuya sostenibilidad económica y social es crucial para la paz del país. La investigación debe cumplir esta función social.
- Se debatió acerca de las mejores estructuras para hacer la prospectiva de los mercados externos, teniendo en cuenta que esta actividad es costosa y que cada productor no puede tener su propio servicio de prospectiva del mercado internacional. Por tanto, deben desarrollarse mecanismos cooperativos para ello. Se sugirió que las delegaciones diplomáticas y en especial sus agregados comerciales cumplan esta función. Otra alternativa sería aprovechar la red diplomática contratando estudios específicos y periódicos sobre mercados y que esta información se complemente con pequeños paquetes de información estadística más fácilmente obtenible en forma regular. Además, la red colombiana de investigadores en el exterior debe ser un vehículo apropiado para estas exploraciones.
- Otra de las dificultades que enfrenta el país son los subsidios a los productos agropecuarios de los países más ricos y la protección no arancelaria. Hechos que hacen más difícil la competencia de nuestros productos en el mercado internacional.
- Las ventajas de la producción no estacional pueden de otro lado aprovecharse efectivamente para guiar estrategias competitivas de nuestras empresas.
- Se señaló también la necesidad de agrupar a los productores primarios para el desarrollo tecnológico y para la transformación de los productos. Con la agrupación de los productores se lograrían muchas ventajas, tales

como compartir los costos de la investigación y de la prospectiva de los mercados, disminuir los riesgos y tener más fuerza en el mercado.

- Se deben crear sistemas de información oportuna sobre los mercados, que permitan identificar la oferta, ya que sin ello se caería fácilmente en problemas de sobreproducción o de desabastecimiento, los cuales pueden ser catastróficos.
- Los sistemas de información deben cubrir las normas de calidad de los mercados internacionales y dar elementos para la escogencia racional de las opciones más rentables. Con respecto a la normalización, en Colombia se intentó un sistema progresivo por productos en 1985 y recientemente ha vuelto a hacerse esta propuesta. Sin embargo, las normas no se aplican ni se conocen y además han proliferado varios sistemas contradictorios. La dificultad radica también en que los gustos varían de un mercado local a otro, no están definidas reglas de calidad y esto afecta las mismas preferencias del consumidor.
- En cuanto a la relación entre la investigación y las necesidades sociales, se indicó que los planes de investigación dependen del marco general de la política de desarrollo del sector agropecuario y por tanto ésta debe definirse con claridad para que una parte de la investigación realizada por los grupos nacionales se oriente a la satisfacción de las necesidades de las poblaciones más pobres. Estas necesidades deben ubicarse en un lugar prioritario como criterio del Consejo de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias y dentro de esa misma línea de discusión se propuso dedicar recursos al desarrollo tecnológico de modelos de producción altamente rentables para las zonas donde campean los cultivos ilícitos.
- También se señaló el esfuerzo que se viene haciendo para reducir la contaminación ocasionada por el proceso de beneficio del café. En efecto, el beneficio de un bulto de café por métodos tradicionales contamina la misma cantidad de agua que la que contaminan 200 colombianos en un día. A este respecto Cenicafe ha logrado reducir a porcentajes ínfimos la contaminación mediante nuevas técnicas. Este es un ejemplo de que la investigación debe abarcar en forma integrada desde la precosecha hasta el mercado y la obtención de potenciales subproductos. En consecuencia, los grupos de investigación deben organizarse para desarrollar estudios con un enfoque integral precosecha - producción - poscosecha - mercado.
- En la investigación pecuaria se señala la importancia económica de estudiar las limitantes nutricionales, sanitarias y ambientales de la reproducción y de todo el ciclo productivo.

Como conclusiones fundamentales de esta mesa de trabajo se enumeran tres (3) aspectos que deben tenerse en cuenta para orientar las actividades de ciencia y tecnologías agropecuarias:

1. Desarrollar la inteligencia de mercados.

2. Hacer énfasis en la satisfacción de las necesidades sociales.
3. Lograr la integración vertical de los programas de investigación desde la precosecha hasta el consumo interno y externo, prestando especial atención a la investigación en la fase de poscosecha, puesto que su desarrollo tecnológico se encuentra muy retrasado en Colombia.

NUEVAS TENDENCIAS DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA

En el marco de las tendencias actuales de la investigación, el primer concepto que se asume por consenso es la sostenibilidad, aspecto sobre el cual se plantearon los siguientes aportes por parte del grupo:

- Desarrollo sostenible es un concepto donde convergen principios filosóficos, éticos y políticos, tales como crecimiento económico, equidad social, preservación de los recursos naturales, aceptación de la biodiversidad biológica y cultural y el concepto de responsabilidad frente a las futuras generaciones.
- Los elementos que el grupo consideró fundamentales en el diseño de estrategias de investigación orientadas hacia sostenibilidad agropecuaria son los siguientes:
 - Conservar suelos y aguas.
 - Atender las causas y no los síntomas de la violencia y el subdesarrollo.
 - Minimizar los efectos contaminantes de los sistemas de producción.
 - Estudiar y potenciar los conocimientos indígenas y populares que aportan a la sostenibilidad (tales como la utilización de plantas y animales nativos), demostrada por la historia prehispánica en nuestro continente.
 - Reconocer las características de los ecosistemas tropicales americanos, los cuales por su fragilidad determinan desafíos y tecnologías que solamente se solucionan con investigaciones específicas en nuestro medio. Por ejemplo, regiones biogeográficas como Amazonia, Orinoquia y Andes.
 - Destacar que los aportes provienen no sólo de la comunidad científica sino de todos los estamentos de la sociedad.
 - Considerar que los intereses a corto plazo del mercado deben armonizarse con las preocupaciones de largo plazo.
 - Orientar la investigación hacia la evaluación de los sistemas actuales y los alternativos, buscando aquellos más eficientes por su contribución a la calidad de vida.
 - Buscar que las investigaciones biotecnológicas y agroecológicas contribuyan al desarrollo de los sistemas sostenibles de producción.
- Se planteó la definición de estrategias para llegar a la concreción de las nuevas tendencias de la investigación agropecuaria según los siguientes criterios y contextos:

- Las políticas de apertura económica son válidas para todos los subsectores agrarios tales como agroindustria, agricultura comercial, economía campesina, ganadería, pesca, etcétera.
 - La descentralización y la regionalización político-administrativa del país.
 - La urgencia de masificar la conciencia acerca de conceptos como la sostenibilidad y la seguridad alimentaria e integrar la producción con la transformación y la comercialización.
 - La caracterización agroecológica, priorizando estudios de caso en sistemas sostenibles de producción actuales y potenciales.
 - La utilización de las herramientas de reordenamiento territorial.
 - La disminución de la dependencia de las fuentes no renovables de energía en los procesos productivos de transformación y uso.
 - La incorporación de los elementos del desarrollo sostenible al sistema nacional de educación.
 - El estímulo a la formación de grupos de investigación interdisciplinarios.
 - La aplicación de los avances de la informática y de las comunicaciones como herramientas para la ciencia y la tecnología locales.
 - La generación de información que sirva para el proceso de planificación.
 - La realización de investigación a corto, mediano y largo plazo con la debida identificación de los actores institucionales.
 - El impulso agresivo para la identificación y conservación de los recursos genéticos.
 - La promoción de la participación de la universidad en la generación de nuevas tecnologías.
- Se abordó el tema de los indicadores, para los cuales se definieron los siguientes grupos:
- a. Indicadores biofísicos:
 - Mantener la fertilidad de suelo, la disponibilidad constante y calidad del agua.
 - Preservar, recuperar o aumentar la biodiversidad.
 - b. Indicadores socioeconómicos:
 - La satisfacción de necesidades básicas como son la nutrición, educación, salud, vivienda, los servicios públicos, etcétera.
 - La generación de ingresos monetarios y no monetarios y promover la capacidad de organización.
 - c. Indicadores de consumo de los combustibles fósiles en los distintos sistemas productivos.
 - d. Indicadores de mantenimiento local y regional de la biodiversidad.

Como conclusiones se plantearon las siguientes:

- En las últimas décadas, el modelo de desarrollo que ha regido la investigación agropecuaria en el país se ha destacado por ser altamente exclusivista en lo referente a la selección de especies comerciales y no se ha basado en los sistemas de producción. Esto debido a la utilización de los principios de la *revolución verde*, dirigida a la agricultura comercial tratando de obtener niveles máximos de producción basados en características genéticas de las especies, con una alta utilización de insumos y plaguicidas y con un alto impacto en la degradación del suelo por su uso intensivo y el surgimiento de la erosión genética.
- Se ha contado con sistemas informales de producción y una expansión de la frontera agrícola con sistemas de producción de economía campesina, generalmente de tipo minifundista, en el que el productor trata de copiar la tecnología de otro esquema, pero se ve limitado por factores de capital o trabajo. Estos sistemas se caracterizan porque sus productos tradicionales son de baja elasticidad en el precio de la demanda o de pancoger y se han desarrollado donde generalmente la oferta tecnológica ha sido limitada. Además, este modelo de desarrollo basado generalmente en la obtención de niveles máximos biológicos ha conducido a la reducción de la biodiversidad biológica, la alta dependencia de los insumos, la degradación del suelo, amén de los problemas de mercadeo, economía y sostenibilidad, lo cual ha ocasionado un estancamiento en la productividad de los cultivos tradicionales y la ampliación de la frontera agrícola se ha visto limitada por factores de violencia, inseguridad humana y animal y fenómenos económico-sociales como el narcotráfico.
- La situación en la década del 90 y siguientes implica algunos cambios estratégicos estructurales del modelo de desarrollo planteado, debido a los cambios en la economía mundial, al alejamiento del modelo de la *revolución verde*, a la necesidad de sostenibilidad, protección ambiental, a la necesidad de mantener la biodiversidad biológica y la urgencia de mejorar la calidad de vida de los habitantes; todo esto implica un cambio drástico en los modelos de investigación agropecuaria.

FORMACION DE RECURSOS HUMANOS PARA LA INVESTIGACION

En el sector agropecuario es urgente la realización de un inventario de las disponibilidades reales y potenciales, no sólo de recursos humanos sino también de equipos e instalaciones para la investigación agropecuaria que sirvan de herramientas de discusión acerca de las áreas y especialidades en las cuales se puede y debe ofrecer formación de postgrado en los diferentes niveles de profundización.

Acorde con los principios de descentralización que implican acciones de investigación a nivel central, regional y local deben definirse los perfiles de investigadores y los administradores de la investigación para la formulación

del plan estratégico de la investigación agropecuaria, el cual debe ser el resultado del proceso en el que hemos estado involucrados durante este Simposio.

Las líneas de investigación en las que se forma el recurso humano deben obedecer a problemas sentidos del ámbito regional, considerando los aspectos socioeconómicos pertinentes y vinculando al máximo el sector privado.

Se debe apoyar la formación de doctorados de acuerdo con los requerimientos del sector agropecuario nacional, lo mismo que las maestrías, en respuesta a las necesidades regionales y según la disponibilidad de recursos. Lo anterior no omitirá los mecanismos de capacitación informal ni debe ser parte del plan estratégico de capacitación y formación del recurso humano en el cual cada grupo de investigación debe estar integrado.

El Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias debe estimular la formación de investigadores líderes que desarrollen capacidad gerencial para el manejo y análisis de la información de tipo interdisciplinario y para la planificación estratégica de la investigación, lo cual permitirá consolidar los grupos de investigación.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, apoyado por el Consejo del Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, el ICA y los investigadores, fomentará la creación de una corporación destinada a la consecución y administración de recursos para la formación de investigadores.

Es conveniente promover la definición y aplicación de un programa de protección para la propiedad intelectual del investigador.

La comisión sugiere apoyar la promulgación del estatuto del investigador, el establecimiento de los estímulos y espacios adecuados para su desarrollo.

Es importante crear mecanismos que permitan el reconocimiento de la formación que por los canales informales han logrado diferentes profesionales y organizar la oferta de educación continuada.

Se considera necesario reformar el concepto de investigación en la universidad, utilizando mecanismos tales como revisión del sistema de formación docente, mayor capacitación a profesores en investigación y docencia, estímulos por calidad docente y por producción intelectual y promoción de la creatividad entre los docentes y realización de investigación con proyectos autogestionados.

ASIGNACION DE RECURSOS PARA LA FINANCIACION DE LA INVESTIGACION AGROPECUARIA

La mesa de trabajo concretó dos temas importantes de discusión con respecto a la asignación de recursos.

El primero es el relacionado con las fuentes de recursos, la revisión de sus posibilidades, las políticas que se deben tener con respecto a las mismas y qué se espera en el futuro.

En segundo lugar, y considerando que los recursos son muy limitados, se discutió acerca de qué acciones deben realizarse para asegurar su máximo rendimiento, eficacia y eficiencia de los resultados.

Con respecto a las fuentes de recursos se hizo una revisión punto por punto, empezando por los recursos estatales dentro de los cuales se tienen los recursos provenientes del gobierno central o del presupuesto nacional. A este respecto se mencionó que estudios recientes muestran cómo los recursos del presupuesto central para la investigación se han mantenido en niveles reales constantes en los últimos diez o quince años, alrededor del 0,3%-0,4% del promedio agropecuario, básicamente constituidos por el presupuesto del ICA y últimamente por las partidas de Colciencias.

La mesa de trabajo respaldó la hipótesis de que estos recursos muy probablemente continuarán en niveles muy similares en términos reales en los próximos años, pues no están dadas las condiciones para esperar aumentos significativos del presupuesto central, aunque esto sería muy deseable.

Respecto a los recursos del gobierno no central, es decir de origen regional, departamental o municipal, se consideró fundamental la iniciativa de que se aumente la asignación de recursos para la investigación a través de la cofinanciación regional. Esto debería lograrse mediante la presentación de proyectos de investigación por iniciativa regional, sea a través del funcionamiento de la regionales del ICA o con el establecimiento de las misiones regionales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología o de otros mecanismos.

Se consideró que la cofinanciación regional de proyectos de investigación parcialmente financiados también con partidas del presupuesto nacional, garantiza que los problemas y las iniciativas de la región y de los productores sean tenidos en cuenta.

En relación con los recursos del sector privado y atendiendo al objetivo de vincular la investigación más directamente con los sectores productivos, se consideró ampliamente prioritario buscar el aumento de los recursos disponibles para la investigación a través de la cofinanciación con el sector privado, industrial o gremial. Esta estrategia puede utilizarse tanto para iniciativas provenientes del sector privado como para iniciativas provenientes de otros sectores que encuentren eco o despierten interés en el sector privado, sea por sus resultados, por el interés fiscal que pueda haber en ello o por otras razones. En todo caso deben facilitarse arreglos institucionales entre el sector público y el sector privado, con miras a promover este tipo de colaboración y de cofinanciación.

También se analizó cómo recolectar mayores recursos para el sector privado y específicamente de parte de los gremios productores. Se mencionó que existen esencialmente dos tipos de productos: unos en los cuales hay gremios que han demostrado capacidad para organizarse, para enfrentar sus problemas y adelantar investigaciones, e incluso para adelantar sus propios centros de investigación, y otros que no tienen gremio, los productores no se

encuentran organizados (caso del frijol, el maíz), lo que dificultará organizar de manera equivalente la investigación; por tanto, corresponde al Estado asumir directamente esta financiación.

También es importante que el Estado promueva formas más eficientes de financiar y organizar la investigación para lo cual le corresponde fomentar la organización de los productores y, una vez organizados en gremios o asociaciones, facilitar la recolección de los recursos privados por iniciativa gremial para la financiación de la investigación necesaria para sus productos.

A este respecto la mesa identificó el grave problema de la incapacidad de obligar a los productores a contribuir voluntariamente, cuando no hay exigencias jurídicas o legales que se lo impongan; además, identificó el fenómeno de *el chuparruedas*, persona o productor que no contribuye en la investigación porque sabe que los otros la van a hacer.

Se propuso, entonces, como una forma de facilitar la recolección de recursos, la expedición de una ley marco que permita organizar contribuciones parafiscales a partir de la contribución de los gremios, los cuales, cuando alcancen un mínimo de organización, podrán solicitar al gobierno la autorización para utilizar estos recursos.

El tercer punto con respecto a los recursos del sector privado corresponde al tema de los estímulos tributarios. Se discutió sobre los nuevos estímulos tributarios que están incorporados en la reforma tributaria y se encontraron de gran importancia para fomentar la inversión privada en ciencia y tecnología, pero es urgente que se adopten las reglamentaciones necesarias para ponerlas en marcha y que se haga una intensa campaña de divulgación de estas facilidades y de estos estímulos para que comiencen a ser utilizados prontamente.

Después de haber revisado los recursos del sector público y del sector privado se analizaron los recursos de cooperación internacional. La mesa acordó que existen numerosas fuentes, tanto de origen público como privado, a las cuales Colombia accede en escala bastante menor que países de desarrollo similar.

Se consideró recomendable que se organice un aparato institucional capaz de adelantar acciones sistemáticas para identificar estos recursos y difundir en el país la formación pertinente, a fin de aprovechar estas fuentes de cooperación internacional. Para lograrlo deben integrarse los esfuerzos que hoy en día se hacen especialmente en el Departamento Nacional de Planeación, en Colciencias y en el Ictex. Además, para acceder a estos recursos debe también fortalecerse a todo nivel la capacidad generadora de proyectos para que estos sean tenidos en cuenta por las fuentes externas.

Otro tema analizado dentro de los aspectos de financiación, fue la participación de los investigadores colombianos en eventos internacionales, pues se consideró importante estar enterados, entre otras cosas, del tema de los dineros internacionales y posibles fuentes de financiación.

Finalmente, un tema relacionado también con la consecución de nuevos recursos para la investigación, es la comercialización y venta de los productos de la investigación. Se cree necesario que las actividades de investigación desarrollen también estrategias para vender sus productos. Los productos de las investigaciones, especialmente cuando éstas sean patentables o de interés comercial, deben contemplar la incorporación en sus planes el adelanto de los pasos necesarios para llegar a su comercialización. La consecución de fondos por parte de las propias entidades de investigación es una práctica difundida en otros países, pero muy desatendida entre nosotros. Por tanto, es fundamental profundizar la legislación actual en Colombia en términos de la patentabilidad de los productos de la investigación, legislación sin la cual los incentivos para que el sector privado se involucre en el negocio de la investigación son muy reducidos. La mesa también consideró la posibilidad de la venta de servicios, sobre todo de capacitación, y concluyó que esta tiene aspectos negativos: distrae tiempo, recursos humanos y materiales de la venta de los resultados de la investigación que pueden tener un mayor valor comercial.

Al analizar cómo aumentar la eficacia y la eficiencia de la investigación, se generaron cinco propuestas:

- Se considera prioritario avanzar hacia esquemas organizativos modernos de financiación de la investigación, es decir hacia la conformación de fondos de recursos ante los cuales los agentes ejecutores compitan por la financiación de sus proyectos.
- El esquema de Colciencias con fondos ante los cuales los investigadores presentan propuestas que compiten por la financiación demostrando su calidad y su pertinencia es bueno, pero debe complementarse con el lanzamiento de grandes convocatorias por parte del mismo fondo para que se investiguen aquellos temas que el Consejo del Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias considere de alta prioridad, de acuerdo con las políticas gubernamentales de corto, mediano y largo plazo.
- El esquema de una institución que goza de una financiación asegurada, con presupuestos centrales asignados a programas de larga duración que reciben los recursos sin evaluaciones periódicas de la prioridad de los programas o de los rendimientos de la investigación, se considera inconveniente y debe ser revisado.
- La competencia de los proyectos por los fondos debe complementarse necesariamente con la contabilidad de costos por proyecto en todas las instituciones ejecutoras. El seguimiento y la evaluación de los resultados de los proyectos no puede hacerse si no existe esa contabilidad. La contabilidad por proyectos supone cambios en la organización administrativa de las universidades y de los institutos de investigación. Es recomendable, entonces, realizar cambios en la organización de sus plantas de personal para

que éstas sean pequeñas y crezcan sólo con base en los proyectos que se presenten y se realicen. Estas deben ser la base también de un sistema de estímulos, según el cual los investigadores que consigan fondos para sus proyectos reciban bonificaciones provenientes de éstos.

- Es también necesario revisar cuidadosamente los sistemas de adaptación a las coyunturas de escasez presupuestaria. En la administración pública actual, suele usarse el mecanismo de recortar proporcionalmente todos los proyectos que se encuentren en curso cuando es necesario un ajuste presupuestario, con lo cual lo único que se consigue es garantizar que ninguno de los proyectos se ejecute a cabalidad. La mesa considera que los recortes presupuestarios deben inducir recortes totales cuando, previo un estudio de prioridades y cuando se agoten los recursos, se interrumpan los proyectos menos prioritarios y se mantenga la financiación completa de los proyectos de alta prioridad.

Todo sistema enfocado a mejorar la eficacia y la eficiencia de los recursos disponibles para la investigación debe estar acompañado de sistemas de evaluación *ex ante* y *ex post* de la realización de los proyectos. Para esto se considera necesario que:

- Los proyectos contengan metas evaluables en lo posible con indicadores precisos en las distintas etapas de su ejecución para facilitar la evaluación.
- Los presupuestos incluyan todas las actividades necesarias para su cabal culminación y se prevean los costos de la publicación y difusión de los resultados y otros mecanismos de transferencia de los resultados, al igual que los costos de la evaluación y el seguimiento del proyecto.
- La evaluación de los resultados de los proyectos sea organizado tanto por las entidades ejecutoras a nivel de auditoría interna como por las entidades financiadoras, utilizando para ello un porcentaje estándar de los fondos de los proyectos.

RELACIONES ENTRE LA GENERACION, LA INNOVACION Y LA TRASFERENCIA DE TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

En relación con los aspectos del diagnóstico y criterios de política, la mesa de trabajo partió del concepto de que la investigación es sólo una parte de un proceso complejo que tiene que ver con validación, difusión, transferencia y adopción de tecnologías y además se relaciona con otros elementos como los problemas de mercadeo, el contexto macroeconómico, etcétera. Por tanto, cualquier ruptura en un eslabón de la cadena puede afectar la posibilidad de éxito. La débil integración entre investigación y transferencia de tecnología ha dificultado la definición de un sistema unificado de prioridades.

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, se reconoce, es la sombrilla bajo la cual operan los diversos programas nacionales y constituye un sistema

en construcción: la producción agropecuaria, su aprovechamiento agroindustrial, sus relaciones con la industria de transformación y con la que provee maquinaria, equipos e insumos de una parte, al igual que con los diversos ministerios relacionados con las diferentes etapas del proceso, tales como: Ministerio de Agricultura, de Desarrollo, de Comercio Exterior, de Educación y de Guerra. La relación de este programa con otros programas demanda cierto grado de definición de política de tipo general que permita armonizar e integrar los diversos esfuerzos, más si se tiene en cuenta que existen niveles nacionales, regionales y locales al igual que una diversidad de actores. Es decir, se tiene un panorama complejo en el cual son actores los distintos procesos de investigación, generación de transferencia y la adopción de tecnología.

A la pregunta sobre el papel que debe desempeñar el Estado en la organización de la cadena de producción-transferencia de tecnología en el marco del nuevo orden económico mundial y del nuevo contexto institucional colombiano, el grupo concluyó:

- El papel protagónico del Estado debe estar a nivel de la concepción de la política general y la concertación de los diversos intereses existentes. El gobierno, a través de sus diversas instituciones, tiene que adecuarse al nuevo marco constitucional y no olvidar en los procesos de formulación y difusión de las políticas los criterios de equidad y sostenibilidad ambiental, social y económica de la tecnología generada y su transferencia. Igualmente, no debe desconocer los diversos actores e intereses involucrados.
- Actualmente, el Estado desempeña un papel bastante protagónico, pero las tendencias del momento son hacia una mayor presencia del sector privado. Es necesario que el Estado favorezca la participación de los diversos gremios y demás componentes de la sociedad civil y respalde un mejor desempeño de las regiones, de acuerdo con la descentralización y el protagonismo que requiere la unidad básica donde se sitúan los usuarios directos de la tecnología en los niveles municipales.

En este aspecto, se discutió que una manera de hacer más efectiva la presencia de los diversos elementos ya señalados, que influyen en los procesos de generación, transferencia y adopción de tecnología agropecuaria en el país, es definiendo regiones que sean más homogéneas en sus características geoclimáticas y socioeconómicas para desarrollar mecanismos acordes con esas condiciones. Con este criterio, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi viene realizando algunos estudios que permitirán contar con un sistema de información georreferenciado a nivel regional.

- Le compete al Estado reevaluar las potencialidades de las diversas regiones así como los procesos de asignación de recursos a este nivel, puesto que actualmente esta asignación no se ajusta a los criterios de equidad y se mantienen los círculos viciosos de la exclusión de los frutos del desarrollo, como lo evidencia la pobreza manifiesta en diversas zonas del país.

- También le compete al Estado garantizar los criterios de sostenibilidad del desarrollo, generar incentivos y crear los mecanismos necesarios para que se desarrollen las ciencias y se apliquen tecnologías innovativas.
- Sobre la inquietud planteada de a quién debe el Estado asignar los recursos presupuestarios para la transferencia de tecnología y asistencia técnica se señaló:
 - Debe ser función del Estado velar por que aquellos que no pueden costear la transferencia cuenten con recursos públicos, es decir, los pequeños productores y los sectores más vulnerables de la población.
 - Hay que buscar la eficiencia en la asignación de los recursos, incorporando criterios de equidad.

El proceso de generación de transferencia es más complejo de lo que a simple vista parece. Está bien que los municipios o las asociaciones de municipios o las unidades territoriales o regiones sean las que puedan contratar libremente las diversas alternativas posibles de tecnología que requieran, pero este es un camino que hay que preparar. De otra parte, desde el punto de vista de la oferta de la tecnología y de las entidades que la generan, se hace necesario reconocer que ésta es un patrimonio que ha costado construir y que demanda fondos y recursos para mantener actividades relacionadas con la transferencia de los productos tecnológicos que son demandados.

La puesta en práctica de las UMATA (Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria) ha planteado problemas de funcionamiento que requieren incentivar la mayor responsabilidad de las regiones y generar la capacidad de gestión necesaria para tales propósitos. Es necesario generar las condiciones que favorezcan un mayor control de la sociedad civil, hecho que tiende a manifestarse a medida que la población se acerca más a los objetivos del gobierno nacional.

Sobre el nuevo papel que les compete a los investigadores, a las instituciones, a las universidades, a los institutos de investigación, a los productores y a los otros interesados en el proceso de transferencia de tecnología, se indicó:

- En el investigador existe preocupación por que los resultados de su investigación sean difundidos apropiadamente, pero en ocasiones falla el apoyo institucional para tal fin. La situación es un poco dramática si se tiene en cuenta que existen muchas críticas por la ausencia de publicaciones que permitan difundir los resultados de la investigación. Es necesario incentivar la actualización de los profesionales del sector y procurar la disseminación de sus resultados de investigación para someterlos a la crítica de sus pares.
- Las labores de transferencia requieren un esfuerzo especializado. No es lo mismo el producto de la investigación que la recomendación concreta a un productor. Quien trasfiere debe saber de las bondades de la recomenda-

- ción técnica, del resultado esperado y de las características socioeconómicas del demandante. El que trasfiere no es el investigador individual, sino los equipos de investigación y transferencia y, por tanto, es necesario que éstos se relacionen con el proceso de generación de tecnología.
- Hay un vacío respecto al personal capacitado en comunicación para transferir resultados a nivel de productor. El conocedor de las bases técnicas no es a la vez quien domina las técnicas de diseminación del mensaje tecnológico. Por ello es necesario contar con programas de capacitación permanente en este campo.
 - La gestión de innovación tecnológica requiere especialistas, equipos integrados de trabajo y una coordinación entre los diversos actores y las diversas instituciones para mejorar los procesos de comunicación y los mecanismos que permitan acciones profundas con propósitos claros de transferencia tecnológica.
 - Someter al sector productor a la competencia, seguramente hará cambiar su concepto sobre la generación y transferencia tecnológica. Por tanto, es necesario crear mecanismos de información interna y de conexión con los medios internacionales.

COMENTARIOS DE LOS ASESORES INTERNACIONALES AL DESARROLLO DEL SIMPOSIO DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

Comentarios de Hugo Li Pun

Respecto al proceso que está siguiendo tanto Colciencias como el resto de las instituciones colombianas, para organizar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, me voy bastante impresionado con la calidad de las exposiciones y las discusiones. Observo que hay una gran confluencia de conceptos e ideas, lo cual va a afectar no solamente a los sistemas grupales, regionales y nacionales, sino que hay mucha interacción con las preocupaciones a nivel global.

Creo que están bien encaminados y que en ese sentido le llevan bastante ventaja a muchos otros países en vías de desarrollo, en particular en cuanto a aprovechar las oportunidades que ofrece la apertura de los mercados y los cambios existentes a nivel global.

Una de las cosas que me preocupa para el futuro es cómo pasar de los conceptos a la práctica. Uno tiene que ser muy pragmático, y en muchos de estos conceptos e ideas que se han venido discutiendo van a tener que hacer camino al andar, porque las metodologías a veces no están bien definidas y en otros casos van a ser experiencias nuevas. Para desarrollar estas experiencias, creo que deben hacer un ejercicio de priorización porque a pesar de todas las preocupaciones que se han manifestado, no se puede hacer todo en todos los lugares, sino que van a tener que centralizarse de acuerdo con las regiones,

según los ambientes agroecológicos y desarrollar algunos proyectos piloto que permitan esa interacción interinstitucional y puedan desarrollar esas experiencias.

Hay que evitar la duplicación de esfuerzos, usar más bien las ventajas comparativas que ofrecen las diferentes instituciones; no olvidarse tampoco de que si se organizan redes locales, regionales o nacionales, deben tener una fuerte conexión con las redes internacionales porque muchos de los desafíos planteados a través del simposio coinciden con las preocupaciones mundiales. Por ejemplo, el área de biotecnología, el desarrollo sostenible, etcétera, son motivo de muchos foros internacionales y del esfuerzo de muchas otras instituciones; se debe, por tanto, captar las ventajas comparativas.

Se trata de averiguar qué otras instituciones internacionales o nacionales están también empeñados en buscar soluciones a los problemas del desarrollo sostenible, a los problemas de la biotecnología, a la integración de los mercados, etcétera.

Hay que darles un criterio empresarial a todos estos esfuerzos, buscando la eficiencia como se ha mencionado a través del Simposio.

Con respecto a la formación de recursos humanos se ha tocado un punto muy importante: la formación de los gerentes de la investigación. Esto es un punto clave en los momentos actuales cuando tenemos que entrar a competir y por ese mismo motivo hay que ser muy cuidadosos en la asignación de recursos, en la priorización y en los resultados que se obtienen de la asignación de aquéllos. La gerencia de investigación tiene que tomar en cuenta la alta tasa de remplazo de personas que se encuentra en nuestras instituciones de investigación, por ejemplo.

Se debe promover más el trabajo de equipo sin depender solamente de una cabeza. Los esquemas centralizados deberían tender a desaparecer, ya que hay que trabajar más en esfuerzos descentralizados.

Formar equipos de trabajo no es algo sencillo y van a tener que aprender a hacerlo. En ese sentido hay que tener objetivos claros, compartir responsabilidades, beneficios, ser flexibles y desarrollar el entendimiento mutuo. No es difícil trabajar entre personas que hemos sido formadas en diferentes disciplinas o que nos dedicamos a diferentes actividades.

En investigación agropecuaria se está perdiendo credibilidad porque existe un cierto proceso de fatiga de los demandantes y se están enfrentando muchos problemas con un sentido de urgencia. En efecto, se nos exigen muchas respuestas a muy corto plazo. Dentro de estas tendencias, las agencias cooperativas internacionales están buscando más eficiencia y más eficacia en el uso de los recursos y, por tanto, se está tratando de trabajar más en grupos de excelencia. Para ello, las organizaciones no gubernamentales muchas veces ofrecen ese tipo de facilidades, así como también los centros internacionales. Esto conduce a la competencia por los recursos, la cual va a ser bastante dura.

Se exige también agilidad administrativa, la cual es muy problemática en las instituciones estatales. Creo que en el futuro hay que mirar la agricultura no solamente como una actividad a la cual hemos estado acostumbrados ejercer, sino como la actividad dirigida al uso de los recursos naturales, en la cual se busca eficiencia, equidad, competitividad y preservación de los mismos.

Uno de los mayores desafíos que nos espera a muy corto plazo es demostrar el impacto de la investigación agropecuaria mediante el uso de mecanismos muy dinámicos. En este simposio se han mencionado algunos y creo que son buenas iniciativas. Estos mecanismos tienen que ser además creativos e innovadores. La época en que se hacían llegar grandes informes ya pasó y se tiene que llegar con otro tipo de alternativas.

En esta reunión se proyectó un excelente audiovisual de Cenicafé. Quisiera felicitarlos porque es una forma rápida y ágil de llegar a las personas que toman decisiones y creo que se tiene que llegar a esas personas, llámense gobierno, empresa privada, asociaciones de productores o agencias de cooperación internacional.

Comentarios de Barry Nestel

Con la cantidad de información rápida e interesante presentada, mis impresiones también son rápidas y muy subjetivas.

No se deben esperar soluciones grandes de una reunión de este tipo. La reunión ha tenido mucho éxito debido a lo grande, variado y diverso de los temas que hemos discutido.

Los resultados son muy positivos en torno al análisis de los problemas, pero la discusión fue menor en términos operacionales. Se requerirían más mesas de trabajo en grupos pequeños para adelantar y concretar estos temas.

En seguida voy a mencionar unos puntos que me parece que valen la pena. Quiero comenzar con unas preguntas fundamentales:

- ¿Cómo se pueden priorizar las investigaciones agrícolas con tantas oportunidades mencionadas aquí? ¿Quién va a hacer la priorización y cómo?
- ¿Cómo se pueden aplicar los recursos de una manera uniforme y de acuerdo con las prioridades identificadas? ¿Cómo establecer el sistema, según unidades, o se puede exaltar una disciplina de un sistema? ¿Cómo diferenciar un nuevo tipo de control para la dirección de la investigación nacional? ¿Quién va a controlar este sistema y cómo?

La segunda alternativa es menos democrática, pero posiblemente uno de los problemas corrientes es que hay demasiadas unidades independientes desarrollando sus propias prioridades y el resultado no es necesariamente una asignación de los recursos nacionales en una forma óptima.

En la mesa uno se habló de la influencia de los mercados nacionales e internacionales y creo que en ese sentido vale la pena explorar más el

concepto de biodiversidad, para determinar si hay nuevos productos que se pueden poner en el mercado, especialmente en el farmacéutico.

Es muy importante considerar este punto, al establecer prioridades porque si se contemplan solamente los productos que existen ahora, pueden perderse oportunidades.

Quiero enfatizar la importancia del análisis del mercado usando la tecnología y la información que existe ahora. Es necesaria una investigación por parte de un grupo de economistas, para evitar grandes equivocaciones en este campo.

En el tema del mercado he oído muy poco, durante los dos días acerca del control de calidad y la permanencia en el abastecimiento del mercado. Los mercados de América del Norte y Europa son de muy alta calidad, la cual es muy importante para mantener la presencia en el mercado; muchas veces la calidad necesita investigación. Colombia posee un importante ejemplo de cómo mantenerse en el mercado internacional: el desarrollo de la industria bananera.

Pasando a las nuevas tendencias de la investigación, quiero hacer comentarios en el punto de indicadores. Creo que aquí hay una oportunidad que está perdiéndose, porque existe un grupo muy fuerte en el ICA en el sector de la planeación; sería bueno que un grupo como éste desarrollara indicadores para el sector.

Con respecto a cómo las universidades y el país pueden capitalizar mejor los recursos que existen, especialmente los recursos humanos, se presenta un problema muy importante en las universidades. Muchas veces, éstas son muy conservadoras en su actitud, en su cultura y no están acostumbradas a trabajar en el campo. No obstante, hay un recurso muy esencial y que debe movilizarse de mejor forma.

También se ha hablado mucho de investigación básica. El sector público tiene una gran responsabilidad aquí. Pero lo que me parece necesario es definir en forma cuantitativa qué parte de los presupuestos van a utilizarse para el sector de la investigación básica. Se puede hablar mucho, pero esto nada significa si no se tiene una meta, por ejemplo que se va a poner el 10%, 20% ó 25% de los fondos. Me parece que el país necesita una política en este punto.

El informe de recursos humanos fue muy interesante y creo que hay que efectuar un inventario y un plan nacional para el desarrollo de estos recursos. En este aspecto Colciencias presenta una oportunidad que puede aprovecharse muy rápidamente: es necesario desarrollar la primera etapa de un plan de capacitación integrado al Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias.

También se habló de la importancia de la gerencia de la investigación, a lo cual quiero adicionar un punto muy serio: ya que la movilidad de las personas de alto nivel en Colombia es vertiginosa, sería necesario entrenar tres veces el número de gerentes (esta es la norma en otros países).

Otro punto posiblemente un poco controvertido: tengo la impresión de que el adiestramiento a nivel de PhD para analizar cosas de rutina es demasiado costoso. El adiestramiento para un PhD especialmente en los Estados Unidos requiere hasta cien mil dólares, lo cual es muy caro; y la utilización de los PhD es muy baja. Tengo la impresión de que en Colombia hay muchos de ellos.

Para hablar del papel de los recursos financieros, quiero hacer énfasis en un aspecto que no ha sido mencionado: el sector privado existe para hacer ganancias y éste no va a aportar investigación si ésta no es económicamente rentable. No se trata solamente de cambiar presupuesto público por particular, sino que hay que convencer a los gremios y a los particulares de que los resultados de la investigación son rentables. En este sentido, creo que las instituciones de investigación hay que reestructurarlas para que hagan un mayor esfuerzo de mercadeo de sus productos de la investigación. Un buen ejemplo de esta forma de actuar es la que se vio en la presentación de Cenicafé.

Se habla de dineros internacionales, pero desde el punto de vista de ciencia y tecnología la pregunta es: ¿cuántos años más será Colombia un país en vías de desarrollo? Los sistemas de investigación aquí son muy maduros, ¿entonces cuántos años va a mantener dinero externo por asistencia o por contratos para desarrollar investigación?

Hay más o menos 120 países en vías de desarrollo y creo que dentro de diez años ustedes van a cambiar la cultura, pasando de un dinero internacional a un dinero de contrato más que a un dinero de asistencia, porque ustedes tienen recursos muy avanzados en este país.

Comentarios de Juan Manuel de Castells

Creo que este Simposio ha nivelado muy bien lo que son las fortalezas y las debilidades de nuestro Sistema de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias. Claro que cuando uno se despide se pregunta cuál es el trabajo productivo que hemos hecho, quién nos ha oído y cómo hemos progresado.

Pero yo creo que vale la pena reflexionar un momento y hacer algo de crítica, porque sobre las fortalezas estamos de acuerdo, pero las debilidades si las ocultamos nunca las vamos a superar. Sobre las fortalezas mis colegas ya se han referido ampliamente y es muy agradable ver cómo el grupo de científicos y tecnólogos aquí presentes manejan con gran fluidez conceptos avanzados, modernos, tienen una gran capacidad de lucubración, teorización y abstracción. Sin embargo, para hablar de las debilidades obviamente hace falta poner algo de pragmatismo que conduzca a desarrollar la capacidad para resolver los problemas del aquí y del ahora, es decir, a lo que se refería la gobernadora del departamento cuando nos dio su acogida o a lo que se refería Enrique Luque Carulla y a lo que se refiere seguramente la gente que está esperando resultados de este Simposio. Fíjense ustedes que ser

consultor internacional en 1992 puede ser una labor agradable, pero ser agricultor en Colombia en 1992 se está volviendo algo realmente imposible.

Hace apenas un año largo el gobierno les decía a los agricultores que se olvidaran de los granos y de los cereales, del maíz, del trigo, de la soya, del sorgo, porque en todo eso no somos competitivos y con la apertura no los vamos a seguir protegiendo. Dedíquense a lo que el país tiene como ventajas naturales, dedíquense a exportar frutas, sin pensar que la tecnología y el apoyo para exportar frutas no la tenemos. Sobre esa base se quebró la gente que se puso a tratar de exportar alcachofas, pitahaya o maracuyá. Hoy día se le está diciendo a la gente del café, que está en una situación de completa asfixia, que en seis meses se acaba la plata del Fondo Nacional del Café y el precio interno va a bajar en un 25% ó 30% y con esa baja la mayor parte de los cultivos no son rentables. Los grandes productores podrán aguantar hasta la próxima coyuntura, pero los pequeños tienen que saber qué sembrar, en qué poner su plata y no hay quien les dé las respuestas.

Decía don Enrique Luque Carulla que el Sistema de Ciencia y Tecnología tiene una responsabilidad: integrar todo el sistema. Para el caso agropecuario debería tratarse de integrar la producción con el procesamiento y el consumo. ~~Y esta labor creo, debemos estar de acuerdo, no la estamos cumpliendo, no le estamos dando una orientación al hoy, al ahora, a los problemas del presente y, sin embargo, estamos muy preocupados por el futuro. Esto es muy difícil de visualizar. Creo que en el actual contexto de apertura, la investigación agropecuaria tiene que adoptar un nuevo enfoque, un enfoque mucho más pragmático, mucho más orientado hacia la eficacia del sector productivo y hacia la exploración de las ventajas naturales y competitivas que tiene el país.~~

Creo, como dije, que la ciencia y la tecnología tienen la responsabilidad clara de integrar, orientar e integrar la cadena agroalimentaria desde la producción agrícola hasta la comercialización, el procesamiento y el consumo. Considero que para cumplir esto la investigación debe adoptar enfoques de sistema, de cadena agroindustrial y orientarse más hacia las necesidades del mercado final nacional e internacional.

Es imprescindible que el ICA y las entidades de investigación agropecuaria empiecen a preocuparse un poco por investigar y difundir procesos intermedios que faciliten la llegada del producto fresco al industrial. Les daba anteriormente el ejemplo de cómo nuestro sector de frutas y hortalizas no es competitivo frente a México y eso no es una lucubración teórica; eso quiere decir que en seis meses a lo mejor ya nadie va a estar comprando una cantidad de frutas y hortalizas porque las van a traer de afuera. A este respecto, contaba el doctor Mesa que lo mismo estaba pasando en el sector de oleaginosas: cuando llegó la crisis de la producción de aceite crudo de palma, en lugar de pasar a una mayor oferta de materias primas intermedias, los cultivadores se lanzaron a fabricar productos terminados y agravaron el problema. Las

cadena hoy día desde el agro hasta la industria se han vuelto más complejas, el agricultor ha tenido que ir un poquito más allá acercándose con semiprocesos hacia el industrial. Si no hacemos eso no vamos a ser competitivos, no vamos a tener éxito en el nuevo contexto de apertura y eso no lo estamos haciendo. Repito, es urgente que este tipo de labores empiecen a realizarlas tanto el ICA como las entidades de investigación.

La investigación debe claramente diferenciar sus objetivos según el destino del producto. Hasta ahora hemos hecho investigación orientada a la producción, hemos cultivado variedades agrícolas y hemos intentado aumentar su rendimiento y su resistencia a plagas y enfermedades. Eso era suficiente en los siglos XVIII y XIX, pero no es suficiente hoy día, porque hay que trabajar en términos de precisar su destino final. Si uno está trabajando una variedad para consumo en supermercados en estado fresco, es importante que la variedad sea rica en la cantidad de jugos; pero si la está trabajando para que sea procesada por la industria, es lo contrario, lo importante es la cantidad de sólidos. Y si la está trabajando para el mercado de exportación, lo importante es el mínimo desprendimiento de etileno. Entonces, son variables completamente distintas y no se puede trabajar solamente en función de rendimientos, resistencia a plagas y enfermedades. Esto ya no es suficiente, porque el nuevo mundo en que vivimos exige tipos de investigación según las orientaciones de cada variedad.

Otro aspecto importante que debe atender un plan de ciencia y tecnologías agropecuarias son los antecedentes y la difusión de los proyectos. Nuestros investigadores, y sobre todo los de las universidades, están contemplando los antecedentes como el estado actual de la ciencia del proyecto que están presentando y están entendiendo la difusión como los congresos científicos.

Los antecedentes y la difusión son mucho más que eso. Los antecedentes en buena parte deben referirse a los segmentos productivos con los cuales se ha conversado para definir sus necesidades y orientar el proyecto para resolverlas. La difusión no es que otros colegas científicos en congresos en el exterior vayan a presentar los resultados sino cómo voy a hacerlos llegar al sector productivo. Esos dos tipos de cosas no los he visto en 22 años en ningún proyecto de los que ha presentado la universidad y es hora de que empecemos a ser pragmáticos y a convencer a la comunidad, porque en este momento hay un divorcio entre el sector productivo y el sector científico investigador y entre el sector estatal, la universidad y el sector productivo.

Como última reflexión los invito a ser un poco más cuidadosos con ciertos conceptos. Los latinoamericanos tenemos una gran capacidad para entusiasmarnos con las cosas, para vibrar con ellas; hemos tomado con un entusiasmo a veces un poco ingenuo algunos conceptos que pueden ser positivos o negativos o pueden ser la llave hacia el futuro o hacia el nuevo nombre de la dependencia. Me refiero concretamente a tres conceptos: biotecnología, sostenibilidad y biodiversidad.

Comentarios de Paul Dehousse

Como representante de una asociación donde conviven agricultores, agrónomos, veterinarios, amas de casa, sociólogos, antropólogos, etcétera, me encantó conocer el interés bastante nuevo por la sostenibilidad, la necesidad de proteger los recursos naturales y todos los conceptos que obviamente comparto. Quisiera, sin embargo, insistir en ciertos aspectos que están un poco superficiales.

El concepto de integridad o de integrar factores supone más profundidad. Se han repetido los términos rentabilidad y productividad, los cuales son conceptos eminentemente superficiales, porque, ¿qué es la productividad? Desde hace tiempo y ya en la aplicación de las leyes del mercado que tanto tratamos de rescatar, el cual exige que la fruta tiene que ser muy bonita, debe tener un óptimo peso, sin contar la calidad del producto interno, analizar exactamente su valor alimentario. Ahí perdemos de vista el objetivo fundamental del agricultor, que debería ser satisfacer o mejorar el bienestar humano en general. Recordemos que el papel importante del agricultor y en general de todos los que tienen que ver con el agro es quitarles a los médicos el 80% de sus pacientes. Sencillamente la base de la salud en el mundo es una buena alimentación.

Estamos hablando de tecnología, biotecnología y la realidad es ir al supermercado, analizar que existe una gran diversidad de productos (20 000 por supermercado). Si uno analiza su contenido, son exactamente diez alimentos básicos que representan el 75% del alimento mundial; esa es otra base de la reducción genética.

No hay que dejarnos enmarcar por la ley de mercado. Este concepto es la ley de la cerca, es el dominio de un poder internacional que controla, que no es representativo de la población; el mercado libre es un concepto falso y manipulado.

Realmente, hablar de mercado es ambiguo porque es el problema de las diez grandes multinacionales del agro que controlan todo el comercio internacional. Creo que debemos insistir en que podrá existir un buen control de mercado en cuanto a la orientación de la investigación y la producción, siempre y cuando se esté pendiente de la educación y de la información al público. Se observa, por ejemplo, que ésta es una práctica más generalizada en otros países occidentales, mientras que aquí hay un vacío, un abismo. De todas formas, no se critica la importancia del mercado, porque aquí estamos todavía a años luz de esa realidad y más específicamente de la información y la educación del público en cuanto a la real disponibilidad de productos.

El objetivo que hemos subrayado es incluso estratégico, y se refiere a la seguridad alimentaria de cada país, la cual fundamenta el proteccionismo actual de los Estados Unidos y los países occidentales.

Algo que me preocupó mucho es el concepto de *patente*. Hay que saber lo que es una patente, ya que es un concepto nacido en el siglo pasado y que se concretó a principios de éste para procesos industriales. Hay otras formas de protección y en términos de biotecnología se mezcló un poco con los conceptos de nuevas tendencias, pero no lo podemos presentar como una alternativa, hay que saber que más del 86% de las patentes en el mundo en biotecnología están controladas por multinacionales.

COMENTARIOS ORIENTADOS A ENRIQUECER LAS DISCUSIONES DEL SIMPOSIO

Comentarios de Alberto Orrego

De acuerdo con lo expresado por el doctor Nestel, la universidad debe recibir el apoyo requerido para generar tecnología. Creo, según mi experiencia profesional como investigador y docente, que el profesor universitario debe investigar, generar tecnología y no ser simplemente un repetidor de tecnología existente, muchas veces obsoleta. De otra parte, el *verdadero profesor*, que es a la vez conductor de futuros profesionales, y que debe ser una persona paradigmática, debe influir sobre los futuros profesionales e identificar tendencias hacia la investigación, para que en el futuro el país pueda contar con un cuerpo investigador importante y con la debida capacitación y creatividad. Para lograr este propósito, se debe capacitar al docente, se debe remunerar mejor y se debe estimular, para que éste se sienta atraído por su oficio y para que ser profesor universitario no sea un escampadero, como hasta hoy lo ha sido para muchos.

En cuanto al personal médico veterinario, es preciso reconsiderar la capacitación que está recibiendo, la cual no corresponde a las necesidades actuales y futuras del país. Es necesario modificar el plan de estudios, darle otro enfoque a la carrera, especialmente hacia un carácter empresarial. No es permisible que ya en el año 2000, cuando estamos frente a la apertura económica y cuando tenemos que ser más eficientes y más competitivos, se le esté enseñando a los estudiantes a trabajar con animales enfermos, cuando se les debe enseñar a trabajar con animales sanos y a mantenerlos sanos, o sea en condiciones óptimas de producción. Es necesario introducir los conceptos de conservación de biodiversidad, de la explotación pecuaria de sostenimiento, de la medicina veterinaria preventiva como concepto de salud y economía y de la epidemiología veterinaria (diferente de la salud pública, que es la epidemiología del rebaño humano), que es el estudio de la historia natural de la enfermedad en *poblaciones animales*.

Finalmente, se debe proveer oportunidades de estudio de postgrado, en condiciones atractivas, dentro y fuera del país, para los profesores nuevos profesionales que lo merezcan de acuerdo con su aptitud, sus logros y realizaciones.

Comentarios de Hemerson Moncada

La ética de la investigación es un tema que aparentemente no analizaron las mesas de trabajo y debería ser mencionado en forma explícita en el documento del plan.

El tratamiento para los inventores dentro del sector es otro tema que debería recibir mayor atención de la que aparentemente se le dispensó durante el Simposio.

Finalmente, de los conceptos vertidos en la mesa de trabajo sobre formación de recursos humanos para la investigación agropecuaria, quedó la impresión de que los participantes no tenían adecuada información acerca del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Si esto fuera una impresión generalizada, sería urgente hacer una campaña de promoción en todo el país para invitar a todos los sectores interesados a participar en el desarrollo del mismo.

Comentarios de Martín Prager

En el planteamiento de la nueva agenda tecnológica para los próximos diez (10) años, preocupa el haber visto pocas menciones al desarrollo tecnológico dirigido a la solución de los problemas de aquellos sectores más pobres de las áreas rurales:

En nuestro país hay dos problemas, muy relacionados entre ellos, que se han venido incrementando durante los últimos años: pobreza rural y violencia rural.

Infortunadamente, una limitación muy grave que han tenido los enfoques de nuestros programas en ciencia y tecnología es que no han sido capaces de integrar, adecuadamente, ciencia, tecnología y sociedad; se producen avances significativos de la tecnología sin que estos contribuyan a aliviar los problemas de pobreza rural. Nosotros podemos tener en Colombia durante los próximos años un avance importante en ciencia y tecnología y en el número de científicos (másteres y doctores), pero para que se justifique adecuadamente este avance, los resultados del enfoque científico y de las tecnologías deben priorizar su contribución a la solución de los problemas de pobreza. De nada sirve un crecimiento en estos campos si los campesinos y pobladores rurales tienen que acostarse con hambre. El enfoque de mercado para el desarrollo tecnológico si bien es importante, no contribuye por sí solo a establecer un mundo mejor que ofrezca iguales posibilidades a aquellos productores con menos poder económico y social. Los recursos del Estado en ciencia y tecnología deben también orientarse, en buena medida, a establecer de manera sostenida un mundo más igualitario y justo.

Comentarios de César Augusto Lobo Arias

Entre los criterios por considerar para la elaboración del Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias debe dársele énfasis muy especial a los dos

siguientes aspectos: desarrollo sostenible e investigación en sistemas de producción.

Respecto al primer punto, la atención no solamente debe centrarse en los rendimientos máximos tal como ha sido preconizado por la línea tradicional de la escuela cepalina, la cual auspicia la utilización indiscriminada de paquetes tecnológicos y de insumos que aparte de drenar las economías de los productores causan deterioro de los recursos naturales. En este sentido, debe propugnarse por la formulación de una nueva mentalidad de los investigadores que aparte de la consideración de variables biológicas, dé cabida a variables sociales, económicas y ambientales; que permita tomar en consideración los requerimientos de los consumidores en aspectos tales como autoconsumo, flujos de caja positivos, disminución de riesgos, preservación del ambiente y seguridad alimentaria.

Complementario a lo anterior, resulta el manejo y conservación del ambiente con criterios de sostenibilidad mediante la incorporación de alternativas a los sistemas tradicionales causantes de degradación tales como: manejo biológico de plagas, enfermedades y malezas, reciclaje de nutrientes, generación de biomasa a partir de energía solar, producción sostenible con base en recursos locales, etcétera; la utilización y conservación de recursos genéticos apropiados a las condiciones locales del ecosistema, con énfasis en la restauración y conservación de las especies nativas y en el manejo y estudio del comportamiento de especies introducidas.

Por otra parte, la investigación en sistemas de producción requiere fundamentalmente un cambio en la cultura institucional cimentada en los siguientes elementos:

- a. Participación del productor, de tal manera que de simple espectador pase a ser un participante activo, lo cual facilita el proceso de adopción tecnológica, permitiendo integrar principios empíricos de los productores con los conocimientos académicos del investigador y aun recuperar conocimientos y experiencias autóctonos en poder de los productores.
- b. Integración intrainstitucional, en lo relacionado con la operatividad de los equipos interdisciplinarios básicos en el desarrollo del modelo de investigación en sus niveles nacional, regional y local.
- c. Interinstitucionalidad, de tal forma que otros actores, diferentes de los participantes del sector público (universidades, empresa privada, organismos no gubernamentales) asuman, de acuerdo con sus funciones y potencialidades, el papel protagónico correspondiente a través de mecanismos de concertación y contratación.
- d. Atención al componente social con énfasis en aspectos tales como la evaluación del impacto social de nuevas alternativas y el análisis de aplicabilidad de tecnologías que permitan utilizar recursos ampliamente disponibles en el trópico y sus limitaciones y potencialidades en relación con

- los varios tipos de interacciones entre el sistema y los recursos integrados en su desarrollo (físicos, biológicos, económicos y sociales).
- e. Capacitación, fundamental en el proceso de generación y transferencia de tecnología, acompañada de un replanteamiento en el esquema de formación de recursos humanos a través de aspectos tales como el análisis cuantitativo y cualitativo de la masa crítica comprometida en esas actividades, la definición de los perfiles de los investigadores y administradores de la investigación en sus niveles nacional, regional y local, consideración a la capacidad formal y no formal, integración de los diferentes actores del proceso formativo y estímulos salariales y no salariales.

Comentarios de Paolo de Martiis

El trabajo de Enrique Murgueitio y las líneas de investigación recomendadas son muy interesantes por su enfoque de sistemas sostenibles de producción agropecuaria, que es indudablemente el que debería adoptarse en Colombia (y en todo el mundo) para "mejorar la calidad de vida humana, sin rebajar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan". Este documento presenta también un nutrido inventario de líneas de investigación que, sin embargo, tiene a mi juicio un cierto sesgo debido a la sostenibilidad.

En cuanto al documento de Rafael Posada, es interesante su tratamiento de temas como las alternativas, las estrategias, las limitantes, el impacto y el papel de los sectores público y privado en la necesaria reasignación de recursos para la investigación y transferencia de tecnología agropecuarias, debido al nuevo modelo de desarrollo económico del país y a los nuevos mecanismos políticos.

Los aspectos más interesantes que trata Pedro León Gómez son la integración entre investigación y transferencia de tecnología, el Sistema Nacional de Investigación con sus principales integrantes y funciones y las características de los diferentes tipos de programas de investigación (nacionales, regionales, locales, nuevos desarrollos, tecnología de punta y economía campesina).

Muy general, en cambio, es el documento de Carlos Gustavo Cano, del cual hay que rescatar el énfasis que pone en la participación de los productores en la selección, planeación, seguimiento y transferencia de las investigaciones.

El trabajo de Juan Manuel de Castells presenta una excelente revisión de las tendencias mundiales en tecnología de procesos e innovación de productos, de la situación de nuestra industria frente a ellas y de la capacidad de la infraestructura investigativa existente en el país. Apunta y analiza algunos criterios fundamentales para la investigación en agroindustria, pero presenta unas sugerencias bastante pobres en lo que se refiere a líneas de investigación.

A mi juicio, las contribuciones más importantes del trabajo de Gabriel Cadena Gómez son precisar y analizar los objetivos fundamentales de la

investigación agropecuaria, la propuesta de revisión de responsabilidades y actividades entre los diversos componentes del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, el *enfoque de mercado* y el énfasis en la formación del recurso humano.

En relación con puntos generales de la investigación agropecuaria, a manera de síntesis, según se desprende de los documentos preparados por los expertos, los principales aspectos de la política de investigación agropecuaria deberían ser los siguientes:

- Conformación de un Sistema Nacional de Investigación Agropecuaria.
- División de responsabilidades de investigación entre el sector público, el sector universitario y el sector privado. El sector público debería concentrarse más en la investigación básica y en la aplicada, dirigida especialmente a la agricultura campesina; y el sector privado, a la investigación aplicada.
- La clasificación entre productos exportables y de consumo doméstico, los primeros con énfasis en las características de la demanda del consumidor final.
- El apoyo estatal a la economía campesina, para que satisfaga especialmente el consumo doméstico alimentario.
- El énfasis que debe dársele a la investigación básica, sin descuidar la aplicada y la transferencia de tecnología.
- Los criterios y objetivos fundamentales de las investigaciones: seguridad alimentaria, sostenibilidad y rentabilidad.
- La participación activa del sector privado en la selección, planeación, seguimiento y transferencia de las investigaciones.
- La necesidad de investigaciones en aspectos de poscosecha y procesamiento, reconociendo que muchas necesidades en este campo podrían llenarse mediante una negociación cuidadosa de tecnologías desarrolladas en otros países.
- El enfoque de mercado que deben tener todas las investigaciones.
- La necesidad de formación del recurso humano de investigadores.
- Respecto a las investigaciones en biotecnología, es interesante sugerir que el sector público desarrolle variedades de frutales para exportación de alta calidad, productividad y resistencia agronómica. En cambio, la investigación para productos de la agricultura comercial debería dejarse al sector privado. Otros temas interesantes de investigación en biotecnología son los recomendados por el doctor Murgueitio.

Comentarios de Luis Evaristo Ayuso Martínez

Hablar de investigación en la universidad es una redundancia; este ejercicio corresponde a la esencia misma de la universidad y solamente se podría hablar de la evolución de la misma a través del tiempo, para evaluar sus re-

sultados, buscar nuevas fuentes de conocimiento y perfeccionar su método; actividad ésta que en la agroindustria se hace necesario impulsar para dar al país la estabilidad social. Ejemplos como los de México y Chile mostraron estar en la base del progreso industrial. No parece existir posibilidades de éxito en progreso industrial si no está consolidado el desarrollo agroindustrial.

Pareciera como si la tendencia de todo el sector agropecuario estuviera orientada a buscar una mayor productividad del mismo, olvidándose de perfeccionar, de racionalizar el manejo poscosecha de los productos que como en el caso de los perecederos presentan unas pérdidas reportadas oficialmente del 30%.

Lo anterior está unido a los tradicionales problemas de transporte, empaque, conservación, distribución y mercadeo de productos; problemas éstos que, de no solucionarse, seguirán afectando la agroindustria, a pesar de que llegáramos a aumentar y mejorar la producción mediante los métodos modernos que se nos ofrecen y que redundan en un factor de inseguridad para el productor agropecuario.

Los proyectos para la creación del centro de investigación, como el elaborado por la ANDI, vienen a solucionar el vacío dejado por el Instituto de Investigaciones Tecnológicas y representan una solución para la innovación y el desarrollo agroindustrial. Como miembro de la comunidad universitaria, es muy agradable ver que esta situación infortunada tenga ya una rápida respuesta; además, confío en que esas instituciones de investigación se hayan previsto para la participación de los investigadores universitarios, sabiendo además que la participación del estudiante con sus proyectos de grado en estas actividades, le permite al mismo hacer un aporte social a la comunidad.

Pero no solamente debe ser objetivo del estudiante; es preocupante la brecha universidad-industria, es decir, la función social del conocimiento. Debemos buscar la forma de aproximar la universidad a la industria y pienso que la iniciativa debe tomarla aquélla. Las instituciones que orientan y fomentan la investigación deben propiciar las oportunidades para esta integración, como las que brinda la presente coyuntura.

Las nuevas técnicas desarrolladas en países avanzados en agroindustria nos obligan a buscar la formación de nuestros profesores e investigadores en áreas cada vez más específicas, con el objetivo de diseñar no sólo las tecnologías apropiadas sino la maquinaria y los equipos necesarios para las mismas.

Comentarios de Andrés Laignelet

Desde sus inicios, las diferentes prácticas agrícolas comerciales han mostrado su agresividad con la naturaleza. Los objetivos agrícolas en general se han enfocado hacia la obtención de máxima rentabilidad, hacia la obtención de estabilidad productiva y hacia la prevención de la degradación a largo plazo de la capacidad productiva del sistema agrícola. Infortunadamente, los

desarrollos agrícolas han removido los ecosistemas anteriores de cultivo, los ecosistemas naturales, hasta el punto de convertirse totalmente diferentes en estructura y función.

El mantenimiento de un orden impuesto en simplificados agroecosistemas en contra de la tendencia natural hacia la entropía, diversidad y estabilidad de los ecosistemas demanda una alta cantidad de energía y recursos. La progresiva pérdida de fertilidad y la alteración de la estructura del suelo deben ser compensadas por altas introducciones de fertilizantes y condicionadores. De forma similar, la ausencia de mecanismos autorreguladores en el control de patógenos en los sistemas agrícolas implica una alta utilización de compuestos químicos.

Las prácticas agrícolas mundiales han llevado a la identificación de dos grupos de *enfermedades ecológicas*. El primer grupo lo constituyen las enfermedades del ecotipo, las cuales incluyen la erosión de suelos, la pérdida de fertilidad, salinización y alcalinización de suelos, etcétera. El segundo grupo lo constituyen las enfermedades biológicas, las cuales incluyen la pérdida de recursos genéticos en especies agrícolas silvestres y animales, la eliminación de enemigos naturales, la resistencia a plaguicidas, la contaminación química y la destrucción de mecanismos de control naturales.

Con el fin de recuperar la *salud ecológica* en sistemas agrícolas, se debe: limitar la sobreutilización de energía y recursos; utilizar métodos que recuperen la estabilidad de la comunidad biológica; reciclar un máximo de materia orgánica y nutrientes; y, finalmente, asegurar un eficiente flujo de energía. Estos puntos podrían resumirse en el objetivo general de desarrollar agroecosistemas sostenibles.

La respuesta a la pregunta ¿cómo desarrollar agroecosistemas sostenibles? no es fácil. Sin embargo, parte de la respuesta se puede encontrar al analizar las nuevas tendencias en la investigación agropecuaria, las cuales, directa o indirectamente, están cada vez más orientadas hacia la solución de este problema crucial.

En la última década, los investigadores en el área agrícola han tomado conciencia sobre la importancia de no sólo aumentar la productividad, sino también lograrlo con la más efectiva utilización de energía y recursos no renovables.

Las aproximaciones más integrales están dirigidas hacia las siguientes áreas de investigación:

- a. Incremento de la eficiencia fotosintética a través de mejoras en la arquitectura de plantas, utilización de especies C4 ó variedades con un alto índice de área foliar, adopción de métodos eficientes de siembra y estimulación hormonal de la fotosíntesis neta.
- b. Mejora en el manejo de suelos mediante desarrollo de sistemas de mínima preparación, incremento de la fijación biológica de nitrógeno y utilización de micorrizas.

- c. Manejos más eficientes de agua mediante riego por goteo, utilización de aislantes biológicos en las capas superficiales del suelo y la utilización de barreras rompevientos.
- d. Manejo de plagas y patógenos desde una perspectiva ecológicamente compatible.

El desarrollo de estas tecnologías abre un amplio grupo de opciones de manejo, las cuales pueden afectar simultáneamente varios componentes del sistema agrícola. Como ejemplo se tienen los cultivos múltiples o los cultivos agroforestales, donde se logran varios objetivos de manejo sostenible. Las adaptaciones agrícolas a través de estas líneas suministra un nuevo contexto para el manejo de agroecosistemas, donde la estabilidad del sistema depende de la manipulación de factores ecológicos para promover interacciones biológicas.

La pérdida de diversidad a través de la expansión de los monocultivos ha llevado a problemas asociados con la erosión de suelos, escasez de nutrientes, uso ineficiente de agua y energía, reducción de poblaciones naturales y el incremento de enfermedades y plagas.

Dos tendencias de investigación se han generado a partir del problema de baja diversidad en ecosistemas agrícolas: La primera está relacionada con el desarrollo de sistemas de manejo en el que se incrementa la diversidad biológica; ejemplos de estas tendencias son el desarrollo de sistemas agroforestales, rotación de cultivos y el cultivo simultáneo de diferentes especies vegetales. El desarrollo de estos manejos ha mostrado diversas bondades, entre las que se incluyen la mayor conservación de recursos hídricos y de nutrientes, menor incidencia de plagas y patógenos, supresión natural de malezas y el aumento en la diversidad de biocontroladores.

La segunda tendencia de investigación está relacionada con la identificación y recolección de fuentes de variabilidad genética. Hace aproximadamente 60 años, el genetista ruso N.I. Vavilov reveló la existencia de *reservas de variabilidad genética* en diferentes partes del mundo. Estos centros de diversidad, hoy conocidos como los centros de Vavilov, han sido identificados como un cinturón estrecho que se extiende alrededor de la línea ecuatorial.

En general, las tendencias de investigación en mejoramiento genético han estado orientadas principalmente hacia la obtención de líneas homogéneas altamente productivas. La pérdida de variabilidad genética en los sistemas agrícolas ha sido una consecuencia inevitable de este proceso de *homogenización*. Como lo expresa el doctor James Raveál botánico de la Universidad de Maryland, "estamos llegando a una crisis de pérdida de germoplasma. Cuando se pierde un recurso genético se pierde la única fuente de material para introducir nuevas características". En los últimos años se han logrado avances significativos en relación con el problema de la diversidad genética; los esfuerzos de las instituciones como IBPGR y centros internacionales de

investigación agrícola han sido enormemente valiosos para el desarrollo de programas de investigación cuyos objetivos incluyen la recolección, caracterización y almacenamiento de recursos genéticos para su futura utilización en programas de mejoramiento.

La biotecnología agrícola se refiere al grupo de técnicas usadas para el estudio y la modificación de estructuras celulares y moleculares, así como la utilización de técnicas de cultivo *in vitro* para la certificación sanitaria y micropropagación de material vegetal.

En las últimas dos décadas se han logrado grandes avances en el campo de la biotecnología agrícola, los cuales cubren áreas como manipulación genética vegetal, cultivo industrial de tejidos, caracterización genética, aplicaciones animales, etcétera.

En relación con las nuevas tendencias de investigación en biotecnología vegetal, y más específicamente en el mejoramiento genético, los esfuerzos se han enfocado hacia la fijación de nitrógeno (especialmente en cereales), tolerancia a estrés, resistencia a plagas, resistencia a patógenos e incremento de eficiencia fotosintética. La utilización de metodologías de DNA recombinante (más comúnmente catalogadas como ingeniería genética) ha generado un gran potencial de mejoramiento que ha reducido, en gran medida, los tiempos requeridos por las técnicas de mejoramiento convencional.

El cultivo industrial de tejidos ha abierto nuevas posibilidades en diversos campos. En primera instancia se puede citar la certificación sanitaria y propagación *in vitro* en especies agrónomicamente importantes. Esta herramienta se ha convertido cada vez más en un paso importante en el proceso de llevar, directa o indirectamente, material libre de patógenos al área de producción; por ejemplo, la micropropagación de germoplasma certificado en tubérculos, en frutales y en especies florícolas. El segundo grupo de aplicaciones lo constituyen los cultivos celulares, con su gran potencial para la producción de proteínas y metabolitos secundarios. Mediante manipulaciones tecnológicas se han logrado desarrollar metodologías que permiten la proliferación y el mantenimiento de líneas celulares productoras de diversas sustancias químicas de gran utilidad en los campos agrícolas, farmacéuticos e industriales. Progresos significativos se han realizado en fitoquímica, donde la caracterización de especies nativas altamente productoras de metabolitos y el desarrollo de metodologías para la síntesis *in vitro* de los mismos han abierto una amplia variedad de posibilidades para su producción a gran escala. La producción de proteínas unicelulares constituye otro campo de investigación en el que se ha logrado llevar al sector industrial un proceso de síntesis altamente eficiente.

Las aplicaciones animales de la biotecnología cubren áreas como la síntesis de reguladores de crecimiento y de vacunas, control de diferenciación sexual, fertilización *in vitro*, implante de embriones y selección genética para resistencia a enfermedades. El área de la biotecnología animal constituye en la

actualidad una poderosa herramienta tanto para el mejoramiento genético como para procesos de síntesis bioquímica.

Los ejemplos citados constituyen solamente un grupo de avances y de potenciales relacionados con el campo de la biotecnología. Son innumerables las investigaciones que se han realizado en la última década, con resultados altamente promisorios para el desarrollo del sector agropecuario y, en especial, para la solución de problemas básicos relacionados con la sostenibilidad a largo plazo de agroecosistemas.

Comentarios de Alvaro Francisco Uribe

Escenario 1. Mantenimiento de la protección del comercio mundial agropecuario

- Grandes dificultades en las negociaciones de la ronda Uruguay del Gatt.
- Pobres resultados respecto de los objetivos y compromisos de liberalización planteados inicialmente.
 - Mediante la arancelización se busca legitimar todos los gravámenes y restricciones a las importaciones.
 - Reducciones muy graduales de los subsidios para exportación y subvenciones a la producción, en un período de seis años: 36% en valor y 24% en volumen para las subvenciones a las exportaciones y de 20% para las ayudas internas.
 - Cobran nuevo vigor las políticas dirigidas a la defensa del sector agropecuario, la conservación y el mejoramiento de la calidad de vida de la población y la seguridad alimentaria.

No se espera entonces un mercado mundial liberalizado o transparente donde las ventajas productivas reales determinen un volumen y los precios de los productos provenientes de los países mejor dotados.

Si los mercados no permiten la expresión plena de las ventajas comparativas, ¿cómo promover y potenciar la mejor asignación de los recursos?

Escenario 2. Conformación de bloques económicos y comerciales

- Iniciativa para las Américas, Gran, G-3, Chile.
- Se considera que es el escenario más importante para los empresarios agropecuarios. No está exento de riesgos.
- Muchos países son mercados naturales con grandes importaciones de alimentos subsidiados.
- En otros productos se tienen grandes similitudes en cuanto a producción, recursos y tecnología. No serían acuerdos estrictamente de complementación.
- Diferencias importantes en la política macroeconómica y sectorial, tasa de cambio, aranceles, subsidios.

- En ciencia y tecnología existen posibilidades para desarrollar programas de cooperación binacional, proyectos de emprendimientos conjuntos y de riesgo compartido. Se requieren procesos que fortalezcan el nivel de capacitación de los investigadores y técnicos en etapas de generación, adaptación y ajuste de tecnologías.

Escenario 3. Posibilidades de ampliación del mercado interno

- El crecimiento de la población. A pesar de que el crecimiento poblacional ha disminuido fuertemente en las últimas décadas, las tasas de crecimiento poblacional siguen siendo relativamente altas respecto de economías más desarrolladas.
- Una vez superada la llamada fase de transición, se espera que el crecimiento económico permita un mejoramiento en el nivel de ingreso real de la población. Un obstáculo a ese propósito sería un alto pero desigual crecimiento económico que no distribuya social y económicamente los beneficios del modelo y favorezca procesos de concentración.
- La elasticidad ingreso para muchos bienes sigue siendo elevada, especialmente en sectores poblacionales de menores ingresos. Programas gubernamentales de carácter focal dirigidos a mejorar el cuadro nutricional de la población.
- Existe una alta propensión marginal a consumir el excedente del ingreso en productos con mayor grado de procesamiento.

Debería definirse el concepto de seguridad alimentaria si este concepto tiene todavía vigencia en una economía abierta.

El Estado no puede renunciar a su deber social de redistribuir los beneficios del crecimiento económico.

Escenario 4. El cambio en el paradigma científico y tecnológico

- Las fuentes de crecimiento de la productividad derivadas de la revolución verde parecen estar en proceso de agotamiento.
- Pérdida de la importancia de las ventajas comparativas derivadas de la ubicación geográfica, disponibilidad de ecosistemas particulares, en condiciones ambientales específicas y de abundantes recursos naturales.
- La irrupción de la biotecnología genera grandes expectativas: adaptación de germoplasma a condiciones restrictivas o factores ambientales limitantes (acidez, sequía, plagas y enfermedades), control biológico mediante el empleo de microorganismos como inoculantes y biopláguidas.
- Grandes desarrollos en otros campos como la teleinformática y el procesamiento veloz de información.

Escenario 5. El problema del ambiente, el manejo de los recursos naturales y la producción sostenible

- Los compromisos con las futuras generaciones implican determinar los límites entre lo deseable económicamente y lo posible biológica y ecológicamente.
- Deberá modificarse nuestro patrón de comportamiento tan sesgado al corto plazo, por uno que sin sacrificar la consecución de las metas de satisfacción de las necesidades del presente no comprometa la capacidad del ambiente para que las futuras generaciones puedan satisfacer sus propias necesidades.

Escenario 6. El nuevo entorno político, económico y social a nivel regional y local

- Mayores y más eficientes canales de expresión de los ciudadanos.
- Mayor autonomía y descentralización en los niveles local y regional.
- Mayores posibilidades de la comunidad (asociaciones, gremios de productores y profesionales, otras organizaciones sociales) para influir sobre la autoridad social y los planificadores en los procesos de desarrollo económico y social.

Escenario 7. La necesidad inaplazable de diseñar y ejecutar a la mayor brevedad un programa realista de modernización productiva

- Debemos aumentar productividad y eficiencia.
- Debemos conocer el estado actual de nuestras condiciones de producción, sus debilidades y fortalezas.

Fortalezas:

- Acervo de capital empresarial y profesional de alta calidad e ilustración en diferentes campos de la ciencia y la tecnología.
- Tradición y vocación productiva agropecuarias.
- Disponibilidad de recursos naturales y tecnológicos para atender una amplia variedad de microclimas.
- Capacidad de expandir la base productiva y de mejorar la productividad.
- Relativo grado de diversificación de la oferta agropecuaria.
- Posicionamiento de nuestros productos en importantes mercados externos.
- Estructura diversificada de la demanda interna por materias primas y alimentos.

Debilidades:

- Escasez de recursos de capital destinados a la inversión.
- Rezago sectorial para adaptarse a las nuevas realidades y retos.
- Uso ineficiente de algunos factores de producción.

- Degradación de los recursos naturales.
- Insuficiencia en infraestructura e ineficiencia de los servicios.
- Desaprovechamiento de la actual frontera agropecuaria.
- Desarticulación, en algunas etapas, de la cadena agroalimentaria.

Se requiere reordenar la producción agropecuaria del país de acuerdo con sus ventajas comparativas y dotación de recursos a través de la recomposición de la frontera agropecuaria.

La nueva producción agropecuaria debe aprovechar más intensamente las condiciones naturales del país con vastas regiones tropicales planas y de buenas condiciones físicas, permitiendo la liberación de tierras de la zona Andina y piedemonte amazónico.

Instituto Colombiano Agropecuario, ICA

A continuación se presentan los principales aspectos que se recogieron en las "Memorias del taller preparatorio del Simposio Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias". Este taller tuvo lugar en el ICA-CEISA, Santa Fe de Bogotá, el día 26 de agosto de 1992.

Interrelaciones entre el mercadeo y la producción para definir prioridades de investigación

Criterios

Seguridad alimentaria: no implica exclusivamente la autosuficiencia. Seguridad se refiere fundamentalmente a calidad (valor nutricional, no contaminación) y acceso (producción, distribución, capacidad adquisitiva).

Sostenibilidad de los ecosistemas: se refiere a la preservación de la diversidad genética y/o la no degradación o recuperación de los elementos esenciales que conforman los ecosistemas.

Desarrollo agropecuario: mayor competitividad, impacto inflacionario, utilización eficiente de recursos.

Oferta tecnológica: disponibilidad nacional e internacional, actualidad y complejidad del inventario tecnológico.

Biodiversidad: caracterización, utilización protección y promoción.

Generación de nuevos conocimientos: hace referencia a la investigación básica exploratoria y estratégica en renglones actuales y potenciales.

Disponibilidad de recurso en el sector: tener en cuenta los recursos humanos, financieros, tecnológicos y físicos.

Necesidades del usuario: incluye el productor y el consumidor final.

Volumen de producción: actual y potencial de los renglones de explotación agropecuaria.

Desarrollo de sistemas productivos: con especial énfasis en especies nativas e introducidas que ofrezcan potencial de mercado interno y externo.

Potencial agroindustrial: serie de efectos socioeconómicos en el sector agropecuario y en el resto de la economía (procesos, servicios, transporte, etcétera).

Rentabilidad: que implica competitividad interna y externa.

Nuevas tendencias de la investigación agropecuaria

Situación actual

Durante las últimas décadas en el país, el modelo de desarrollo que ha regido la investigación agropecuaria se ha caracterizado por ser altamente exclusivista en relación con la selección de especies objetivo (especies comerciales) y se ha basado principalmente en dos sistemas de producción:

- Utilizando los principios de la *revolución verde* (agricultura comercial), se ha tratado de obtener niveles máximos de producción basados en las características genéticas de las especies, una alta utilización de insumos y plaguicidas, y una alta intensidad en la utilización y en la degradación del suelo, además de una gran erosión genética.
- Se han ido estableciendo sistemas *informales* de producción, relacionados con la expansión de la frontera agrícola y con la economía campesina generalmente de tipo minifundista, en los cuales el productor trata de copiar la tecnología aplicada por la agricultura comercial, pero se ve limitado por factores de capital. Adicionalmente se trabaja en sistemas de cultivos tradicionales de baja elasticidad precio-demanda o de pan coger, generalmente de subsistencia, donde la oferta tecnológica es limitada.

Este modelo de desarrollo en su conjunto, se basa casi totalmente en la obtención de *niveles máximos biológicos*; esto ha conducido a reducir la diversidad biológica, la alta dependencia de insumos y la degradación del suelo, amén de los problemas de mercadeo, economía y sostenibilidad. Se ha generado un estancamiento en la productividad de los cultivos tradicionales y la ampliación de la frontera agrícola se ha visto limitada por violencia, sanidad humana y animal y fenómenos económico-sociales como el narcotráfico.

La situación en la década del 90 y durante los años siguientes exige un cambio estratégico-estructural del modelo de desarrollo planteado, debido a los cambios en la economía mundial, al agotamiento del modelo de la *revolución verde*, a la necesidad de sostenibilidad (protección ambiental), a la necesidad de mantener la diversidad biológica y a la urgencia de mejorar la calidad de vida de los habitantes. Esto exige un cambio drástico en los modelos de investigación agropecuaria.

Nuevas tendencias para investigación agropecuaria

En el futuro la investigación agropecuaria debe caracterizarse por la búsqueda de estrategias adecuadas para lograr una eficiente utilización de los recursos naturales propios de los ecosistemas colombianos, con el fin de obtener

plantas y animales que aseguren la capacidad alimentaria y el bienestar económico de la población colombiana. Esta utilización de los ecosistemas debe caracterizarse por su sostenibilidad, es decir, evitando la erosión del ecosistema y la disminución de la diversidad biológica, manteniendo al mismo tiempo los niveles de eficiencia productiva y calidad requeridos para hacer competitivos nuestros productos en los mercados internacionales.

Marco general de la investigación: la investigación debe ser estratégica, es decir, debe abarcar áreas y temáticas en las cuales sea competitiva a nivel internacional y nacional, asegurando la adecuada comprensión y utilización de los diversos sistemas de producción, actuales y potenciales, presentes en los diversos agroecosistemas del país.

La investigación debe enmarcarse dentro de los siguientes criterios:

- Sostenibilidad (social, económica, biológica, ecológica, etcétera) y recuperación de ecosistemas. La integración de nuevas áreas ecológicas a la frontera investigativa debe partir de un juicioso y exhaustivo análisis de las experiencias en países que comparten lugares comunes (Orinoquia, Amazonia), como de las advertencias científicas basadas en la investigación antropológico-económica.
- Seguridad alimentaria y competitiva, que incide en la adecuada distribución del bienestar (capacidad adquisitiva).
- Utilización de estrategias basadas en el enfoque de sistemas de producción y que conduzcan a la generación de alternativas tecnológicas ajustadas a los diferentes entornos socioeconómicos.
- Programas de manejo integrado de cultivos y/o manejo integrado de explotaciones pecuarias, involucrando el concepto de granja integral (integración de sistemas agrícolas y pecuarios variados, con máxima eficiencia del uso de los recursos a nivel de finca). Así mismo, deben desarrollarse programas de manejo integrado para el control de plagas en el área agrícola y el área pecuaria.
- Producción de alimentos y materias primas para la industria sin niveles de contaminación (química, microbiológica, radiactiva) nocivos para la salud humana.
- Estudio de la diversidad de recursos genéticos y estrategias para su protección.
- Evaluación de sistemas de producción *nativos-tradicionales* o introducidos que aseguren el uso efectivo de los recursos y su sostenibilidad.

Estrategia de trabajo: la utilización de las herramientas disciplinarias (informática, biotecnología, epidemiología, microbiología genética, ecología entomología, fitopatología, fisiología, etcétera) debe ser estratégica e interdisciplinaria, según las necesidades de los diversos sistemas de producción en los agroecosistemas y de acuerdo con relaciones beneficio-costos de su integración a esos sistemas.

En este aspecto debe tenerse en cuenta la no disponibilidad de información compatible en otras latitudes y de competitividad de las líneas de investigación. En este punto es imprescindible la participación de profesionales colombianos en seminarios y foros a nivel internacional.

Áreas de investigación propuestas en el ICA: el nuevo planteamiento para la investigación institucional considera las siguientes áreas estratégicas:

- | | |
|---|------------------------|
| • Recursos genéticos animales y vegetales | • Reproducción animal |
| • Biotecnología vegetal y animal | • Nutrición animal |
| • Ecofisiología | • Salud animal |
| • Suelos y aguas | • Agroecosistemas |
| • Investigación en transferencia | • Socioeconomía |
| • Manejo integrado de plagas | • Maquinaria y equipos |

Formación de recursos humanos para la investigación

Aspectos relacionados directamente con la formación del recurso humano

- Las modificaciones recientes en el contexto económico, social, político e institucional del país, así como el surgimiento y vigencia del nuevo paradigma de la ciencia a nivel mundial, impone la necesidad de replantear el esquema de formación de recursos humanos para la investigación agropecuaria.
- En tal sentido, la política de recursos humanos debe partir de un análisis cuantitativo y cualitativo de los investigadores que actualmente tiene el país, en relación con su formación y su experiencia, para poder establecer luego una proyección de las necesidades ajustadas a las exigencias del nuevo entorno.
- Las políticas actuales de descentralización que implican acciones de investigación a nivel central, regional y local es otro aspecto que debe considerarse en la definición de perfiles de investigadores o de administradores de la investigación para la formulación de un plan de capacitación.
- Este plan de formación de recursos humanos como parte esencial del Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias debe considerar los aspectos formales e informales de la capacitación.
- Dentro de la capacitación formal (profesional universitario, especialista, magíster, doctorado y posdoctorado) debe fortalecerse la capacidad nacional para la formación que, sin desconocer las experiencias y las necesarias interrelaciones con otros países e instituciones, se oriente tanto a resolver nuestros propios problemas con énfasis en el conocimiento y manejo de las condiciones socioeconómicas del trópico, como a generar conocimientos para beneficio de otras zonas similares.
- Los programas de postgrado deben ir ligados al desarrollo de líneas definidas de investigación estratégica y/o de frontera con el suficiente soporte financiero, técnico, académico y filosófico.

- La capacitación informal, es decir, pasantías, cursos cortos, entrenamientos, trabajos conjuntos, participación en congresos, seminarios, foros, etcétera, debe rescatarse como uno de los instrumentos prioritarios y de mayor pertinencia para el desarrollo de la capacidad investigativa del trabajo interdisciplinario y de la actualización.
- Es indispensable el sostenimiento del recurso humano formado y con experiencia en un nivel óptimo de competencia científica, tecnológica y de gestión con el fin de evitar su obsolescencia.
- Es necesario estimular la formación de investigadores líderes que desarrollen capacidad gerencial, de interdisciplinaria administrativa y de planificación estratégica de la investigación.
- Se debe propender a la capacitación en investigación en ciencias sociales y biológicas y al fortalecimiento de instrumentos de informática e idiomas.

Aspectos que indirectamente determinan la formación y la capacidad del recurso humano

- Es esencial la constitución de un sistema nacional de investigación y formación para el sector agropecuario que integre a todos los actores involucrados, es decir, la universidad pública y privada, los organismos nacionales e internacionales de investigación, el sector productivo, entre otros.
- Se requiere democratizar la información para permitir la circulación oportuna del conocimiento. Es necesaria entonces la organización de un sistema dinámico y bien financiado de edición y distribución de publicaciones.
- Es básico fomentar y dar cabida al análisis y a la confrontación del conocimiento, propiciando, entre otras cosas, el intercambio de investigadores a nivel nacional e internacional
- Los niveles salariales de los investigadores son bajos; esto hace necesario crear un sistema de estímulos monetarios y de desarrollo profesional para lo cual se requiere la reglamentación del artículo 8o. de la Ley 29 de 1990.
- Es necesario establecer un proceso de delegación de responsabilidades en los investigadores. Por ejemplo, cada grupo de investigadores debe manejar los recursos financieros de su programa o proyecto.
- Los investigadores deben ser un elemento básico en la formación del recurso humano y esto se debe considerar como un medio potenciador y productivo de sus propias actividades.

Asignación de recursos para financiación de la investigación agropecuaria

- Definir el manejo de los recursos del plan, en lo referente a funcionamiento de las instituciones y financiación de los proyectos.
- Establecer la estrategia y los mecanismos de participación de los diferentes entes financieros y cofinanciadores de la investigación. Se debe asegurar que el ordenador de los recursos naturales de un proyecto sea así mismo el líder del grupo de investigación.

- Realizar un inventario de recursos financieros, necesidades de investigación y requerimientos presupuestarios, de acuerdo con los planes programáticos de los entes que participen en el sistema.
- La consecución de los recursos para investigación debe ser una actividad continua y deben desarrollarse estrategias a nivel de grupos de investigación que fortalezcan su capacidad para ubicar y comprometer el apoyo de los posibles financiadores.
- El sistema debe permitir la creación de incentivos económicos para grupos de investigadores que consigan recursos.
- Las instituciones deben fomentar la generación de recursos propios como complemento a los presupuestos ordinarios asignados para la realización de investigación.
- El trabajo de las instituciones y de sus grupos de investigadores no se debe sobredimensionar; se deben concentrar los recursos en áreas y líneas definidas sin dispersarlos en un número grande de actividades.
- La financiación de los proyectos debe incluir rubros específicos para cubrir los gastos de asistencia a diferentes eventos científicos y tecnológicos y para la publicación rápida de sus resultados.
- Conforme con lo dispuesto en la Ley 6a., es necesario poner en práctica los mecanismos que permitan un trato preferencial a la inversión en desarrollo científico y tecnológico.
- Agilizar el desarrollo de la regulación de la propiedad intelectual como mecanismo de captación de recursos y retroalimentación de la investigación.
- Se debe asegurar un flujo oportuno de recursos y diseñar un sistema flexible que permita asignarlos y reorientarlos a medida que se presenten nuevas propuestas. Así mismo, integrar la contabilidad de costos a nivel de proyectos que facilite realizar un seguimiento y evaluación adecuado de los mismos.
- La asignación de recursos debe constituirse en un mecanismo que favorezca la conformación de grupos de investigación, la coordinación inter-institucional y la integración de varias fuentes de ingreso.

Relación entre la generación o innovación de tecnologías agropecuarias y su transferencia

Finalmente se presentan las recomendaciones específicas que sobre el tema de transferencia de tecnología se obtuvieron durante el presimposio realizado por el ICA:

Antecedentes

La débil integración entre investigación y transferencia de tecnología ha dificultado la definición de un sistema de prioridades unificado. Esta separación de funciones dificulta los enlaces entre la investigación y la transferencia.

La separación entre investigación y transferencia ha hecho que ésta deje de ser un medio para conseguir un impacto final de la investigación y tienda a convertirse en un fin autónomo que genera su propia oferta y demanda de actividades. De una parte, en los proyectos de investigación se diluye la responsabilidad por el impacto final, y de otra, aumenta el riesgo de justificar nuevas funciones y de acumular más actividades en las instituciones.

La atomización de tareas en investigación y transferencia es un obstáculo para la evaluación de los proyectos y la apreciación de sus resultados, que con excesiva frecuencia es remplazada por el número de acciones realizadas.

La transferencia interinstitucional (ICA - universidades - otros centros de investigación) del conocimiento ha sido también débil, provocando concentración de información y duplicidad de esfuerzos.

Existe una normatización señalada: el Decreto-Ley de 1977 trasfiere a los municipios la responsabilidad de la asistencia técnica a los pequeños productores; el Decreto 146 de 1989 crea y organiza el Sistema Nacional de Transferencia de Tecnología, SINTAP. Por tanto, la responsabilidad del ICA se reduce a la transferencia de tecnología a los usuarios intermediarios.

Recomendaciones

La generación y transferencia deben asumirse como parte de un mismo proceso que identifica los problemas y ofrece soluciones. Por tanto, la actividad de transferencia debe ser parte integral de todo proyecto o programa de investigación, cuya evaluación considere el impacto sobre el usuario final (otro investigador, un profesional del agro o un productor). De hecho la integración del proceso asegura la disminución del tiempo entre generación y adopción de tecnología.

Se debe consolidar una red de información agropecuaria con servicios de biblioteca y de consulta en línea de información técnica. Esta red es vital para la coordinación técnica interna de las instituciones, para apoyo del SINTAP y para atender a los usuarios externos.

Deben diseñarse mecanismos apropiados para facilitar el acceso al conocimiento científico y tecnológico externo por parte del Sistema Nacional y, dentro de éste, cuando el conocimiento y la técnica no son de libre disponibilidad.

Los productos tecnológicos, ahora más intensivos en conocimiento y por tanto de mayor complejidad, sugieren replantear los métodos tradicionales de transferencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DEL SIMPOSIO

Noventa investigadores, empresarios y funcionarios del Estado reunidos en el Primer Simposio Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, le proponen al Consejo del Programa las siguientes conclusiones y recomendaciones generales:

- La inteligencia de mercados, el énfasis en la satisfacción de las necesidades sociales, la integración vertical de los programas de investigación desde la precosecha hasta el consumo interno y externo y el énfasis en investigar la fase de poscosecha, puesto que su desarrollo tecnológico se encuentra muy retrasado en Colombia, son criterios fundamentales que deben ser tenidos en cuenta en la evaluación de las propuestas de investigación consideradas por este Programa.
- Existe consenso acerca de la importancia del desarrollo sostenible como estrategia para el avance de la producción agropecuaria. Este concepto tiene múltiples dimensiones, ecológicas, biológicas, económicas y sociales, y se han hecho importantes avances en la conceptualización del desarrollo sostenible, pero su operacionalización y la definición de indicadores que permitan hacer su seguimiento deben ser objeto de investigaciones muy serias para que este concepto pueda convertirse en política.
- El programa debe orientarse continuamente por análisis prospectivos de la dinámica de los mercados, tanto de productos como de tecnologías, los cuales permitan dirigir los esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico en dos sentidos:
 - Hacia la promoción de investigaciones que respondan a los retos del mercado mundial y nacional y generen competitividad en el sector agropecuario.
 - A suplir los aspectos en los cuales el mercado no proporciona señales adecuadas, como es el caso de la necesidad de conocimientos básicos o de la satisfacción de requerimientos de índole social.
- Los recursos naturales relacionados con la producción agraria, tales como los bosques y la riqueza ictiológica deben ser considerados en los planes de investigación mediante el enfoque de ecosistemas que permitan su incorporación productiva y su aprovechamiento económico.
- Se señala la necesidad de integrar el Programa Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias, por su estrecha relación, con los Programas de Medio Ambiente y Hábitat, de Ciencias Básicas, de Ciencias Sociales y de Desarrollo Tecnológico y Calidad del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, ya que estos programas se deben concebir en ámbitos comunes de preocupación y a partir de la necesidad de dinamización del avance del conocimiento y no como compartimientos sectoriales.
- El Simposio enfatiza la importancia de la investigación básica, la cual en muchos aspectos se ha quedado rezagada de los temas más cercanos al desarrollo tecnológico agropecuario, mientras que es indispensable su fortalecimiento como forma de garantizar el desarrollo agropecuario del futuro. En efecto, sin la investigación básica no es sostenible el desarrollo de la investigación en general y para esto se requiere hacer un énfasis fundamental en la formación de investigadores, basada ésta en la capacitación a nivel de doctorados.

- Se dispone de una masa crítica de investigadores suficiente en las áreas del Programa para iniciar un programa doctoral en convenio con universidades de excelencia del extranjero, el cual asegure una consolidación del avance de conocimientos sobre temas de alta pertinencia para el país, a la vez que forme investigadores al más alto nivel para enfrentar los retos de las grandes transformaciones tecnológicas y la cada vez más estrecha relación del conocimiento científico y la tecnología que da ventajas definitivas en los mercados.
- La transferencia de tecnología agropecuaria debe desarrollarse dentro de esquemas descentralizados y responder al debate planteado sobre la forma de financiación: ¿la transferencia de tecnología debe financiarse a través de entidades que reciben estos servicios en calidad de demandantes o a través de intermediarios como las asociaciones de municipios? ¿O debe ésta financiarse a través de las entidades oferentes? Son estos los interrogantes que quedan planteados. También puede proponerse la combinación de estas dos formas de financiación, pero en cualquier caso el sector privado debe tener una alta participación en la producción de los servicios de transferencia. A este respecto se señala la importancia de mostrar resultados rápidamente porque ello es indispensable para ganar credibilidad frente a la sociedad; igualmente se considera de gran importancia controlar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología mediante los mecanismos estatales y mediante la propia evaluación de operaciones de Colciencias, lo cual requiere un seguimiento periódico por parte de la comunidad interesada en la investigación agropecuaria, similar a una *comisión de calidad*, donde participen las universidades y el sector privado.
- Es necesario un esfuerzo significativo en la formación de recursos humanos para la investigación; igualmente se requiere un gran esfuerzo para la actualización y el reciclaje de los recursos humanos ya formados, mediante cursos cortos, pasantías y otras formas de capacitación. El Estado debe generar mecanismos de estímulo para la constitución de fondos de origen privado que contribuyan a la capacitación para la investigación.
- Es indispensable organizar un aparato institucional que incluya al Departamento Nacional de Planeación, a Colciencias, al Icetex y a los ministerios correspondientes para generar estrategias diplomáticas, a fin de obtener recursos de cooperación internacional para adelantar labores investigativas, aumentar los fondos destinados a la financiación de la formación y mayor calificación de los investigadores que actúan en el sector agropecuario.
- Se debe pasar a formas modernas de financiación de la investigación a través de la constitución de fondos ante los cuales compitan los proyectos por su financiación con criterios de calidad científico-técnica. Esto implica mecanismos de seguimiento y evaluación de los proyectos, para lo cual éstos deben tener metas verificables y contabilidades independientes que permitan su evaluación *ex ante* y *ex post* por pares.

- El papel del Estado debe ser concertar la acción de los diversos protagonistas participantes en las actividades de investigación y desarrollo agropecuario, con criterios de equidad, competitividad y sostenibilidad.
- Un programa de ciencia y tecnología agropecuaria no puede estar al margen de los problemas sociales. Por tanto, uno de los indicadores este marco conceptual es la solución de los problemas de injusticia, pobreza rural y violencia, cuya solución tiene que redundar en el bienestar de la población.
- Es necesario determinar prioridades de investigación a corto, mediano y largo plazo, definiendo la participación de los diferentes sectores y las disponibilidades de financiación.
- Es urgente adoptar políticas más agresivas de investigación en relación con la adopción y generación de nuevas tecnologías.
- En la meta de desarrollar sistemas de producción sostenibles, se deben crear grupos de investigación interdisciplinarios que utilicen herramientas tecnológicas apropiadas.
- Los programas de investigación deben integrar las fases de producción, poscosecha, consumo y se debe recalcar la importancia del vínculo entre el sector investigativo y el sector privado.
- La investigación es un proceso altamente dinámico, en la que la innovación y la actualización de técnicas deben ser prioritarios.
- Debe quedar explícito que las consideraciones del Simposio toman en cuenta los subsectores forestal, pesquero y en general los recursos naturales renovables, como parte del sector agrario en ciencia y tecnología; por consiguiente, las conclusiones y recomendaciones adoptadas hacen también referencia a ellos, en particular al subsector forestal, dada su importancia en el conjunto de la producción agraria nacional y al sector rural, y no apenas como un componente marginal de la producción agropecuaria.
- La investigación de tipo social, relativa a características, comportamientos y actitudes de los individuos, los grupos y las comunidades y, en general la sociedad, debe ser considerada como una de las áreas principales en los planes y programas para el desarrollo de la ciencia y tecnología agraria y una línea de investigación trasversal con las otras áreas de investigación biofísica.
- Es urgente revisar la estructura institucional de la investigación agropecuaria en Colombia, especialmente en lo que se refiere al sector público. Es necesario adaptar las entidades actuales para que se pongan a tono con las nuevas tendencias internacionales, administren más eficientemente los recursos y sean más eficaces en la ejecución de las políticas nacionales. Es necesario, entonces, introducir criterios de competencia en el acceso a recursos para la investigación, ampliar el acceso a las universidades, diseñar organizaciones flexibles que incentiven al investigador a buscar recursos adicionales, e introducir criterios de seguimiento y evaluación en todas las etapas de la investigación.

- Aunque los recursos para la investigación continuarán siendo limitados, vale la pena realizar esfuerzos para hacer acopio de nuevos recursos. En este sentido se recomienda incorporar a los gobiernos regionales y locales en la cofinanciación de la investigación. Igualmente, invitar al sector privado a cofinanciar la investigación. Paralelamente, diseñar una estructura efectiva para la canalización de recursos internacionales hacia la investigación en Colombia.
- Hacer esfuerzos para *vender* los productos de la investigación tanto a nivel comercial (venta de productos patentables) como a nivel institucional, con la puesta en marcha de oficinas de promoción y mercadeo de las actividades investigativas de las entidades.
- El proceso de generación de tecnología a través de la transferencia de los resultados de la investigación, se hace aún más importante en las próximas décadas para el país, debido a la necesidad de modernizar el sector, hacerlo más competitivo, según el nuevo esquema de economía abierta.
- El sistema que debe atender el proceso de generación de tecnología es bastante complejo. Existe una amplia y dinámica problemática tecnológica: distintas condiciones socioeconómicas del demandante, diferentes y variadas regiones y subregiones para atender, con distintas características, limitantes y potencialidades; la necesidad de producir más y con mayor calidad para una población que se duplicará en los próximos 30 años y el requerimiento de hacerlo sin deteriorar los recursos naturales (sostenibilidad). El país, por la heterogeneidad y riqueza de sus ecosistemas y de su infraestructura tecnológica, tiene grandes posibilidades para competir a nivel regional y mundial. Todo lo anterior recalca la importancia y gran responsabilidad que tiene el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias en buscar que el sistema de innovación tecnológica sea cada vez más eficiente y productivo.
- Con el fin de adoptar una aproximación política en la investigación agropecuaria (recomendación de la mayoría de los asesores del Simposio) se propone aplicar en lo posible el enfoque geográfico, apoyado en la capacitación de grupos interdisciplinarios en este campo y en los sistemas de información georreferenciada de que disponen actualmente numerosas entidades estatales (IGAC, DNP, Corpes, Inderena, ICA) buscando la cooperación y coordinación entre éstas.
- El Simposio logró no sólo convocar a las personas con opinión sobre la ciencia y la tecnología agropecuaria sino además una interacción productiva que se refleja en las relatorías de las mesas de trabajo. Particularmente positivo es el consenso sobre la conveniencia de mejorar la eficiencia y eficacia de la administración de los recursos humanos, económicos y de infraestructura dedicados a la investigación agropecuaria.
- La administración de la investigación por medio de proyectos interinstitucionales e interdisciplinarios con orientación de los consejos de los

sectores y del mercado, constituye igualmente una recomendación fundamental que se debe poner en práctica.

- La inversión en la formación de los recursos humanos a nivel nacional e internacional es urgente y por ello se debe impulsar la asociación entre las universidades, el sector público y el sector privado para ofrecer los programas y financiarlos.
- La investigación científica y tecnológica constituye el factor más decisivo para superar las crisis del sector agrícola, pecuario, forestal y de recursos naturales y enfrentar la apertura económica con posibilidades de éxito.
- El Simposio ha permitido impulsar verdaderamente la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, haciendo que un grupo de líderes de la comunidad científica vinculados con las actividades de ciencia y tecnologías agropecuarias se integre e inicie un proceso de armonización de criterios y metas para los programas de investigación que se llevan a cabo en el país, tanto por parte del sector público como del privado.
- En el Simposio se ha reflexionado sobre la necesidad de replantear el enfoque que se le da actualmente a la investigación agropecuaria en Colombia, tratando de incorporar las nuevas tendencias mundiales y adaptándolo para que éste sea un verdadero motor de desarrollo frente a la nueva realidad política, económica y social del país.
- Es necesario explicar la definición y el papel de temas y áreas de investigación como investigación básica, sector forestal y sector pesca.
- Es necesario elaborar y formular el proceso de información y retroalimentación entre la investigación básica y la investigación aplicada, entre la investigación adaptativa y la transferencia y entre el consumo final o intermediario y la investigación básica.
- Sería útil que el Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias estableciera un *modelo* unificado de análisis del proceso de investigación agropecuaria, forestal y pesquera, elaborado por un grupo multidisciplinario. Este debe conducir los procesos de planificación, seguimiento y evaluación. En consecuencia se hace necesario priorizar y vender proyectos, así como explicar el objetivo social de la investigación y de la transferencia de tecnología.
- Como conclusión de consenso amplio hay que destacar los principios que fundamentan el desarrollo sostenible y la urgencia de impulsar a la investigación agropecuaria para que logre la convergencia de economía-equidad-cultura y ambiente.
- Aceptar la diversidad de opciones y necesidades de la oferta y demanda de ciencia y tecnología, obliga a definir sectores, tipos de investigación, actores institucionales y grandes temáticas de investigación. Por tanto, se sugieren los siguientes:
 - Sectores: agroindustrial, comercial, campesino, pecuario, colono e indígena.

- Tipos de investigación: básica, estratégica, aplicada, validativa y participativa.
- Actores: universidades, organizaciones no gubernamentales, centros privados e ICA.
- Grandes áreas temáticas prioritarias: sistemas sostenibles de producción agropecuaria, agroecología, integración producción-trasformación-consumo, biodiversidad, recursos genéticos, manejo de vida silvestre, nuevos productos naturales, conservación-monitoreo, recuperación, fuentes renovables de energía, generación, uso y mantenimiento de la calidad del agua, recuperación y potenciación de conocimientos no científicos (indígenas, campesinos, negros), biotecnología (agrícola, pecuaria, forestal nativa, recursos naturales, pesca artesanal y comercial, acuicultura), recursos forestales nativos, sistemas de información georreferenciada para el ordenamiento territorial y el monitoreo ambiental, alternativas para la ganadería extensiva, estudios básicos y aplicados a ecosistemas y agroecosistemas específicos del país, recuperación ambiental de cuencas hidrográficas y alternativas a cultivos ilícitos.
- Se asumió que la investigación debe enmarcarse en los nuevos desafíos nacionales e internacionales, tales como:
 - Política de apertura económica.
 - Regionalización y descentralización política y administrativa.
 - Seguridad alimentaria.
 - Equidad social.
 - Privatización creciente de sectores públicos.
 - Cambio climático global y nacional.
 - Competitividad de la investigación.
 - Reducción de las formas de violencia de la sociedad.
 - Integración científica sur-sur y sur-norte.
- Es urgente enfatizar que los criterios de desarrollo sostenible incorporan una nueva mentalidad en los investigadores, para que además del manejo de variables biológicas contemplen variables sociales, económicas y ambientales, que atiendan requerimientos del consumidor en lo relacionado con autoconsumo, flujos de caja positivos, disminución de riesgos, preservación del ambiente y seguridad alimentaria. Además, la investigación en sistemas de producción requiere un cambio en la cultura institucional que entre otros elementos integre el productor con el investigador, logre una adecuada integración intrainstitucional e incorpore otros actores en el proceso, tales como la universidad, la empresa privada y las organizaciones no gubernamentales.
- Los amplios debates desarrollados durante el Simposio fruto de la consulta con expertos tanto nacionales como internacionales, permitirán actualizar y reforzar los mecanismos y estrategias que, en el seno del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, deberán emprender dinámicamente las

entidades involucradas en su ejecución, con el fin de lograr el impacto esperado para la solución de los múltiples problemas que en producción agropecuaria limitan el adecuado aprovisionamiento de recursos alimentarios requeridos en la dieta de la población del país y las posibilidades de colocación de productos en el mercado internacional.

- Para el sector pesquero, los resultados del Simposio son de una trascendencia definitiva, pues hay que recordar, como se mencionó en el curso de las deliberaciones, que sólo hasta 1991 se le dio entidad nacional con la puesta en marcha del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. A partir de entonces, su importancia dentro del aparato productivo del país es manifiesta, duplicando sus exportaciones e impulsando la diversificación de sus fuentes de producción hacia otras especies y hacia la acuicultura. Los problemas y limitaciones de la pesca para su desarrollo dentro del nuevo esquema económico y político del país son esencialmente los mismos a los del resto de la producción del sector agropecuario. De esta manera su integración al Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias debe necesariamente facilitar su avance. Finalmente debe resaltarse que para una producción pesquera importante es esencial la salud de los ecosistemas costeros y los conexos, dentro de los cuales Colombia debe resaltar la necesidad de recuperar y mantener la cuenca magdalénica.
- Expresamente, el Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias debe considerar completamente la producción del sector agropecuario y ello incluye la agrícola, pecuaria y la correspondiente al aprovechamiento de recursos naturales como la pesca, los bosques y la fauna silvestre.
- Colombia, por ubicación geográfica y amplitud de recursos en la biodiversidad de su hábitat, tiene amplias ventajas comparativas, aún sin evaluar. Por tanto se requiere el favorecimiento de políticas y líneas de investigación atinentes al levantamiento del inventario de esos recursos, sus elementos y relaciones y su conservación. Ello conlleva el favorecimiento de investigaciones basadas en los aportes de disciplinas de las ciencias básicas con estos criterios.
- Queda como llamado de atención al Simposio, la necesidad de ampliar el Programa de Ciencia y Tecnologías Agropecuarias para cubrir aspectos importantes que son más evidentes con las nuevas medidas macroeconómicas. El caso de las señales de mercado para orientar la investigación nos indica el papel del consumidor, además del productor, en la orientación del programa.
- El sistema institucional de investigación en el sector se identificó con dos dimensiones interesantes: por una parte la infraestructura con modelos variados tanto de entidades estatales, universidades, sector privado e internacional y, por otra, la necesidad de incluir campos relacionados con la cadena agroalimentaria o agroindustrial como la pesca, los recursos naturales y el aspecto agroforestal.

- Es necesario concretar y consolidar la estructura y el desarrollo del sistema; por tanto debe definirse la estrategia por seguir, es decir, su agenda, las comisiones de trabajo, los aspectos claves de atención, los compromisos institucionales, etcétera. Colciencias como institución que coordinará y soportará el sistema necesariamente debe fortalecerse tanto financiera como técnicamente para asegurar el éxito.
- Grandes proyectos nacionales deben ser el eje del sistema, de tal manera que se asegure la cohesión de objetivos y de acciones, el control y chequeo de resultados.
- Los retos y oportunidades que enfrenta el sector agropecuario en los nuevos contextos nacionales e internacionales le imprimen un nuevo carácter a la investigación y a las necesidades de los diferentes usuarios. Se destaca en particular la necesidad de imprimir un protagonismo mayor al sector privado, a los gremios y productores en la definición del rumbo y de las prioridades de la investigación y del desarrollo tecnológico, así como su financiación.
- El país debe desarrollar a la mayor brevedad un esfuerzo prioritario tendiente a identificar las oportunidades de mercado interno y externo para alimentos, materias primas, subproductos, metabolitos y moléculas, de acuerdo con las perspectivas de la demanda futura. El énfasis de la investigación en ciencia y tecnología debe modificar radicalmente su énfasis actual en atender requerimientos de corto plazo, por un enfoque que privilegie las tendencias de mediano y largo plazo.
- Debemos evaluar y avalar las reales capacidades, fortalezas y debilidades con que cuenta el país para desarrollar ciencia y tecnología. Se reitera la necesidad de realizar un inventario, público y privado, sobre la disponibilidad de recursos y tecnologías, su nivel de desarrollo, potencialidad y aplicabilidad a los nuevos escenarios de la producción, del comercio y la demanda mundial.
- La planeación en ciencia y tecnología, así como la asignación eficiente de recursos, requiere el desarrollo de procesos de formulación y ejecución que de ninguna forma pueden dejarse de manera exclusiva a las libres fuerzas del mercado, el cual por lo demás presenta altos grados de distorsión.
- El estímulo a la iniciativa privada en ciencia y tecnología requiere, como condición básica, que el país adopte, en el marco de la legislación internacional, leyes precisas que protejan la propiedad intelectual. Esta legislación debe ser compatible, por lo demás, con los mandatos constitucionales en materia de biodiversidad, protección de los recursos naturales y sostenibilidad de los sistemas productivos.
- Una estrategia de desarrollo científico y tecnológico no sólo debe estimular la generación interna de ciencia y tecnología sino estimular y manejar la importación de tecnología; para ello se hace necesario crear y desarrollar una capacidad nacional de evaluación, negociación, adaptación y asimila-

- ción de tecnología. Las universidades deben desempeñar un papel estratégico en este proceso.
- La cooperación internacional es un instrumento fundamental para la transferencia de tecnología del exterior, por lo cual es necesario diseñar una estrategia que permita su consecución, evaluación e incorporación a los programas de investigación, formación y transferencia de tecnología agropecuaria.
 - Uno de los instrumentos fundamentales para el desarrollo de la ciencia y tecnologías agropecuarias debe ser el fortalecimiento o creación de núcleos o grupos de investigación competitivos que sustenten programas de investigación estratégica y sean la base para la formación de investigadores y la transferencia de tecnología.
 - La transferencia de tecnología debe estar guiada tanto en los procesos de generación como de difusión por la demanda y las necesidades de las regiones. En este sentido, el Estado debe propiciar mecanismos efectivos que deleguen y creen las condiciones favorables a esta actividad a nivel local y regional; con criterios de sostenibilidad económica, social y cultural y sobre la base de la necesaria equidad social.
 - Si el mercado conduce la investigación agrícola, esto es malo *per se* porque ignora ostensiblemente la investigación básica. ¿Cuál será la causa de este sesgo? ¿Está representada en esta reunión la comunidad científica o solamente unas cuantas profesiones? ¿Alguien ha definido el concepto de comunidad científica? ¿Quiénes la integran? ¿Cuál es el perfil ético de los miembros de la comunidad? Faltan biólogos, sociólogos, químicos, periodistas, educadores, etcétera. El llamado es un *grito* en nombre de la biología, la química, la física, la microbiología, la genética. Si queremos una proyección al futuro son estos los campos de mayor interés. Si queremos conformarnos con el presente y el corto plazo del mañana, entonces sí lo único importante es el mercado y el consumidor de hoy.
 - En la formulación del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología debe procurarse un balance adecuado entre la generación tanto de conocimiento científico como de conocimientos tecnológicos, investigación básica y aplicada. Además deben incluirse los sectores forestal, pesquero, así como la generación y transferencia de conocimiento científico y tecnológico en recursos (suelo, clima, agua) y de igual manera la investigación macroeconómica, definición de políticas, asignación global de recursos, comunicación agrícola y mercados.
 - Con la información analizada hasta el momento, es posible que en un tiempo muy corto se elabore la primera aproximación al programa que podría ser realizado por una comisión *ad hoc* liderada por Colciencias, específicamente por el consejo sectorial.
 - El actual contexto de apertura económica exige un nuevo enfoque de la investigación agropecuaria más orientado hacia la eficiencia del sector

productivo y hacia la exploración de las ventajas naturales y competitivas del país. La ciencia y la tecnología tienen la responsabilidad de integrar y ajustar la cadena agroindustrial desde la producción agrícola hasta la comercialización, el procesamiento y el consumo. La investigación debe adoptar enfoques de sistemas, integrar el concepto de cadena agroindustrial y orientarse más hacia las necesidades del mercado final, nacional e internacional. En este sentido es conveniente que el ICA y otras entidades de investigación agrícola amplíen su horizonte de trabajo, incluyendo las transformaciones industriales necesarias para adecuar el producto agrícola a los requerimientos del transporte, la exportación y la elaboración de alimentos procesados. La investigación debe ser diferenciada, según el destino del producto agrícola: consumo fresco, industrialización o exportación.

- En atención a los criterios de mercado, para que los productos colombianos puedan ser recibidos culturalmente por la población de los países desarrollados, se debe hacer un gran esfuerzo tecnológico para conseguir empaques adecuados, alcanzar los tamaños óptimos, manejar porciones individuales, la apariencia, las combinaciones de producto, la respuesta rápida al gusto cambiante, la conveniencia, la higiene, la temperatura, la ausencia de trazas de plaguicidas y otros productos tóxicos, ya que éstos son factores que deben ser tenidos en cuenta para asegurar una alta competitividad de la producción nacional.
- El conocimiento del consumidor externo es la principal dificultad que enfrenta el país para exportar alimentos. Por tanto, las variedades que se desarrollen por métodos tradicionales o por genética molecular deben adaptarse a las formas del consumo. No es posible separar la investigación del mercado de la investigación sobre variedades; esta última debe ser orientada por aquélla. La investigación debe cubrir toda la cadena que va de la producción primaria hasta el consumo final y la misma selección y adaptación de variedades debe regirse por determinantes del consumo.
- Otros criterios adicionales al de las necesidades del mercado que deben considerarse para orientar la investigación son: seguridad alimentaria, sostenibilidad de los ecosistemas, desarrollo agropecuario, oferta tecnológica, biodiversidad, generación de nuevos conocimientos, recursos humanos disponibles, necesidades del usuario tanto en el país como en el extranjero, volúmenes de producción actual y rentabilidad.
- Para incorporar las señales del mercado en la orientación de la investigación existen dificultades porque esas señales no son claras, y los análisis complementarios con que se guía a los agricultores por parte del gobierno, especialmente los que se refieren al mercado internacional, son simplistas y con frecuencia conducen a situaciones de sobreproducción. Alcanzar una inteligencia de mercados implica un esfuerzo prospectivo de magnitud, pero éste no sólo debe conducir a la escogencia de productos sino a orientar el desarrollo tecnológico de poscosecha.

- Hacia el futuro la investigación agropecuaria debe caracterizarse por la búsqueda de estrategias adecuadas para lograr una eficiente utilización de los recursos naturales que se encuentran en los ecosistemas colombianos, con el fin de obtener plantas y animales que aseguren la capacidad alimentaria y el bienestar económico de la población colombiana. Esta utilización de los ecosistemas debe caracterizarse por su sostenibilidad, es decir, por la no erosión del ecosistema y de la biodiversidad biológica, manteniendo al mismo tiempo los niveles de eficiencia productiva y calidad requeridos para ser competitivos nuestros productos en los mercados internacionales.
- La investigación debe ser estratégica, es decir, debe adoptar áreas sistemáticas en las cuales el país sea competitivo a nivel internacional o nacional, asegurando la adecuada comprensión de los diversos sistemas de producción actuales y potenciales que ocurren en los diversos agroecosistemas nacionales.
- La investigación agropecuaria debe guiarse por el enfoque de sistemas de producción que conduzcan a la generación de alternativas ajustadas a los diferentes esquemas socioeconómicos regionales. Por ejemplo, es importante explorar el conocimiento del manejo integrado de agropecuarias, involucrando el concepto de granja integral o integración de sistemas agrícolas y pecuarios para buscar la máxima eficiencia del uso de los recursos a nivel científico. Así mismo, deben desarrollarse programas de manejo integrado de planes agrícolas y pecuarios.
- La producción de alimentos y materias primas para la industria debe hacerse con el mínimo uso de elementos tóxicos para eliminar los niveles de contaminación, tales como la contaminación química, microbiológica o radiactiva que son altamente nocivas para la salud humana.
- Un elemento clave en la orientación de la investigación es el estudio de la biodiversidad, de los recursos genéticos y el establecimiento de estrategias para su protección.
- Un aspecto de vital importancia en materia de investigación agropecuaria es la evaluación de sistemas de producción nativo-tradicionales y de los introducidos, para asegurar un uso efectivo de los recursos sostenibles.
- Es necesario tener en cuenta en el diseño de programas de investigación no sólo un enfoque general de productos agropecuarios, sino considerar de manera especial los productos perecederos y aquellos que se obtienen del procesamiento de los productos primarios o subproductos. Es decir, el enfoque debe cubrir todas las áreas.
- En el sector agropecuario es importante contar con una clara orientación en materia de investigación básica, pero consultando la dinámica del mercado. El desarrollo de investigaciones básicas permitirá que el país se prepare no solamente para atender las necesidades del mercado de hoy, sino prepararnos para un futuro mucho más lejano.

- Es muy importante que el enfoque de la investigación se oriente hacia las necesidades del mercado, pero no solamente dentro de la concepción económica del mercado, sino que pretenda conocer las características del usuario final de los resultados de la investigación; en ese sentido se recomienda hacer una indicación más explícita de la importancia de la investigación social sobre comportamientos, aptitudes y en general características del usuario de la investigación.
- Hay una ausencia, casi deliberada, de un componente sumamente importante de la producción agraria y no agropecuaria: todo lo relacionado con la producción del sector forestal y de los recursos naturales. Muy posiblemente la tenemos incorporada como parte de un recurso al margen de nuestras fincas, como cercas, en los bordes y en los bosques de los lados, pero no ha habido una mención clara en ninguna parte de este componente fundamental en la producción agraria del país, no solamente desde el punto de vista de la producción del bosque, en términos propios de la madera, sino de los subproductos que éste tiene y de las asociaciones productivas con la parte agrícola y la parte pecuaria. Si nosotros no somos suficientemente explícitos en hacer esa mención a ese recurso tan importante y solamente lo estamos considerando como algo accesorio y sobre lo cual se sustenta la producción agrícola y pecuaria, podemos dejar un vacío muy grande en términos de las líneas de investigación que deben ser aprobadas.
- Cuando se piensa en mercado final, el consumidor, según el concepto que le dio una de las mesas de trabajo, es importante indicar que el concepto de mercado es mucho más amplio. En efecto, la investigación básica tiene su mercado y no es el mismo mercado del supermercado. Es necesario identificar cuál es el mercado de la investigación básica y a qué grupo puede satisfacer. Es decir, que cuando en forma general se habla del mercado, se refiere al mercado que pueden tener los resultados de la investigación tanto básica como aplicada. El concepto de mercado lo tenemos que elaborar más y en especial no confundir mercado con comercialización y mercadeo.
- La forma de incorporar nuevas tecnologías es, principalmente, mediante el trabajo interinstitucional, ya que el sector agropecuario tiene gran volumen de personal capacitado y sistemas de información con mucho tiempo en el sistema. Como ejemplo se puede citar el departamento de Caldas, en el que se ha hecho un trabajo de la Federación Nacional de Cafeteros, la universidad y otras entidades, relacionado con un sistema de información geográfica, el cual está aportando un resultado práctico.
- Es importante reforzar un poco la preocupación por el sector forestal, porque hay que verlo como un sector de mucha importancia. En este momento, el país entero está viviendo la problemática del racionamiento, que no es más que una consecuencia del mal manejo de los recursos naturales.

La investigación forestal ha sido muy pobre en lo que tiene que ver con la parte de tecnología de preparación, de búsqueda de alternativas y de ahí el movimiento fuerte contra el tipo de especies usadas para la reforestación.

- El documento del doctor Murgueitio dice que los bosques que se están talando en el país son una cifra bastante significativa. En 40 años que lleva la reforestación en Colombia, se han talado 20 millones de hectáreas y se han implantado 150 000. En este aspecto hay interés del sector privado, que incluso investiga al sector forestal, pero no se ha desarrollado la investigación que le ofrezca una garantía. En el país hay muchos problemas pero no hay respuestas. Por ejemplo, con el problema del agua todos tratan de buscar responsables, pero nadie se ha preocupado por pensar en qué estado están las zonas de decantación.
- En lo relacionado con la investigación básica y su demandante, hay que mirar los mecanismos con los cuales se atiende al cliente y la infraestructura que se tiene para el proceso de investigación. En el país ha sido bastante débil la investigación básica porque se han buscado tecnologías que solucionen problemas inmediatos. Si se quiere salir competitiva y eficientemente a los mercados internacionales, es necesario contar con un buen sistema de investigación en todas sus fases (la básica, la aplicada y la adaptativa), destacando que los mecanismos de investigación básica deben buscar la atención de los mercados. Para que los productos lleguen al supermercado es posible que se haya tenido que pasar por un proceso de investigación básica eficiente. Esto es crucial si se quiere entrar en el siglo próximo competitivamente.
- La investigación de tipo macroeconómico como herramienta para planificar actividades productivas, realizar y programar la actividad de la investigación, ¿debe ser una iniciativa privada o debe ser una responsabilidad del Estado? Si es una responsabilidad del Estado debería una institución, por ejemplo Colciencias, con amplia presencia nacional, asumir esa responsabilidad.
- En Colombia no se ha conformado *la comunidad científica*; se ha venido hablando de ella, pero no se ha definido. Las personas que estamos aquí nos preguntamos en este momento: ¿somos parte de la comunidad científica? ¿Cuál es el perfil ético de cada uno de nosotros frente a esa comunidad científica? ¿Está aquí representada la comunidad científica colombiana? Creo que no, y esa es la falla del sesgo a que nos está llevando la propuesta de la primera mesa. Considero que aquí faltan biólogos, sociólogos, periodistas, químicos, ingenieros. Estamos representados por médicos veterinarios, agrónomos y zootecnistas, pero aquí no está la comunidad científica que nos ponga a pensar en términos de futuro en una forma realista. Existen sesgos traídos de nuestras propias profesiones. Por tanto, hay que hacer un llamado en nombre de la biología, la química, la

ecología, la física y la microbiología para que no se olvide que ellas son la base o fundamentación de nuestro desarrollo.

- Es importante que la parte macroeconómica nos dé el marco general de hacia dónde debemos orientar la investigación, si la debe hacer el ICA, o no. Además tiene que orientar la investigación agroindustrial para que las actividades científicas del agro sean tanto horizontales como verticales.
- Se debe acoger por el mismo Colciencias o por otras instituciones la parte de capacitación de recursos humanos altamente calificados. En este proceso de formación es indispensable tener en cuenta la investigación nueva, referida a sistemas de producción de la agricultura sostenible, para la cual existe un déficit en la parte técnica, en particular en lo referido al enfoque de sistemas, a la fase de cuantificación y cualificación de modelos, cuyo uso en un momento dado facilita a las instituciones de investigación conocer nuevas formas o sistemas de producción.
- En Colombia hace falta la formación de profesionales especializados en la parte de negociación de tecnología, manejo de patentes y transferencia de tecnología. Por ejemplo, es importante que a nivel de la universidad se consultara cómo se puede ofrecer un producto que ha salido de los laboratorios de la universidad hacia el mercado. Se debería conformar un grupo asesor altamente especializado en estos dos aspectos para efectos de recibir la asesoría necesaria, que en un momento dado pueda llenar estos vacíos detectados en el trabajo universitario.
- Se mencionó, pero no con suficiente énfasis, cuando se dijo que queremos formación de magísteres y doctores, que todo el sistema de promoción está orientado hacia el doctorado, lo cual implica que se está subestimando la maestría. En esto hay un tremendo error porque Colombia no puede promover solo doctorados y pasar por alto ese paso intermedio que es la maestría. Este fenómeno puede tener dos aspectos supremamente funestos:
 - En cuanto al estímulo para el desarrollo académico en las universidades, existen algunas que en este momento no van a poder participar de esa torta que está ofreciéndose para el doctorado y entonces el magíster no les va interesar. En concreto se considera que no hay contradicción en impulsar los postgrados como un continuo y la maestría como una preparación intermedia para posteriormente ingresar en el doctorado.
 - En relación con la distribución del trabajo científico, hay más gente que prefiere quedarse como magíster. Entonces va a haber excelentes magísteres, excelentes técnicos y excelentes personas que contribuyan al equipo de investigación, pero si todos son doctores, entonces se puede decir que hay demasiados doctores y muy poca gente tratando de poner en práctica lo que estos doctores son capaces de generar.
- En las conclusiones se dijo que hay que apoyar a todos los niveles de postgrado; por tanto, no se puede plantear que el apoyo que está tratando de dar Colciencias a los doctorados sea una cuestión excluyente. Hay que

tomar algunas decisiones políticas que son las que se han tomado en el país, no al azar, sino después de estudios de varios años que conducen a decir que a Colombia le están haciendo falta doctorados de manera general, es decir, que está haciendo falta capacitar gente para la próxima generación de manera general a nivel doctoral. Esto es importante porque, entre otras cosas, si no hay doctores, no hay profesores para el magíster y los postgrados. Una buena estrategia para apoyar magísteres, postgrados y otros, es tener a unos cuantos líderes formados al más alto nivel posible.

La estrategia de Colciencias se basa en que frente a los escasos recursos existentes para la formación de recursos humanos, no se pueden colocar al mismo tiempo todas las ofertas porque quedaría irrisorio el apoyo en cualquiera de ellas; por tanto, no se puede colocar a todos en la categoría de los doctorados, que ha estado sumamente descuidada en el país durante muchos años. Por eso el esfuerzo de Colciencias de apoyar la promoción de doctorados. Hay otra forma indirecta de apoyar la maestría, mediante aquellas que de verdad van a pasar proyectos de investigación, aunque infortunadamente no son muchas las que hay.

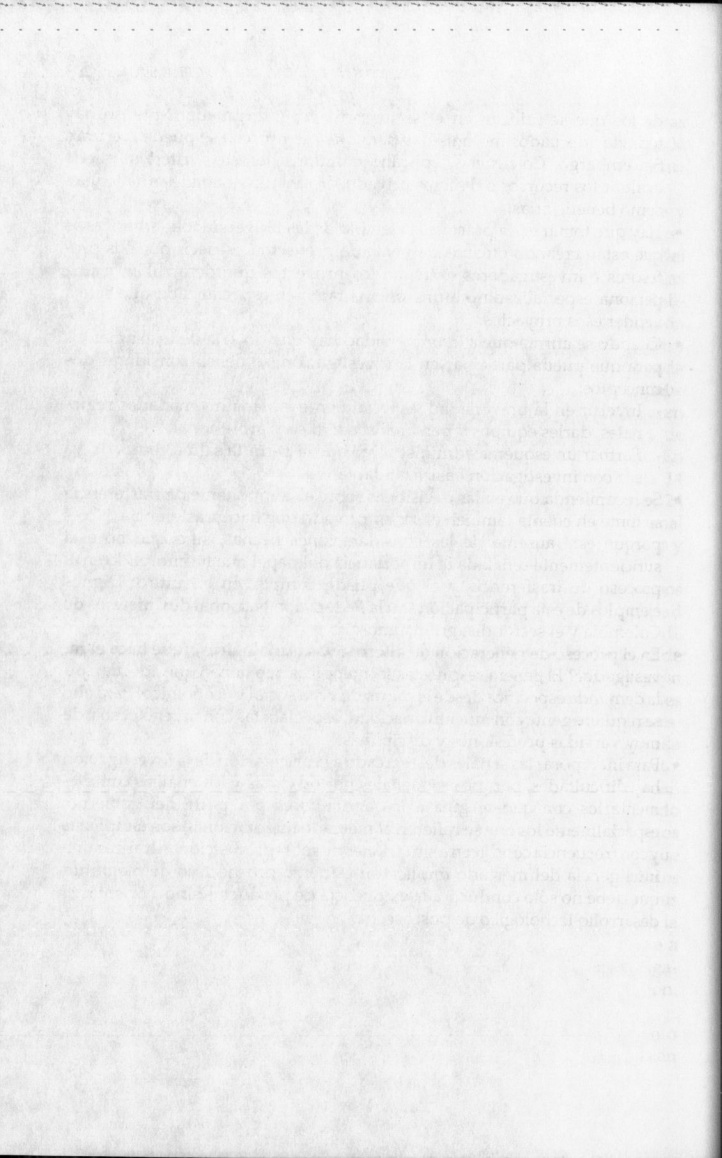
- Debería ser más explícito el propósito de asignarle a la investigación básica recursos específicos del Estado, ya que a la empresa privada no le interesa la investigación básica. Le interesa ante todo el mercado. La universidad es la que tiene que recibir, y altamente, los apoyos para realizar investigación básica.
- La investigación básica no debe ser preocupación y responsabilidad exclusiva del sector público, porque el sector privado de todas maneras se beneficia de la investigación básica, así sus resultados le lleguen como investigación aplicada. Pero el proceso se inició como investigación básica y el sector privado recibe beneficios de esa investigación que empezó como tal.
- En el desarrollo del proceso investigativo, la inversión en equipos tiene que ser dinámica, puesto que estos quedan rápidamente obsoletos y tienen que modernizarse, para lo cual no siempre se dispone del presupuesto de inversión. Por tanto, deben desarrollarse mecanismos que garanticen precisamente que la adquisición de equipos sea un proceso dinámico, factible y no por épocas.
- A la investigación le faltan mecanismos y estrategias para buscar recursos que existen a nivel internacional. En este aspecto somos muy pasivos, no hay un mecanismo de inteligencia a nivel internacional para que busque recursos en los mercados internacionales.
- En el país, además de que los presupuestos para investigación son escasos, están mal administrados. Se requiere que los recursos lleguen oportunamente para el desarrollo de la investigación. Además, para que los recursos financieros y humanos, especialmente los financieros se utilicen, las instituciones deben tener una infraestructura apropiada. En muchas

oportunidades, las solicitudes a Colciencias llegan con infraestructuras que no han sido claramente dimensionadas y entonces el costo de la investigación es mucho mayor. Se tiene que crear primero una infraestructura para que los recursos produzcan eficientemente.

- En el país, entre 1990 y 1992, la financiación de proyectos de ciencia y tecnología (presupuesto de inversión ejecutado por Colciencias) se incrementó en 142%. En términos reales se encuentra que este aumento fue del 86% en dólares. La gran mayoría de esta investigación ha ido a las universidades, las cuales han podido aprovechar esta mayor disponibilidad de recursos. Por otro lado, a pesar del clima favorable para la inversión privada en ciencia y tecnología, no hubo fuertes inversiones en 1991, pero en este año está comenzando a recuperarse y para 1993 se espera la llegada masiva de solicitudes del sector privado. Lo más interesante, y que se debe resaltar, es el aumento de la participación de las actividades científicas en la vida universitaria colombiana, no solamente por los porcentajes de incremento en el valor sino por la apertura a nuevas instituciones. En efecto, en 1990 habían pasado por las base de datos de Colciencias 14 universidades con proyectos, mientras que en el momento actual hay 24 universidades presentando proyectos de investigación al Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, representadas por las universidades pequeñas y medianas que están empezando a recibir recursos.
- Existe inquietud sobre los mecanismos de inversión y control de recursos sobre la base de proyectos. El asunto es si no habrá cierta incompatibilidad entre la decisión de impulsar líneas de investigación y consolidar tipos de investigación y el mecanismo de asignación y control por contabilidad de proyectos y bonificaciones, máxime cuando estos equipos de investigación deben un poco su existencia a un proceso de búsqueda, en muchas partes de financiaciones, que sumadas todas posibilitan el desarrollo de la investigación, especialmente cuando hay graves dificultades y cuellos de botella en la asignación oportuna de los recursos específicos para cada proyecto.
- El país está sufriendo una reforma tributaria que tiene unos aspectos positivos para la investigación. Un de sus artículos dice que el sector privado que invierta en ciencia y tecnología va a tener una exención de impuestos de renta hasta de un 20%. Esto hay que promocionarlo más y hay que hacerlo ver al sector privado, el cual tiene unos incentivos importantes para invertir en ciencia y tecnología. Además, el artículo 60. en uno de sus tantos apartes dice que la importación de equipos y de reactivos para la investigación está libre de aranceles, es decir, que se va a tener acceso a equipos, reactivos, enzimas y a todo lo que se requiere para la investigación, sin necesidad de pagar los costos de los aranceles de importación. Esto tampoco se ha promocionado suficientemente.
- Es sumamente importante que no sólo se haga evaluación y seguimiento de la buena inversión o del buen uso de los recursos públicos, sino también

de los que se utilizan en el sector privado; infortunadamente no hay todavía adecuados mecanismos para que ese proceso se pueda efectuar. Sin embargo, Colciencias, aplicando algunos de estos criterios, puede evaluar los recursos del sector privado, en las universidades que tengan como beneficiarias.

- Hay que tomar en la práctica el ejemplo de las universidades americanas que están creando oficinas de venta de proyectos, es decir que sus profesores e investigadores entregan los proyectos que desarrollan a una persona especializada o a una oficina también especializada que sale a vender esos proyectos.
- Cuando se afirma que a la universidad hay que dotarla de instrumentos para que pueda participar en la investigación, se deben considerar dos conceptos:
 - Invertir en la universidad, especialmente en las universidades regionales, darles equipos y personal académico y profesional.
 - Formar un esquema administrativo que le permita salir a competir, ya sea con investigación básica o adaptativa.
- Se recomienda que en las decisiones sobre el componente de transferencia se tome en cuenta también el sector privado que hace transferencia. No es porque esté ausente de las consideraciones hechas, sino que no está suficientemente señalada la importancia del papel que ha cumplido en el proceso de transferencia y el que puede cumplir en el futuro. Dignos ejemplos de esta participación son la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y el sector de agroinsumos.
- En el proceso de generación de alternativas tecnológicas, ¿qué hace el investigador? El genera respuestas tecnológicas que tienen que adecuarse a la demanda específica desde el punto de vista social y económico. Para ello se requiere gente con mucha capacidad, especialistas con mucho peso y de muy variadas profesiones y disciplinas.
- Para incorporar las señales del mercado a la orientación de la investigación hay dificultades, porque esas señales no son claras y los análisis complementarios con que se guía a los agricultores por parte del gobierno, especialmente los que se refieren al mercado internacional, son simplistas y con frecuencia conducen a situaciones de sobreproducción. Alcanzar una inteligencia del mercado implica un esfuerzo prospectivo de magnitud que debe no sólo conducir a la escogencia de productos sino a orientar el desarrollo tecnológico de poscosecha.



ANEXOS

ANEXO 1

PROYECTOS DE INVESTIGACION DEL PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS, EN EJECUCION

1. Nombre del proyecto: *Manejo de suelos en minifundios de ladera de la región Andina mediante la rotación de cultivos.*
Código: 2106-07-008-88.
Entidad: ICA.
Valor aprobado: \$55 765 000.
2. Nombre del proyecto: *Ciclo de nutrientes en la caña de azúcar y árboles forrajeros como base para el desarrollo de sistemas productivos sostenibles para agroecosistemas tropicales.*
Código: 2237-07-005-89.
Entidad: IMCA - CIPAV.
Valor aprobado: \$25 169 300.
3. Nombre del proyecto: *Mejoramiento de las hornillas paneleras.*
Código: 2106-07-018-89.
Entidad: ICA - CIMPA
Valor aprobado: \$23 587 000.
4. Nombre del proyecto: *Adaptación, selección y multiplicación de variedad de caña para la producción panelera.*
Código: 2106-07-017-89.
Entidad: ICA - CIMPA.
Valor aprobado: \$44 197 000.
5. Nombre del proyecto: *Búsqueda de una metodología adecuada para el establecimiento de programas de control biológico en zonas campesinas.*
Código: 4545-07-001-90.
Entidad: Celater.
Valor aprobado: \$39 365 000.
6. Nombre del proyecto: *Morfofisiología de la implantación en bovinos y ovinos y mortalidad embrionaria.*
Código: 101-07-028-90.

- Entidad: Universidad Nacional.
Investigador: Aureliano Hernández.
Valor aprobado: \$56 870 000.
7. Nombre del proyecto: *Uso de extractos vegetales como biorreguladores de la actividad de hongos e insectos en cultivos hidropónicos de hortalizas.*
Código: 1103-07-002-90.
Entidad: Universidad del Cauca.
Valor aprobado: \$18 516 000.
8. Nombre del proyecto: *Contribución al estudio integrado del aguacate.*
Código: 1248-07-001-90.
Entidad: Universidad Gran Colombia.
Valor aprobado: \$8 600 000.
9. Nombre del proyecto: *Estudios preliminares sobre oveja africana, como base para incorporarla al sector productivo en el norte del Tolima.*
Entidad: Corporación Universitaria de Ciencias Agropecuarias.
Código: 1255-07-001-91.
Investigador: Guillermo Mateus.
Valor aprobado: \$5 943 000.
10. Nombre del proyecto: *Efecto de las características nutricionales de la dieta sobre el desarrollo del ovario en la cachama blanca, Piaractus brachyomum.*
Código: 1122-09-002-91.
Entidad: Universidad Tecnológica de los Llanos Orientales.
Investigador: Walter Vásquez.
Valor aprobado: \$7 500 000.
11. Nombre del proyecto: *Obtención y caracterización de sustancias húmicas de lumbricompuestos y su uso en recuperación de suelos erosionados.*
Código: 1120-07-001-92.
Entidad: Universidad Nacional, seccional Palmira.
Investigador: Jairo Gómez Zambrano.
Valor aprobado: \$20 827 000.
12. Nombre del proyecto: *Digestibilidad in vivo e in vitro de algunas malezas forrajeras utilizadas en la alimentación de cuyes (Cavia porcellus) tipo carne.*
Código: 1104-07-008-92.
Entidad: Universidad de Nariño.
Valor aprobado: \$9 456 000.
13. Nombre del proyecto: *Selección por prueba de progenie y prueba de comportamiento en cuyes.*
Código: 1104-07-003-92.
Entidad: Universidad de Nariño.
Valor aprobado: \$6 210 000.
14. Nombre del proyecto: *Caracterización del páramo de Pachacual como centro de almacenamiento de productos perecederos.*
Código: 1121-07-002-90.
Valor aprobado: \$17 600 000 (adición presupuestaria).

ANEXO 2

PARTICIPANTES EN EL SIMPOSIO DEL PROGRAMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIAS AGROPECUARIAS

Andrés Laignelet Sierra

Floramérica S.A.

José Enrique Luque Carulla	Luque Carulla & Asociados
David Manzur Macías	Universidad de Caldas
Isaías Tobasura Acuña	Universidad de Caldas
Germán Gabriel Corredor Rengifo	Universidad de Caldas
Germán Afanador Téllez	ICA
Luis Alfredo Agudelo V.	ICA
Carlos Alberto Arango Rojas	Universidad de Caldas
Manuel Antonio Arango Botero	Gobernación del Quindío
Luis Fabio Aranzazu Hernández	ICA
Germán Arbeláez Torres	Universidad Nacional
Manuel Aristizábal Loaiza	Universidad de Caldas
Luis Evaristo Ayuso M.	Universidad de la Sabana
Jesús Antonio Betancourt E.	ICA
Hernán Burbano Orjuela	Universidad de Nariño
José Elmer Castaño Ramírez	Universidad de Caldas
Climaco Cassalett Dávila	Cenicafé
Luis Alberto Cervantes Z.	UPTC
Gabriel Cruz Cerón	Universidad de Caldas
Guillermo León Cruz Rojas	UPTC
Luis Edgar Cruz	Corpes Orinoquia
Hernán Chaverra Gil	IICA
Paul Dehousse A.	Agricultura Biológica
Sara de Newball	Universidad del Magdalena
Marina Sánchez de Prager	Universidad Nacional, Palmira
Inés Cavalier de Ferrero	Fundación Erigaie
Jaime Escobar López	Universidad de La Salle
Santiago Fonseca-Martínez	Consultor independiente
José Uriel Giraldo Gallón	Universidad de Caldas
Pedro León Gómez Cuervo	Cenipalma
Aureliano Hernández Vásquez	Universidad Nacional
Octavio Jaramillo Hoyos	Cafeteros de Caldas
Jairo Eduardo Leguizamón C.	Cenicafé
Héctor Hugo Li Pun	CIID
César Augusto Lobo Arias	ICA-GTZ
Clemencia Londoño Ramírez	Bioplantas
Nilson López Soto	Universidad Nacional
Alejandro Madrigal Cardoño	Universidad Nacional, Medellín
Gabriel Cadena Gómez	Cenicafé
Dimas Malagón Castro	IGAC
Jens Mesa Dishington	Fedepalma
Antonio Hemerson Moncada Angel	Universidad de Antioquia
Edgardo Moscardi	IICA
Fernando Munévar Martínez	CUDCA
Enrique Murgueitio Restrepo	CIPAV
Barry Nestel	ISNAR
Andrés Ricardo Novoa Barrero	PROCADI
Alberto Orrego Uribe	ICA
Héctor Fabio Ospina Ospina	Cenicafé
Jorge Ossa L.	Universidad de Antioquia
Germán Parra Valencia	Inciva
Fabio Polanía Fierro	Fenalce
Henry Polanco Rodríguez	Universidad Nacional
Rafael Posada Torres	Consultor independiente
Martín Prager Mosquera	Celater
Paolo de Martiis	CUP Girardot
Blanca Edilia Raigosa Vargas	Universidad de Caldas
Alba Nydia Restrepo	C.U. Sta. Rosa de Cabal
Bernardo Rivera Sánchez	ICA
Gonzalo Roa Mejía	Cenicafé

<i>Gabriel Roveda Hoyos</i>	Consultor independiente
<i>Carlos Enrique Rubio Gómez</i>	Vikingos de Colombia S.A.
<i>Guillermo Rudas</i>	Universidad Javeriana
<i>Fernando Salazar Holguín</i>	DNP
<i>Nubia Inés Sierra Cardona</i>	Unisarc
<i>Carlos Arturo Silva Castro</i>	ICA
<i>Aníbal Leonidas Tapiero Ortiz</i>	ICA
<i>Ignacio Umaña Mallarino</i>	Federacafé
<i>Alvaro F. Uribe Calad</i>	SAC
<i>María Valenzuela</i>	Asocolflores
<i>Jorge Enrique Vargas Collazos</i>	CVC
<i>Silvio Guillermo Vergara Vergara</i>	Zoosan S.A.
<i>Juan Manuel de Castells</i>	Consultor independiente
<i>Manuel José Echeverry López</i>	Federacafé
<i>Alvaro Rodríguez Grandas</i>	Federacafé
<i>Felipe Jaramillo Jaramillo</i>	DNP
<i>Angela Martha Rojas de Hernández</i>	Universidad del Valle
<i>Oscar Castaño Parra</i>	Universidad de Caldas
<i>Ricardo Torres Carrasco</i>	Cega
<i>Juan José Plata Caviedes</i>	Colciencias
<i>Jaime Navas Alvarado</i>	ICA
<i>Pedro José Amaya Pulido</i>	Universidad Nacional-ICA
<i>Laura Esperanza Rugeles</i>	ICA
<i>Arthemio López</i>	Cenicafé
<i>Hernando Rincón González</i>	Centro Frutícola Andino
<i>Clemente Forero Pineda</i>	Colciencias
<i>José Luis Villaveces</i>	Colciencias
<i>Martha Cecilia Gómez Lucena</i>	Colciencias
<i>Martha Ligia Guevara Quintero</i>	Colciencias

Este libro terminó de imprimirse
en los talleres de Tercer Mundo Editores
en septiembre de 1993, Santa Fe de Bogotá, Colombia
Apartado Aéreo 4817.

ESTRATEGIAS

La actividad de los Programas Nacionales se enmarca dentro de las siguientes estrategias transversales:

ARTICULACIÓN de las actividades de ciencia y tecnología a través de la creación y fortalecimiento de redes disciplinarias y temáticas.

REGIONALIZACIÓN de la actividad científica y tecnológica para que las regiones puedan acceder en forma directa a los procesos de producción y apropiación del conocimiento para enfrentar sus desafíos específicos.

CONSOLIDACIÓN de la comunidad científica y de desarrollo tecnológico en grupos de investigación con una dinámica innovadora.

VALORIZACIÓN DEL CONOCIMIENTO por medio de su integración a los sectores productivos, a la solución de los problemas sociales y al desarrollo cultural.

INTERNACIONALIZACIÓN de la actividad científica y tecnológica para impulsar los procesos de apertura económica y la incorporación del país a la sociedad mundial. La red colombiana de investigadores en el exterior -Red Caldas-, y los programas de repatriación e inmigración de científicos son instrumentos complementarios de esta estrategia.

FORMACIÓN DE INVESTIGADORES al más alto nivel, especialmente en el de doctorado, dentro y fuera del país.

INCORPORACIÓN A LA CULTURA COLOMBIANA de la ciencia y la tecnología mediante el estímulo a la creatividad y a una relación más estrecha de todos los sectores sociales con el conocimiento.

La construcción de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología abierto, no excluyente y participativo ha creado nuevos espacios para la creatividad científica y la innovación tecnológica en Colombia.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y los Consejos de los Programas Nacionales, conformados por investigadores, miembros del sector privado y funcionarios del Estado, orientan el Sistema. Los grupos de investigación interactúan con los Consejos haciendo sus propios ejercicios de planeación estratégica. Con esto se posibilita la negociación de sus planes, y su incorporación en la orientación general de las actividades nacionales de ciencia y tecnología. El amplio trabajo de planeación participativa que se desarrolló a lo largo de 1992, sentó las bases de esta relación entre los programas nacionales y los grupos de investigación.

En estos libros se recogen los ricos materiales producidos durante ese primer año de funcionamiento del nuevo Sistema. Es un arduo camino el recorrido desde la convocatoria de la Misión de Ciencia y Tecnología, y la expedición de la Ley 29 de 1990 y de los Decretos que le dieron forma al Sistema.

Existen ahora mejores condiciones para que la actividad científica y tecnológica pueda desplegarse en Colombia. La iniciativa y la responsabilidad se desplazan, en gran medida del Estado a los empresarios, los investigadores y las universidades. Esta nueva alianza es indispensable para que la creatividad y el conocimiento científico apoyen el desarrollo económico, el desenvolvimiento cultural y la entrada de Colombia en condiciones favorables a la sociedad mundial.

