

REPUBLICA DEL ECUADOR  
SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO  
DE SEGURIDAD NACIONAL  
INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS  
NACIONALES



CUERPO DE CURSANTES  
**X Curso Superior de Seguridad Nacional y  
Desarrollo**

TRABAJO DE INVESTIGACION INDIVIDUAL

"ESTUDIO DE LA CIENCIA Y TECNOLOGIA EN EL ECUADOR.  
PRESENTE Y FUTURO".

DR. RAUL DE LA TORRE

1.982

## PROLOGO

El presente Trabajo de Investigación Individual, por obvias razones no pretende abarcar en forma detallada y profunda todos los aspectos que conforman la problemática científica y tecnológica del Ecuador. Por el contrario, y dadas las limitaciones de tiempo, se espera que este estudio sea considerado sólo como una contribución para comprender mejor el complicado campo de la ciencia y la tecnología en el país, su situación actual y sus proyecciones futuras. En los primeros capítulos se han abordado los temas relacionados con la importancia de la ciencia y la tecnología y su papel en el desarrollo nacional, la capacidad científica y tecnológica del país y las políticas oficiales que contemplan acciones inmediatas y planes para su ulterior desenvolvimiento. Al cubrir los diferentes tópicos, paralelamente a la presentación de la información pertinente disponible, se ha realizado una discusión crítica emitiéndose comentarios personales o corroborando juicios previamente expuestos por autoridades en la materia.

En razón de la formación y experiencia profesionales del autor, en el último capítulo se ha abordado con un tanto más de detenimiento el tema de la tecnología agropecuaria, dando especial énfasis a la nueva orientación que la investigación agropecuaria está tomando en el país y que por su importancia para mejorar el nivel de vida campesino, debería ser objeto de mayor difusión y conocimiento, sobre todo por parte de las autoridades con poder de decisión en materia de política agropecuaria, a fin de conseguir el apoyo y respaldo necesarios.

El autor quiere dejar constancia de su sincero agradecimiento al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, al Instituto de Altos Estudios Nacionales en las personas de sus directivos, asesores y personal administrativo y de apoyo, lo mismo que al Dr. Eduardo Borja Illescas por su valiosa ayuda en la supervisión y revisión del

presente trabajo. A su esposa María Eugenia, por su ayuda en el mecanografiado del trabajo, el autor hace llegar igualmente su agradecimiento.

## INDICE

	<u>PAGINA</u>
INTRODUCCION	1
CAPITULO I. EL PAPEL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN EL DESARROLLO	4
CAPITULO II. LA INFRAESTRUCTURA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA DEL ECUADOR	9
A. Recursos Humanos	10
B. Recursos Materiales	12
CAPITULO III. POLITICAS ACTUALES DE DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO	18
A. Ley del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología	18
B. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)	20
C. Políticas para el desarrollo científico y tecnológico por sectores	23
1. Sector Industrial	23
2. Sector Agropecuario	26
3. Recursos Naturales	29
4. Energía	30
5. Vivienda	32
6. Educación	33
7. Salud	38
8. Medio Ambiente y Saneamiento Ambiental	40
9. Ciencia y Tecnología Nuclear	41
CAPITULO IV. TECNOLOGIA AGROPECUARIA: NUEVOS ENFOQUES PARA LA GENERACION Y TRANSFERENCIA	44

	<u>PAGINA</u>
A. El Modelo Clásico de Investigación Agropecuaria en el Ecuador	46
B. Investigación en Sistemas de Producción orientados al Pequeño Agricultor	49
1. Programas de Investigación en Producción	52
2. Investigación-Desarrollo: Estrategia de Eco-desarrollo	59
3. Desarrollo de Sistemas Integrados de Producción Agro-Silvo-Pastoril para el trópico húmedo	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFIA	75
ANEXO A. LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	78
AUTORIZACION DE PUBLICACION	93

## LISTA DE GRAFICOS

	<u>PAGINA</u>
GRAFICO Nº 1	
Circunstancias que afectan la selección de una tecnología por el agricultor	51
GRAFICO Nº 2	
INIAP: Estructura de la división Agrope- cuaria y funcionamiento del nuevo Progra- ma de Investigación en Producción	55
GRAFICO Nº 3	
INIAP: Esquema de trabajo del Programa de Investigación en Producción	57
GRAFICO Nº 4	
Vista global de un Programa Integrado de investigación en el campo de los agricul- tores.	58

## INTRODUCCION

La ciencia como un proceso encaminado a la comprensión de la realidad del universo y de los fenómenos que en él ocurren, y la tecnología, concebida como el conjunto de destrezas y "herramientas" empleadas por el hombre para dominar la naturaleza y de este modo lograr una existencia más digna, constituyen hoy en día uno de los pilares fundamentales sobre los que se sustenta la sociedad moderna. No ha de entenderse lo anterior, sin embargo, como que el desarrollo de nuestro país, su transformación social, económica y política, podrán ser alcanzados con la sola aplicación de una política nacional de Ciencia y Tecnología, por más que ésta haya sido concebida en los mejores términos y en su configuración intervengan todos los elementos físicos, humanos y financieros necesarios para llevar adelante una verdadera transformación científico-técnica. El desarrollo integral de nuestro país demanda, más bien, de modificaciones estructurales dentro de las cuales un cambio de los mecanismos empleados para la generación o adaptación científica y tecnológica y su transferencia, representa solamente una parte.

El desenvolvimiento de la ciencia y la técnica puede lograrse únicamente a través del fortalecimiento de la investigación científica y tecnológica. Las tecnologías así generadas, para que tengan validez dentro del contexto de la sociedad ecuatoriana, tienen que ser propias, sin dependencia, y, sobre todo, deben contribuir a resolver los grandes problemas de las mayorías, erradicando el hambre y la miseria, y elevando el nivel cultural del pueblo.

Nuestro país tiene urgencia de superar la actual situación de retraso y dependencia; necesitamos en primer lugar conocer nuestra realidad y aprender a reconocer nuestros valores y nuestras limitaciones, para de allí partir en la tarea constructiva, si verdaderamente pretendemos reformar el medio físico y social en el que nos desenvolvemos.

En este sentido, es indispensable primeramente comprender que el proceso de desarrollo de un pueblo no implica solamente la satisfac

ción de aquellas necesidades del ser humano que, por su importancia económica directa e inmediata son susceptibles de solucionarse por medio de la producción agrícola y manufacturera. Por el contrario, un sistema de Ciencia y Tecnología debe considerar e incluir también, como componente fundamental, el desarrollo de ciertos sectores no productivos como el de la educación, la organización social, la estructura jurídica, etc. En segundo lugar, no debe prescindirse de una realidad: somos un país esencialmente agrícola y seguiremos siéndolo, toda vez que la riqueza transitoria del petróleo parece haber concluído. Consiguientemente, el desarrollo científico y tecnológico habrá de partir del fortalecimiento y promoción de la tecnología agropecuaria, para luego, como lo advirtiera el actual Presidente de la República,<sup>1/</sup> "ampliar la capacidad nacional de investigación científica, promover la recuperación y mejoramiento de las tecnologías que usó la sociedad indígena y establecer condiciones adecuadas para la transferencia, utilización, adaptación y creación de conocimientos científicos y técnicos provenientes del mundo industrializado".

Del buen uso que se haga de la tecnología depende en gran medida el éxito que se alcance en la consecución de su noble cometido, que no es otro que el servir a los grandes intereses nacionales en la construcción de una sociedad más justa.

Por ningún motivo ésta deberá convertirse en un instrumento de dominación de unos pocos, ni tampoco en el arma que amenace la supervivencia de la humanidad.

Finalmente, a manera de ilustración, conviene transcribir en las siguientes líneas un pensamiento del autor Peter Drucker<sup>2/</sup> respecto a la tecnología:

---

<sup>1/</sup> Osvaldo Hurtado L., discurso del Vicepresidente de la República pronunciado en la inauguración del I Seminario Nacional sobre Ciencia y Tecnología. Quito, Mayo 28/80.

<sup>2/</sup> Peter F. Drucker, Tecnología, Administración y Sociedad, (Mexico: Editorial Roble, 7ª Ed.,1970),p.52.

## CAPITULO I

### EL PAPEL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA EN EL DESARROLLO

La Ciencia y la Tecnología entendidas como la utilización planificada y conveniente de todas las fuerzas y de todos los recursos del conocimiento para resolver los problemas de la economía nacional, de la defensa y del desenvolvimiento cultural de una sociedad, se presentan en el mundo contemporáneo como los factores que confieren más dinamismo y edificación al proceso de desarrollo integral de los pueblos.

Para Herrera<sup>1/</sup>, la Ciencia y la Tecnología juegan un papel indiscutible en el desarrollo de los países, no solamente porque propician la satisfacción de sus necesidades internas, sino porque al rebasar este campo se han convertido en un instrumento de poder político y económico y en un elemento de influencia y de equilibrio de poderes.

Bien puede afirmarse que el futuro de una sociedad cada vez depende más de los avances científicos y de las innovaciones tecnológicas. Por esta razón y con toda certeza se ha expresado que los países que más progresan son aquellos que disponen de mejor tecnología, pues en las actividades productivas ésta se ha constituido en un factor de producción tan importante como el capital, el trabajo, las materias primas o la administración.

A la luz de estas consideraciones, es lógico deducir que la brecha existente entre los países desarrollados y los países subdesarrollados o de menor desarrollo relativo, está determinada en gran medida por el grado de avance y dominio de la Ciencia y Tecnología modernas. En efecto, los primeros, cuyo sinónimo de "industrializados" justamente hace alusión a esta característica, a partir de la revolución industrial de fines del siglo pasado, han venido desarrollando sus eco

---

<sup>1/</sup> Washington Herrera, Un enfoque tecnológico con finalidad social, Revista Económica, El Comercio (Quito), Abril, 1982.

nomías, primero a través de la modernización de la industria primaria o productora de alimentos mediante la tecnificación de la agricultura, y luego, a través de un proceso acelerado de inventiva e innovación tecnológica en todos los campos de la industria y de la ciencia. Esta brecha que impone una clara línea divisoria, lejos de estrecharse va agrandándose día a día en cuanto el desarrollo de la investigación científica y tecnológica y su aplicación en el campo de la producción se constituye, cada vez con mayor fuerza, en patrimonio de los países industrializados. Consiguientemente, nuestros países observadores de un proceso en el cual poco tienen que decir, experimentan un retraso progresivo que los reafirma en su condición de dependientes y los vuelve más vulnerables.

La dependencia tecnológico-industrial, consolidada en el período de la post-guerra, se caracteriza fundamentalmente por el dominio tecnológico industrial de las corporaciones multinacionales que pasan a invertir en las industrias destinadas al mercado interno de los países subdesarrollados, y en el monopolio tecnológico ejercido por estas grandes empresas que obliga a la importación de maquinarias y aún materias primas para desarrollar las industrias locales. Sin embargo, como estos factores no se encuentran libremente disponibles en el mercado internacional sino que se hallan patentados y son propiedad exclusiva de las grandes empresas, éstas exigen el pago de regalías por su utilización o, en otros casos, los convierten en capitales y los introducen bajo la forma de inversiones propias. En ausencia casi completa de una formación científico-tecnológica, la supeditación a la tecnología de ciertos países desarrollados como queda indicado, hace cada vez más difícil nuestra superación y más compleja la dependencia económica y aún política.

Lavados<sup>2/</sup> estima que entre el desarrollo científico y las necesidades de desarrollo social y económico debe existir una correcta articulación y coherencia. La concepción de la ciencia como un fin o

---

<sup>2/</sup> Jaime Lavados, "Investigación e Infraestructura C y T". Política de Desarrollo Científico y Tecnológico, Primer Seminario Nacional, CONADE/UNESCO, Tomo II. (Quito: Editorial Voluntad, 1981) p.19.

como un instrumento, genera dificultades y contradicciones resultantes de la imperfecta articulación entre una ciencia que es naturalmente universal y los problemas socio-económicos que tienen característica local y particular. Agrega que, adicionalmente, dicha incoherencia se debe a la naturaleza del concepto mismo de "necesidad", ya que su significación concreta no es igual y unívoca para todos los grupos, estratos y actores de la sociedad, razón por la cual, una necesidad para que se transforme en una demanda susceptible de ser respondida por el sistema científico y tecnológico debe tener un nivel de especificidad tal que posibilite su manejo metodológico.

En consecuencia, las demandas de la sociedad por avances científicos y tecnológicos que aplicados contribuyan de manera efectiva a la solución de los problemas del ser humano, no son finalidades generales abstractas sino más bien preguntas definidas con fines económicos o sociales concretos. Por otra parte, y considerando que somos parte de un país pobre con escasos recursos y múltiples necesidades, debemos comprender la importancia que reviste la correcta identificación de las necesidades de la sociedad y la justa asignación de recursos económicos y humanos al desarrollo científico y tecnológico.

Bunge<sup>3/</sup> recomienda, antes de constituir o reforzar un sistema científico-tecnológico capaz de participar vigorosamente en el desarrollo nacional, empezar por distinguir sus componentes que son la ciencia y la técnica, para así poder establecer sus mutuas relaciones y definir el camino a seguir. Al considerar a la ciencia, el autor distingue, a su vez dos componentes: ciencia pura o básica y ciencia aplicada, y describe la naturaleza de los conocimientos generados por éstas y la forma en la que éstos se complementan para alimentar la técnica. En breves rasgos se pretende presentar, a continuación, una síntesis de estos conceptos.

---

<sup>3/</sup> Mario Bunge, "Ciencias básicas, Ciencia aplicada, Técnica y Producción" Política de Desarrollo Científico y Tecnológico, Primer Seminario Nacional, CONADE/UNESCO, Tomo II. (Quito: Editorial Voluntad, 1981) p. 51.

El conocimiento científico básico, por lo mismo que es básico, no es especializado en relación con problemas determinados y su estructura disciplinaria no la ata a necesidades socio-económicas particulares. La ciencia básica descansa sobre principios y leyes de la naturaleza que fueron formulados teniendo como motivación el deseo de comprender el mundo. Ninguna de las investigaciones básicas fue emprendida por motivos prácticos y sus resultados, por lo general, no encuentran una aplicación inmediata o amplia. Sin embargo, sin el curso del conocimiento básico es difícil, por no decir imposible, vislumbrar el desarrollo de conocimientos aplicados que contribuyan a resolver problemas prácticos. La ciencia aplicada se funda sobre la ciencia básica en el sentido de que utiliza los resultados alcanzados por la investigación básica, pero además se diferencia en que su objetivo es más restringido que el de la ciencia básica y, en que su propósito es siempre el cumplir una misión práctica aún cuando sea a largo plazo.

La técnica, por su parte, viene a ser la explotación máxima de una propiedad o ley descubierta en alguna investigación científica, ya básica, ya aplicada, y su núcleo es el invento. "El invento es el primer eslabón de una técnica o de una nueva etapa en una técnica establecida". La técnica o tecnología, en otras palabras, no es sino la aplicación que hace el hombre (inventor) de los conocimientos y resultados generados por la ciencia para diseñar artefactos o procedimientos que pueden o no resultar útiles en la búsqueda de soluciones a problemas prácticos. Es por esto que el inventor se distingue del científico (sólo en rarísimas ocasiones un inventor y un científico se han dado en una misma persona) en que el primero se las ingenia para crear algo nuevo, inexistente hasta entonces, merced a la explotación con sentido práctico de sus conocimientos, mientras que el científico (teórico o experimental) persigue conocer cómo son las cosas y la naturaleza.

Con estas consideraciones el preciso reconocer el valor de la ciencia básica y abandonar el prejuicio de que ésta constituye un lujo en cuanto no promete resultados prácticos inmediatos. No debe prescindir

dirse tampoco de un hecho: del aporte del conocimiento básico, depende el enriquecimiento y explotación de la ciencia aplicada que, en su turno, sirve de palanca para el desarrollo de la técnica. la ciencia posibilita la generación de tecnologías propias y en su ausencia el proceso se reduce a la importación de tecnologías, a menudo obsoletas e inapropiadas, que ahondan la dependencia antes anotada. La otra conclusión a la que el análisis anterior nos lleva es que en la asignación de recursos para el desenvolvimiento de la ciencia y de la técnica, debe existir un correcto equilibrio a efectos de que entre los tres componentes del sistema y el siguiente, la fase de desarrollo con objetivos de producción en gran escala, prevalezca una armoniosa distribución que posibilite la eficiente integración de los mismos sin interrupciones ni interferencias a todo lo largo del proceso.

## CAPITULO II

### LA INFRAESTRUCTURA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA DEL ECUADOR

La actividad científica en el Ecuador ha sido sumamente limitada, caracterizándose por la aparición esporádica de contribuciones personales no sujetas a plan alguno y, generalmente, aisladas y discontinuas. Ante la ausencia de participación de la variable científico-tecnológica en la formulación de planes, programas y proyectos de desarrollo a lo largo de toda la vida republicana de nuestro país, el avance de la ciencia y de los conocimientos por ésta generados ha sido mínimo. De allí que, el desarrollo tecnológico, dependiente y sustentado en los resultados de la investigación científica, haya sido hasta hoy incipiente y, por ende, incapaz de responder a las necesidades y demandas de la época contemporánea. Dicho en otras palabras, el Ecuador confronta una situación caracterizada por una oferta tecnológica extremadamente pequeña frente a una gran demanda que día a día experimenta signos de expansión.

El grado de importancia que los distintos países otorgan al desenvolvimiento científico y tecnológico se refleja en la magnitud de los recursos que éstos dedican a la investigación y desarrollo. Así por ejemplo, los Estados Unidos, la Unión Soviética y Alemania Occidental invierten anualmente en investigación y desarrollo más de 100 dólares por habitante, en tanto que Japón invierte 18 dólares y la República Popular China 8 dólares. Una estimación de la cuantía de inversión por este concepto en el caso de nuestro país revela que en el Ecuador se dedicaban (al menos en 1980) apenas 2 dólares por habitante. Los datos anteriores expresados en términos de porcentaje del Producto Interno Bruto, sobrepasan en el caso de los EE.UU. al 1 por ciento, mientras que en el Ecuador equivalen solamente al 0.2 por ciento del PIB<sup>1/</sup>.

La infraestructura científica y tecnológica ha sido definida

---

<sup>1/</sup> Washington Herrera, Un enfoque tecnológico con finalidad Social, Revista Económica, El Comercio (Quito), Abril, 1982.

como la capacidad funcionalmente eficiente de la cual un país dispone para responder a los requerimientos científicos y técnicos que eventualmente pueden surgir de las necesidades de desarrollo socio-económico<sup>2/</sup>. Esto significa que para elaborar estas respuestas, es necesario tener capacidad humana, tradición metodológica, laboratorios, conocimientos, técnicas y mecanismos de información adecuados y capacidad para analizar y reinterpretar esos conocimientos.

#### A. Recursos Humanos:

El elemento humano es el recurso fundamental para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica que exige de modo indispensable del concurso de investigadores calificados en sus diferentes niveles y especialidades.

El Ecuador como país subdesarrollado carece de tradición científica, atribuyéndose este fenómeno, principalmente, a los defectuosos sistemas de educación. En nuestro país, el problema de contar con un reducido número de científicos calificados, se agrava por el irracional aprovechamiento que se hace de este recurso humano. El Estado, lejos de reconocer la inversión educativa involucrada en la capacitación de un elemento calificado, no le ofrece estímulo alguno para el ejercicio de su función ni las condiciones adecuadas de trabajo y, más bien, lo desubica respecto a su especialización y termina perdiéndolo en beneficio de otros países que sí lo aprovechan.

Existe más posibilidades de desarrollar actividades científicas y tecnológicas de buen nivel, mientras más alta sea la calidad de la enseñanza que formalmente se entrega en una institución educativa. Cuando se dedica sólo a formar profesionales intermedios, muy poco será el estímulo para desarrollar trabajos de investigación científica y tecnológica.

---

<sup>2/</sup> Jaime Lavados, "Consideraciones sobre la política científica a partir de algunas experiencias mundiales" Desarrollo Científico y Tecnológico y Universidad. (Corp. de Promoción Universitaria, Santiago-Chile, 1973).

Resulta difícil precisar el número de científicos y tecnólogos de un país en un momento dado, más aún, cuando la mayoría de los métodos para medir el recurso humano científico y técnico disponible, son sólo determinaciones cuantitativas realizadas a partir de un cierto nivel dado por el grado o título universitario que el personal posee. La generalización que se haga a partir de esta cuantificación puede distorsionar la realidad, pues llevándola a un extremo podría suponerse que cualquier persona con título o grado post-secundario es un científico o tecnólogo por el solo hecho de trabajar en una institución dedicada a esas tareas. Es necesario, por lo tanto, hacer algunas precisiones de carácter cualitativo, como por ejemplo, el nivel académico, para de este modo tener una idea más aproximada de la disponibilidad de recursos humanos capacitados para realizar investigaciones en un área científica particular. Desafortunadamente, salvo contados casos representados por instituciones cuya función específica es la investigación, resulta imposible hacer una estimación y peor, arribar a cifras que hablen del número de científicos y tecnólogos por disciplina o campo de actividad en el Ecuador. Lo que sí puede afirmarse con un alto margen de seguridad es que, si nuestro país carece de tradición científica y técnica, y nuestra universidad hasta hace pocos años se limitaba a extender títulos profesionales, es decir, a habilitar personal para el cumplimiento de labores profesionales en la sociedad, pocos son los individuos realmente capacitados para desempeñar tareas de investigación. Lo anterior no significa de ningún modo que profesionales o aún personas sin título profesional no puedan abordar funciones investigativas, sino más bien, que las contribuciones que podrían esperarse de este elemento serían reducidas como para hablar de verdaderos equipos de trabajo resolviendo infinidad de problemas multidisciplinarios.

Por otra parte, si se toma en consideración la crisis por la que atraviesa nuestra universidad, la misma que ha sido reconocida por todos los sectores, llegaremos a la conclusión de que en los tiempos actuales, cuando los requerimientos por respuestas científicas y tecnológicas son mayores, cuantitativa y cualitativamente, la calidad de los profesionales preparados en los centros de educación superior, ha

sufrido una ostensible merma que no ofrece visos de solución a corto plazo.

Las políticas nacionales relativas a la formación de recursos humanos, en concordancia con las recomendaciones de la CACTAL<sup>3/</sup> deberían basarse en una escala de prioridades en cuanto a los problemas a solucionar, ubicados en el plano de la calidad de la enseñanza, la estructura y contenido de la educación superior, y la utilización adecuada de los recursos disponibles. La educación profesional, debe, además, orientarse hacia la capacitación del individuo para que pueda seguir adquiriendo en el trabajo o mediante estudios especiales, las habilidades que requiere en el ejercicio profesional y permitir la actualización regular de conocimientos en nuevas situaciones. Los programas de actualización deben incluir al personal docente de las instituciones de educación superior, a fin de elevar el nivel de formación de estos cuadros docentes.

Frente al problema de la sub-utilización o mala utilización de los recursos humanos, la CACTAL aboga por la toma de acciones tales como, el establecimiento de centros de orientación sobre el mercado de trabajo, la creación de mecanismos que faciliten la movilización entre sectores, y la aplicación de medidas que reduzcan las causas que motivan la emigración de los científicos y técnicos nacionales, y que estimulen el retorno de los que se encuentran en el exterior. Para lo último, es indispensable que se revisen, entre otras cosas, los regímenes salariales y se creen las oportunidades de trabajo del personal de investigación científica y tecnológica.

#### B. Recursos materiales:

Los principales elementos que constituyen la infraestructura

---

<sup>3/</sup> Organización de Estados Americanos, Conferencia Especializada sobre la Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al desarrollo de América Latina-CACTAL (Secretaría General de la OEA, Washington D.C., 1972).

física son los laboratorios, centros de investigación y plantas piloto con todos sus equipos, instalaciones, sistemas de comunicación y edificios.

Inclúyense, además, los recursos económicos y financieros aplicados a su funcionamiento y el sistema institucional de planificación, promoción, coordinación y estímulo a la investigación.

La caracterización que Da Silveira<sup>4/</sup> hace de la organización de la investigación científica y tecnológica en América Latina, describe con bastante exactitud la situación prevaleciente en nuestro país respecto a la infraestructura física. Así ese autor afirma que la actividad de investigación se encuentra dispersa, dentro y fuera de las universidades, en un gran número de pequeñas unidades sin que exista coordinación entre los grupos referidos, resaltando que la subdivisión de recursos mantiene a estas unidades en condiciones de permanente subequipamiento.

La falta de coordinación anotada trae como resultado que los escasos recursos disponibles se atomicen sin permitir su aprovechamiento racional al duplicarse esfuerzos aislados. Sería preferible contar con pocos centros de investigación bien equipados en lugar de una multiplicidad de éstos sin las indispensables instalaciones, equipos y otras facilidades necesarias para llevar adelante un trabajo serio, coherente y continuo.

El campo de las ciencias biológicas es quizás el que mejor infraestructura dispone en el país para la investigación, tanto básica como aplicada, sin que lo anterior quiera decir que el grado de equipamiento de los centros dedicados a esta labor (públicos y privados) sea el óptimo, ni que éstos en conjunto cuenten con una capacidad que les permita responder a todas las demandas por conocimientos y tecno-

---

<sup>4/</sup> Athos Da silveira, "Investigación Científica y Tecnológica" Conferencia dictada ante el Colegio Interamericano de Defensa el 15 de Octubre de 1970. (Tomado del Manual de Lecturas recomendadas para la 19ª semana del X Curso de SND, IAEN, 1982).

logías.

La investigación básica en ciencias biológicas está, en su mayor parte, concentrada en las Universidades. En este respecto, la Universidad Central de Quito cuenta con la Escuela de Biología de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, el Instituto de Ciencias Naturales y el Centro de Biología y, también la Facultad de Bioquímica para la investigación biológica. En Guayaquil, por su parte, la Universidad Estatal, a través de su Facultad de Ciencias Naturales, lleva a cabo investigación orientada fundamentalmente a la Biología marina básica. La Universidad Católica del Ecuador, igualmente, posee el Departamento de Biología, dependiente de la Facultad de ciencias de la Educación, donde se conducen estudios científicos con énfasis en las áreas de ecología, sistemática de fauna y flora, y biología celular en los campos de Genética, Biología del Desarrollo, Bioquímica y Microbiología.

Aparte del trabajo investigativo de las universidades, existen en el país ciertos institutos que también realizan investigación biológica básica, como el Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR) y el Instituto Nacional de Pesca, entidades más estrictamente vinculadas al estudio de los organismos marinos dentro de las áreas de embriología y citogenética, principalmente, y la Estación Biológica Charles Darwin, una organización privada que recibe subvención del Estado, ampliamente reconocida por la serie de proyectos de investigación que realiza en las Islas Galápagos.

Se considera que los centros investigativos antes nombrados, están dotados de plantas físicas con aulas, oficinas y laboratorios que disponen de los equipos y materiales suficientes para satisfacer las exigencias mínimas de la enseñanza y la investigación. Es más, existen planes y proyectos concretos que contemplan la ampliación o crecimiento de algunos de éstos.

En lo referente a investigación aplicada en el campo de las ciencias biológicas, el trabajo más destacado y que, por tanto, merece

ponerse en relieve, es aquel relacionado con la investigación agropecuaria. Aún cuando por disposición legal, la investigación agropecuaria es responsabilidad de una institución creada específicamente para tal fin: el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), algunas otras entidades públicas de desarrollo regional y las universidades conducen investigación en las distintas áreas de la producción agrícola y pecuaria. El INIAP con sus siete estaciones experimentales de primer orden y seis centros experimentales secundarios, representando la mayoría de las zonas ecológicas presentes en las tres regiones del Ecuador continental, es la institución que a lo largo de veinte años ha llevado la pauta en la investigación agropecuaria tendiente a adoptar tecnología desarrollada en otros países a nuestras condiciones, y a innovar o generar tecnologías propias de aplicación inmediata en la producción de cultivos y en la producción animal. La infraestructura física de sus estaciones experimentales es bastante completa pues, éstas están dotadas de los campos experimentales, construcciones, laboratorios, equipos, maquinaria, instrumentos y materiales indispensables para el cumplimiento de su misión. Las universidades nacionales, a través de las Facultades de Agronomía, Veterinaria, Zootécnica, y Silvicultura, conducen igualmente, investigación agropecuaria aunque en forma aislada, sin encuadrarse dentro de un esquema que responda a una planificación coherente y continua. Algunas de esas Facultades disponen de granjas experimentales con ciertas instalaciones fundamentales y otras, en adición, cuentan con laboratorios modernos bien equipados. La mayoría, sin embargo, carece de las facilidades materiales elementales, del mismo modo que ocurre en los organismos públicos de desarrollo regional, que hacen investigación práctica aunque muy limitada.

Dentro de la investigación en ciencias biológicas no puede dejarse fuera de esta breve descripción, a los laboratorios Izquieta Pérez del Instituto Nacional de Higiene y a los Laboratorios Veterinarios del Litoral y de la Sierra y Oriente, todos dependientes del Ministerio de Salud Pública. La calidad de los trabajos efectuados en estos centros es incuestionable, como lo es también su infraestructura física.

Ultimamente, la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, un organismo científico recientemente creado, se encuentra en proceso de implementación de su infraestructura de investigación para incursionar en el campo de la utilización de radio isótopos con fines pacíficos.

Otras instituciones como las Escuelas Politécnicas, el CLIRSEN, la Dirección General de Geología y Minas, CEPE, el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INERHI), el Instituto Geográfico Militar (IGM), disponen de laboratorios, equipos e instalaciones que les permiten cumplir sus fines investigativos en diverso grado, en sus respectivos campos.

A decir de Da Silveira <sup>5/</sup>, la investigación básica es la predominante en el sistema universitario, en tanto que la industria, no muestra mayor interés por la investigación aplicada y ha preferido comprar soluciones técnicas ya usadas en países desarrollados.

Con respecto a los recursos económicos y financieros aplicados al sistema de investigación, el mismo autor señala que éstos, a más de ser escasos, provienen casi totalmente del sector público, destacando que la participación de la industria en este sentido es casi nula. En los párrafos iniciales de este capítulo se hizo referencia a la cuantía de recursos económicos que en el Ecuador se destinaban a la investigación, indicándose que para el año 1980 éstos alcanzaban un valor equivalente al 0.2 por ciento del producto interno bruto. Del monto total solamente el 11.4% corresponde a la participación de las universidades, en tanto que el aporte de la empresa privada apenas contabilizaba 4%. Cabe añadirse que el Plan Nacional de Desarrollo, actualmente en vigencia, contempla un incremento de los recursos financieros destinados a la investigación con el propósito de pasar, en el transcurso del quinquenio, del 0.2 al 0.4 por ciento del PIB. Esta meta, aunque conlleva un aumento significativo respecto a la cifra anterior, dista todavía de la meta del 1% del PIB propuesta por la

---

<sup>5/</sup> Ibid.

UNESCO para los países en desarrollo.

Finalmente, debe hacerse hincapié en el hecho de que el desarrollo de una capacidad científica y tecnológica sólida es un proceso que demora varios años. El producir y entrenar personal, el hacer eficientes las instalaciones y adecuar los equipos, trabajar en ellos y adquirir experiencia y, el conectarse al flujo universal del conocimiento, no es un camino corto a recorrer sino, más bien, una tediosa tarea que usualmente requiere de algunos lustros. Es por esta razón que la infraestructura científica y tecnológica debe construirse previa a la aparición de requerimientos específicos o demandas concretas para que, de este modo, el sistema pueda responder a esos requerimientos específicos o demandas concretas en forma oportuna. Mientras más pronto un país edifique y desarrolle su capacidad científica y tecnológica, menos tiempo tardará en ganar experiencia y tradición científica. Por otra parte, es indispensable que esta capacidad sea lo suficientemente diversificada y equilibrada para no caer en una rigidez excesiva que dificulte la aparición de respuestas tecnológicas frente a problemas multidisciplinarios no definidos totalmente con anterioridad.

### CAPITULO III

#### POLITICAS ACTUALES DE DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO

##### A. Ley del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

La ley que de manera oficial establece la vigencia de un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología en nuestro país fue expedida el 23 de Agosto de 1979<sup>1/</sup>, aunque la iniciación de las actividades de su principal órgano, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, tuvo lugar un año más tarde, específicamente en Septiembre de 1980.

Dicha Ley del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología tiene por objeto establecer las normas básicas para la formulación de políticas, organización y funcionamiento del Sistema, dentro del cual actúan en estrecha inter-relación las personas naturales y jurídicas que hacen investigación y desarrollo (investigadores, universidades y politécnicas, institutos estatales y privados de investigación), empresas consultoras, entidades de crédito de fomento, el sistema educativo y el sector productivo, tanto público como privado. Dicho en otros términos, la Ley persigue propiciar el desarrollo científico y tecnológico a través de la aplicación de normas establecidas para regular la vida del Sistema de Ciencia y Tecnología, considerando que éste se halla constituido por el conjunto de políticas, recursos y actividades científicas y tecnológicas, cuya función es la creación, producción, incorporación, distribución, aplicación y promoción del conocimiento científico y tecnológico al proceso de desarrollo del país.

Concretamente, las áreas de actividad del Sistema, según la Ley, son las siguientes: a) Desarrollo científico; b) Desarrollo Tecnológico; c) Planificación científica y tecnológica; d) Desarrollo

---

<sup>1/</sup> Decreto Supremo Nº 3811, Registro Oficial Nº 9 del 23 de Agosto de 1979.

de la infraestructura científica y tecnológica y, e) Comercialización y transferencia de tecnología.

Para el cumplimiento de los objetivos propuestos en cada una de estas áreas, el Gobierno ha organizado la participación del Estado en el desarrollo del sistema mediante el establecimiento de políticas en función de los requerimientos de desarrollo integral del país, mediante la garantía de libertad para el ejercicio de las actividades científicas y tecnológicas de conformidad con el enunciado anterior, y, mediante la planificada coordinación entre las distintas instituciones involucradas en la generación, difusión y utilización de los conocimientos científicos y tecnológicos.

Se busca crear o expandir los centros de investigación encargados de diseñar o desarrollar nuevos productos que puedan fabricarse internamente, o la búsqueda de posibilidades técnicas para el aprovechamiento racional de los recursos naturales del país a través de la aplicación de soluciones tecnológicas apropiadas. Para ello el plan contempla asegurar la dotación creciente y diversificada de investigadores nacionales y de personal auxiliar de investigación en armonía con las necesidades del país, del mismo modo que se persigue lograr la especialización de profesionales en los campos de la transferencia de tecnología y de la planificación del desarrollo científico y tecnológico. Motivo de especial preocupación constituyen, también, la evaluación y control de la transferencia de tecnología foránea, la creación de mecanismos que aseguren la disponibilidad de información actualizada y confiable para la toma de decisiones del Gobierno, la mejor utilización de la cooperación técnica internacional, y la mayor vinculación del país con la actividad científica y tecnológica del exterior.

Con relación a la administración del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, éste se halla compuesto de organismos rectores, asesores y operativos. Los primeros están constituidos por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, la Dirección Ejecutiva y las Comisiones Sectoriales de Ciencia y Tecnología. Los organismos asesores

res son las Comisiones de Desarrollo Científico y de Desarrollo Tecnológico, integradas por representantes de las Ciencias Básicas en Química, Geología, Física, Matemáticas, Biología, Meteorología y Ciencias Sociales, y por representantes de las ciencias aplicadas en Ingeniería Civil, Mecánica, Química, Eléctrica, Agrícola, Electrónica y Naval, respectivamente. Finalmente los organismos operativos son todas las instituciones del Sector Público y Privado que desarrollan actividades científicas y tecnológicas.

Con la aplicación de la Ley del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología es de esperarse que la variable tecnológica incremente notablemente su influencia en la gestión gubernamental y empresarial y que de ella se desprendan los beneficios que tanto espera el país.

#### B. El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) se crea como organismo rector del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología con la expedición de la Ley antes referida, y es uno de los órganos asesores del Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE).

El Reglamento Orgánico Funcional que define la estructura y funciones del CONACYT, se expide el 1º de Abril de 1981 mediante Decreto N° 1029<sup>2/</sup>.

El objetivo central del CONACYT es el de acelerar el desarrollo científico y tecnológico del país, dentro de un esquema de objetivos específicos que orientan su gestión, como son: contribuir al cumplimiento de los objetivos y metas del desarrollo nacional, planificar y coordinar las actividades científicas y tecnológicas del país, fortalecer la infraestructura para la generación y transferencia de ciencia y tecnología, promover la formación de recursos humanos especializados y fomentar el desarrollo de las actividades tecnológicas nacionales.

---

<sup>2/</sup> Registro Oficial N° 419 de 14 de Abril de 1981.

La consecución de estos objetivos está prevista en la ejecución de actividades reguladas por las siguientes funciones del CONACYT:

- Definir, dictar y coordinar las políticas de desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología según los objetivos del desarrollo nacional, de formación y adiestramiento de los recursos humanos para el desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología, de promoción de la investigación y del desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica.
- Adoptar la política en materia de selección, evaluación e incorporación de tecnología extranjera en coordinación con el Organismo Nacional competente encargado de la aprobación de los respectivos contratos de comercialización, transferencia de tecnología o de índole similar.
- Adoptar planes y programas generales y asegurar su financiamiento continuo, de acuerdo a la naturaleza de las actividades científicas y tecnológicas.

Para el cumplimiento de las funciones y objetivos expuestos, la Dirección Ejecutiva del CONACYT debe realizar los estudios que le permitan adoptar las políticas, determinar las prioridades que guiarán la elaboración de los planes y programas generales de ciencia y tecnología, difundir las políticas científicas y tecnológicas e integrar los órganos encargados de ejecutarlas, asesorar la formulación de actividades científicas y tecnológicas y coordinar su ejecución técnica y administrativa a nivel de instituciones que integran el Sistema, establecer criterios y lineamientos de evaluación y evaluar las actividades científicas y tecnológicas del país, colaborar y coordinar con los organismos de investigación y de educación superior y con el Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo y Becas sobre la formación profesional para el desarrollo científico y tecnológico nacionales, organizar registros actualizados sobre los recursos asignados a las actividades científicas y tecnológicas y sobre la asistencia

técnica internacional en materia científica y tecnológica.

Con relación a la organización, el CONACYT está conformado por el Vicepresidente de la República (Presidente del CONADE), quien lo preside, y por representantes del sector público y del privado vinculados a las actividades científicas y tecnológicas. El nivel técnico-administrativo superior es la Dirección Ejecutiva, de la que dependen las unidades de apoyo y operativas.

Las unidades Operativas son las dirección de Planificación, de Operaciones y Desarrollo Rural. Las unidades de apoyo son las Direcciones Administrativa y Financiera y la Asesoría Jurídica. La Dirección de Desarrollo Rural es la encargada de diseñar la política científico-técnica para el sector rural, de realizar estudios e información básica como sustento de la política científico-técnica para ese sector y de brindar el apoyo al Sistema Nacional de Desarrollo Rural Integral.

Al momento actual el CONACYT ha completado sus cuadros técnicos y recibido la asignación de recursos financieros que le confieren la capacidad institucional necesaria para robustecer su organización y los procedimientos y cobertura institucionales.

Según la organización del CONACYT, su funcionamiento global se integra a través de cada dirección operativa o técnica y de apoyo, involucrando la participación de los organismos del Sistema de Ciencia y Tecnología, tanto a nivel normativo (Comités y directorios) como operativo (instituciones de generación de ciencia y tecnología y transferencia tecnológica). Los Comités Técnicos se integran como vinculación entre el CONACYT y los organismos operativos del sistema, con funciones de asesoría temporal o permanente.

Entre otras, las actividades programadas por el CONACYT incluyen<sup>3/</sup> : formular programas nacionales para el desarrollo científico

---

<sup>3/</sup> CONACYT, Plan Operativo de 1981.

y tecnológico en varios sectores; elaborar el proyecto de creación del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT); realizar cursos, seminarios, talleres y otros eventos sobre política científica y tecnológica; inventariar el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, incluyendo recursos humanos, institucionales, financieros y físicos; organizar el sistema de información científica y tecnológica en los sectores agropecuario y forestal; estimular el ejercicio de la actividad investigativa, incorporando a la Ley respectiva la "carrera de investigador"; incorporar a los comités de transferencia de tecnología y cooperación técnica; formular los lineamientos de política para la transferencia de tecnología; contribuir a la desagregación tecnológica utilizando metodologías aplicables; financiar proyectos de investigación y eventos científicos y tecnológicos; realizar el seguimiento, control y evaluación de los convenios, programas y proyectos de cooperación técnica en materia de ciencia y tecnología; compatibilizar la legislación existente con la política de desarrollo científico y tecnológico; apoyar y mejorar la investigación, extensión y capacitación tecnológicas en el sector rural (a través de varios subproyectos del Sistema de Transferencia de Tecnología rural, ejecutados por instituciones del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología).

Para mayor información, en el Anexo N° 1 del presente documento se incluye la Ley del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología in extenso.

### C. Políticas para el desarrollo científico y tecnológico por sectores

#### 1. Sector Industrial:

En los siguientes puntos se resume el conjunto de políticas del plan de desarrollo científico y tecnológico en el campo industrial:

a.- Apoyo financiero y asistencia técnica para implantar o perfeccionar el control de calidad de las empresas, poniendo especial énfasis en el control de calidad de los productos alimenticios y de los

destinados a la exportación.

b.- Formación de personal capacitado para intervenir en las distintas etapas y aspectos de la transferencia de tecnología. Para ello propone la desagregación de los paquetes tecnológicos con el objeto de permitir una mayor participación de la industria nacional en bienes de capital, de la consultoría tecnológica local y, de todo el Sistema de Ciencia y Tecnología, en el desarrollo de nuevos proyectos. Con esta medida se persigue separar la tecnología esencial y periférica, de modo que permita conocer lo que se adquiere y obtener, gracias a ello, mejor poder de negociación de la tecnología importada, dejando fuera, aquella parte del paquete (tecnología periférica) que puede ser provista por nacionales.

c.- Orientar la actividad de los institutos de investigación tecnológica y desarrollo experimental hacia la solución de los problemas de la industria, mediante la aportación de recursos adicionales para la ejecución de proyectos específicos.

d.- Otorgación de créditos bajo la forma de recuperación contingente, en casos calificados, para ensayar tecnologías apropiadas usando la capacidad nacional. Se contempla, además, el perfeccionamiento de incentivos tributarios y arancelarios en favor de las empresas que contraten servicios de investigación y desarrollo y de consultoría nacionales; y de las que exporten tecnología o productos elaborados con tecnología ecuatoriana.

e.- Concesión de incentivos en favor de empresas que utilicen técnicas intensivas en el uso de mano de obra, altas cuotas de insumos nacionales, y destinen su producción a la satisfacción de necesidades básicas de la población.

f.- Apoyo a la introducción de procesos y medios que permitan mejorar las condiciones ambientales y de trabajo en la industria.

g.- Fomento de las investigaciones sobre explotación y apro-

vechamiento de los recursos naturales que se requieran para la ejecución de los proyectos de fertilizantes nitrogenados, siderurgia, automotriz, agroindustria, pequeña industria y artesanía.

Como se aprecia, la política formulada para el sector industrial toma en consideración aspectos importantes que merecen ser fortalecidos con el propósito de reducir la apremiante dependencia que hoy nos caracteriza en ese campo. Especial mención merece el interés y el énfasis puesto en la transferencia de tecnología importada y en la promoción de tecnologías locales, en la valoración del técnico nacional, en el incentivo para la utilización intensiva de la mano de obra local y en el apoyo de la investigación sobre aprovechamiento de recursos naturales nacionales en los varios campos de la industria. Sin embargo, existen algunos asuntos que deberían ser motivo de mayor preocupación, al punto de constituir parte de la política oficial del gobierno en materia de Ciencia y Tecnología. Así, por ejemplo, en lo atinente a transferencia de tecnología industrial foránea, se debería formular políticas destinadas a lograr que las empresas proveedoras de tecnología proporcionen información y entrenamiento al personal nacional, que las empresas transnacionales radicadas en el país asignen o inviertan un porcentaje de su presupuesto en la financiación de investigación localmente y, que se eliminen restricciones contractuales entre empresas extranjeras y nacionales que impiden o limitan la utilización total de la tecnología importada. Estas recomendaciones, que pueden aplicarse también a otros sectores que se desenvuelven merced a la importación y utilización de tecnología extranjera, quizás son más apropiadas para el sector industrial, por ser éste uno cuya actividad depende, hasta hoy, casi exclusivamente de la importación de tecnología, a través del pago de costosas patentes, con poca o ninguna innovación local.

A este respecto Galeano<sup>3/</sup> al referirse al monopolio de la tecnología en América Latina, señala que una encuesta realizada por encar

---

<sup>3/</sup> Eduardo Galeano, Las Venas Abiertas de América Latina (27a. Edición. Edit. Siglo 21, 1980).

go del BID llegó a la conclusión de que las subsidiarias de las corporaciones transnacionales que operan en nuestro continente no realizan esfuerzos significativos en materia de investigación y desarrollo. Por el contrario, añade, la mayoría de estas empresas carecen de un departamento con esa finalidad y, salvo contados casos, llevan a cabo labores de adaptación de tecnología o actividades de investigación. El mismo autor cita a Raúl Prebisch quien señala que las empresas norteamericanas en Europa, a diferencia de lo que ocurre en América Latina, instalan laboratorios y realizan investigaciones que contribuyen a fortalecer la capacidad científica y técnica de esos países, razón por la cual nuestros pueblos deberían, por lo menos, aspirar a conseguir el mismo trato y de esa forma, a reducir el proceso imperante de transferencia de tecnología mediante la importación de técnicas de segunda mano a costos elevadísimos, como si se tratara de conocimientos especializados de primera línea.

## 2. Sector Agropecuario:

Bajo el tema de Desarrollo Rural, el plan de desarrollo científico y tecnológico del CONACYT contempla los lineamientos de la política a aplicarse en el sector de la producción agropecuaria durante el quinquenio 1980-1984. Esta, en esencia puede resumirse en los siguientes puntos:

a.- El impulso a proyectos destinados a completar la información disponible sobre recursos renovables, clasificaciones de suelo, clima y potencial hídrico, uso actual y potencial del suelo, y mapeo.

b.- Apoyo a las investigaciones relacionadas con el conocimiento de áreas no cultivadas, de los niveles de eficiencia de los cultivos y de otros antecedentes técnicos esenciales para la ejecución de programas de desarrollo rural y reforma agraria.

c.- Incentivos a las investigaciones sobre productos sustitutos del trigo y la sémola para la industria de alimentos, pastificio y panificación; sobre proyectos que contribuyan a incrementar el

uso de la mano de obra y a utilizar intensivamente los suelos de la región interandina; sobre rescate de tecnologías tradicionales.

d.- El apoyo a las investigaciones sobre mejoramiento genético de la ganadería y sobre producción intensiva a base de alimentos concentrados bajo estabulación.

e.- Fortalecimiento de los servicios de asistencia técnica y financiera a los productores.

f.- Mejoramiento de la coordinación entre los organismos responsables de la generación y transferencia de tecnología agropecuaria, procurando resolver el divorcio institucional actual.

Finalmente, el enunciado de la política agropecuaria termina consignando el respaldo que habrá de recibir el INIAP para el desarrollo "de tecnología apropiada y variedades genéticas más adecuadas a las características del país", y para la investigación tendiente a satisfacer las necesidades tecnológicas del pequeño campesino. (En el próximo capítulo, al abordar el tema sobre nuevos enfoques en materia de generación y transferencia de tecnología agropecuaria se presentará en forma detallada una exposición de la nueva filosofía de investigación orientada al pequeño agricultor, las estrategias para la consecución de esos objetivos y las alternativas y variantes que pueden darse al considerar la producción con un enfoque sistémico).

A manera de comentario, dentro de las políticas antes referidas conviene hacer una ligera reflexión en lo que tiene que ver con investigación sobre tecnologías que incrementen en uso de la mano de obra. Si bien, desde todo punto de vista, sería deseable que en el proceso productivo del agro se diera empleo a las grandes poblaciones campesinas y se ofrecieran remuneraciones competitivas que eviten el éxodo hacia las ciudades en busca de mejores oportunidades, en la práctica la situación es distinta en razón de que los salarios en el agro, con contadas excepciones, son inferiores a los que el campesino espera recibir en la ciudad, donde además tiene acceso a otros servi-

cios y posibles beneficios, y donde existe la posibilidad de alcanzar una movilidad social ascendente. Esto explica el por qué de "a igualdad de oportunidades" (salariales) en el campo y la ciudad, el trabajador prefiere la segunda opción. Por otra parte, de unos años acá, el patrono y empresario agropecuario prefieren hacer uso del mínimo indispensable de mano de obra por temor a encarar eventualmente conflictos laborales, optando más bien por la mecanización o por actividades productivas cuyos requerimientos de mano de obra son reducidos.

Es lamentable que este plan no contemple como asunto prioritario dentro de la investigación agropecuaria, el mejoramiento de cultivos autóctonos de alto valor nutritivo como la quinua y el chocho, así como tampoco el estudio, preservación y utilización de especies nativas animales como los auquénidos (llamas, alpacas, vicuñas), y el cuy. Tratándose como se trata de dirigir la mayoría de los esfuerzos investigativos en favor de la clientela de menores recursos, el campesino marginado, estas dos líneas de trabajo parecen favorecer el cumplimiento de dicho objetivo, al menos en el caso del campesino de la Sierra.

Por último, llama la atención que en lo concerniente a investigación ganadera (posiblemente, porque no se especifica, a ganadería bovina) se ponga énfasis casi exclusivo al mejoramiento genético tendiente a desarrollar razas que respondan mejor al uso intensivo de concentrados y a los sistemas de estabulación frente al pastoreo libre.

Esta medida de política omite que la producción no es sólo la expresión del genotipo, sino el resultado de la interacción de éste con el ambiente (clima, alimentación, salud, manejo, etc.), y que, por tanto, el mejoramiento genético exige un mejoramiento paralelo del medio ambiente. De otro lado, y relacionando esta medida con lo enunciado en el párrafo precedente, resulta difícil, por no decirlo imposible, que el pequeño agricultor se interese o que pueda poner en práctica un plan costoso que demanda de inversiones elevadas inalcanzables para su modesta economía. A lo anterior se tendría que sumar el hecho de que la política en este punto contradice uno de los fines perseguidos en otra de las medidas formuladas, cual es, la máxima utilización de

la mano de obra, en el sentido de que la intensificación en los términos concebidos lleva implícita una reducción de los niveles de empleo de mano de obra.

### 3. Recursos Naturales:

En materia de recursos naturales las políticas actuales para el desarrollo científico y tecnológico consignan alta prioridad a la conducción de investigación tendiente a precisar las existencias y el comportamiento de los recursos, en especial mediante estudios orientados a la determinación y adaptación de técnicas para la conservación y utilización racional de éstos, y, a la delimitación de las áreas ecológicas y sus posibles usos.

Con relación a los recursos bioacúaticos, el plan prescribe el fortalecimiento de los programas destinados a la identificación y cuantificación de los recursos pesqueros, tanto marinos como de agua dulce. Especial énfasis se dispensa a la investigación de especies cultivadas artificialmente en cautiverio, a la determinación de áreas geográficas para el desarrollo piscícola y a la producción de larvas de camarón en laboratorios, considerándose la posibilidad de que el Estado asuma la responsabilidad de proveer dichas larvas a los productores. Para el efecto, se señala al Instituto Nacional de Pesca como el organismo responsable de la marcha de estos programas.

En lo concerniente a recursos hídricos, la política oficial propone la iniciación de programas de investigación básica y el ensayo de soluciones tecnológicas adecuadas con el propósito de asegurar el abastecimiento de agua para el normal desenvolvimiento de las actividades de desarrollo nacional, complementados por programas de control de calidad de agua para consumo humano y de investigación en saneamiento, colección y tratamiento de aguas servidas. Finalmente, se hace hincapié en la necesidad de aplicar las medidas aconsejadas por la técnica para impedir la contaminación de las aguas con desechos industriales o derrames de petróleo.

Se asigna al CONACYT la responsabilidad, en coordinación con el Ministerio de Recursos Naturales, de adoptar las medidas tendientes a fortalecer las unidades de investigación orientadas al conocimiento y utilización de los recursos naturales, contratando, para tal fin, estudios específicos con Universidades o Politécnicas.

Al comentario de las políticas antes descritas, no escapa la ausencia de medidas oficiales para el desarrollo de la minería en el país. Nada se menciona acerca de las acciones encaminadas a fortalecer la capacidad científica y tecnológica requerida para la prospección, exploración, extracción y purificación de los recursos minerales presentes en el subsuelo y en la plataforma submarina de nuestro mar territorial, a pesar de que en el futuro, éstos están llamados a jugar un papel de vital importancia en la economía nacional.

En materia de recursos naturales y considerando que el recurso suelo es el elemento fundamental sobre el que se sustenta la vida vegetal y, por ende la vida animal y humana, resulta impostergable la necesidad de adoptar políticas de conservación de suelos. Para ello, debe reconocerse la importancia y valor de respaldar el fortalecimiento de proyectos de investigación tendientes a controlar o evitar la erosión, como por ejemplo, métodos de labranza mínima, sobre todo en la región interandina. Por último, convendría elevarse la siguiente interrogante ¿si dentro de las políticas para desarrollo científico y tecnológico del campo agropecuario y del de recursos naturales, no consta medida alguna que tenga que ver con el recurso forestal, significa esto que el Gobierno Nacional carece de políticas de desarrollo tecnológico en esta área?. Por todos es reconocido el hecho de que nuestro país dispone de un potencial cuantioso en bosques, especialmente tropicales, y que el mejoramiento económico de los pueblos a través del uso de este recurso, tan promisorio, como vulnerable, depende en gran medida del dominio de tecnologías para su racional aprovechamiento en forma de pulpa, papel, madera aserrada o energía y, para su regeneración.

#### 4. Energía:

Los lineamientos de la política de desarrollo científico y tecnológico en materia energética del presente quinquenio se resumen en los siguientes puntos:

a.- Auspicio a los trabajos destinados a obtener información científica y técnica para la cabal evaluación de formas alternativas de energía, uso más racional de los combustibles hidrocarburi-feros y potencialidad de nuevos combustibles.

b.- Estímulo a la investigación básica y aplicada sobre energía solar, orientada hacia su aprovechamiento en vivienda, agricultura y agroindustria; sobre gas biológico o biogas, como solución energética alternativa en el medio rural; y, sobre fuentes no convencionales, como energía geotérmica, eólica y mareomotriz.

c.- Apoyo a las investigaciones destinadas a determinar nuevas posibilidades para la generación de energía hidroeléctrica, e impulso a la desagregación de los proyectos hidroeléctricos con el fin de favorecer la participación de la consultoría y la industria nacional en bienes de capital.

Adicionalmente, dentro de este campo se ha considerado la importancia que tiene la energía atómica para el desarrollo del país y se ha dado atención a las actividades que debe cumplir la Comisión de Energía Atómica. Aunque al final de este capítulo se tratará en forma más detallada las medidas de política en ciencia y tecnología nuclear, en las líneas que siguen se presenta una breve relación de algunos aspectos de esta materia.

El Gobierno Nacional ha comprometido su respaldo a la creación de un Centro de Estudios Nucleares, en el que se montará un reactor nuclear de investigación y laboratorios para producir radioisótopos de vida media y corta y emprender estudios de interés biológico mediante el uso de moléculas marcadas, aplicar técnicas de análisis por activación neutrónica y emplear radiaciones ionizantes en la resolución de problemas de interés práctico para el desarrollo nacional.

Como comentario final, sería deseable que al hablar de fuentes de energía como alternativas a los combustibles hidrocarburi-feros, se considere el potencial energético de los bosques tropicales. Según Herrera<sup>4/</sup>, la biomasa de los bosques tropicales de la Subregión Andina tiene un potencial energético equivalente a 21 millones de barriles de petróleo, significando esto que nuestras reservas de "energía blanda", son prácticamente iguales a las reservas andinas actuales de petróleo. Se estima que por este concepto la subregión podría producir, en forma sostenida, el equivalente de casi dos millones de barriles diarios.

#### 5. Vivienda:

A las investigaciones socio-económicas que permitan jerarquizar la urgencia de las necesidades de vivienda a ser atendidas, el plan de desarrollo científico y tecnológico en este campo incluye las siguientes prácticas:

a.- El respaldo a las investigaciones tendientes a desarrollar tecnologías basadas en usos tradicionales o nuevos de materiales, diseños de construcción de vivienda popular, y a aquellas que tiendan a identificar materiales de construcción de origen local que puedan reducir o sustituir las actuales importaciones.

b.- Atención al empleo de tecnologías o sistemas de construcción foráneos que sean adaptables a nuestra realidad y que utilicen materiales nacionales sustitutivos.

c.- Evaluación de la aptitud técnica de dichos sistemas, los cuales deben tener como objetivo, el desarrollo de la industria de la construcción, a fin de producir un mayor número de unidades de vivienda a menor costo.

A pesar de que en el primer punto, de manera escueta se con-

---

4/ Washington Herrera, Un enfoque tecnológico con finalidad social. Revista Económica, El Comercio (Quito), Abril, 1982.

signa el interés del Gobierno por promover la investigación para utilización de materiales nuevos o tradicionales en la construcción de vivienda, conviene resaltar el punto de vista del autor antes citado<sup>5/</sup>, para quien la madera como material de construcción está llamada a constituirse en una solución eficiente y económica para el problema de la vivienda social. Considera que nuestros países deben diseñar su propio esquema de desarrollo para establecer una nueva estructura de producción que suministre al de la vivienda una alternativa en beneficio de los sectores populares, dentro del cual, el rol de los investigadores y de los laboratorios especializados será de indiscutible importancia ya que alrededor de esta infraestructura se podrán establecer nuevas técnicas de ingeniería y construcción con madera.

Así mismo, podría añadirse que, con respecto a diseño de construcción debe dispensarse mayor atención a la necesidad de rescatar tecnologías autóctonas para, de su estudio, validación y mejoramiento, diseñar viviendas en las que la funcionalidad reciba énfasis prioritario prescindiendo de todo lo superfluo. Con razón se ha expresado que el uso de materiales y técnicas autóctonas en la construcción de vivienda rural, no sólo abarataría los costos sino que respondería mejor a la realidad ambiental y a las necesidades de los beneficiarios.

## 6. Educación:

En el campo educativo, el plan quinquenal prevee la creación del Instituto Nacional de Investigación Educativa y Pedagógica, encargado de promover y fortalecer las siguientes actividades:

a.- Las investigaciones socio-económicas y culturales con el objeto de determinar enfoques de planteamiento educativo adaptadas a la realidad nacional.

b.- La reforma del sistema educativo a fin de que éste res-

---

<sup>5/</sup> Ibid.

ponda a las necesidades sociales y al avance científico y tecnológico del mundo moderno, en la que se incluye: la formulación de una teoría educativa auténticamente nacional, el diseño curricular diferenciado según los requerimientos de desarrollo del país y el medio en que la educación se imparte, la definición de métodos y técnicas de enseñanza debidamente probados y adecuados a nuestro medio.

c.- El desarrollo y adecuación de técnicas de creación de recursos didácticos que faciliten la enseñanza, y el diseño de métodos de evaluación del sistema educativo y de todos sus componentes básicos.

Adicionalmente, se propone promover la regionalización del sistema educativo de los colegios técnicos de nivel medio y mejorar su currículum a fin de que éstos respondan de mejor manera a los requerimientos del sector productivo. Así mismo, el plan prescribe el estímulo a la creatividad de la población estudiantil, la dotación de equipos básicos de investigación y talleres, la realización de eventos culturales (concursos, exposiciones, congresos de ciencia y tecnología), todo con el propósito de crear conciencia sobre la importancia de la investigación y despertar la vocación por el conocimiento científico y tecnológico.

En cuanto a la educación superior, originalmente se consignaba el interés del gobierno por buscar la colaboración de las universidades en la provisión de conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para la ejecución de los proyectos prioritarios de desarrollo nacional. En este punto cabe señalar algunas de las reformas introducidas al sistema de educación universitaria en la recientemente promulgada Ley de Educación Superior, en cuanto a la participación de los centros superiores de enseñanza dentro del proceso de investigación científica y tecnológica. En su Artículo 47, la ley establece que para financiar los planes de investigación de Universidades y Escuelas Politécnicas, el Estado contribuirá con el uno por ciento del ingreso corriente neto. La distribución de estos fondos se encargará a una comisión del Consejo Nacional de Universidades y Politécni-

cas integrada por cinco miembros, entre los cuales estarán los representantes del Ministerio de Educación y del Consejo Nacional de Desarrollo (CONADE), en base a los proyectos de investigación previamente calificados por una comisión técnica de la cual forman parte delegados del Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas y del CONACYT.<sup>6/</sup>

En este respecto conviene presentar una reciente información aparecida en el periódico HOY del 12 de Agosto próximo pasado. La nota periodística da a conocer que el Consejo Nacional de Universidades y Escuelas Politécnicas ha presentado un programa de investigación de 16 universidades y escuelas politécnicas para 1982-1983 que comprende 218 proyectos con un costo total de 343 millones 679 mil 81 sucres. De estos proyectos, 195 corresponden a las universidades y escuelas politécnicas oficiales y 23 a las particulares.

La Universidad Central de Quito y las estatales de Guayaquil, Cuenca y Loja son responsables de 13 proyectos. Las Escuelas Politécnicas de Quito, Guayaquil, Riobamba lo son de 77 proyectos; y las universidades Técnicas de Manabí, Ambato, Machala, Babahoyo y Esmeraldas tienen a su cargo 47 proyectos. De éstos, según la información 38 proyectos ya están en proceso de realización en siete universidades; los demás esperan la correspondiente financiación.

Las áreas de investigación y los principales proyectos consignados en el referido programa son los siguientes:

1) En siete universidades se desarrollan 55 proyectos de investigación en el área de las Ciencias Agropecuarias: la producción de banano y arroz, introducción y aclimatación de nuevas variedades de hortalizas y leguminosas de grano, comportamiento de las especies fructícolas: mora, taxo, tomate de árbol, vid, fresa; necesidades vitamínicas del ternero pre-rumiante; producción de leche y derivados, etc.

---

<sup>6/</sup> Registro Oficial N° 243, Mayo 14 de 1982.

2) En 9 universidades se trabaja en 40 proyectos de investigación en el área de las **Ciencias de la Nutrición y Dietética**: estudio de las histaminas de las harinas de pescado de fabricación nacional, estudio de los componentes nutritivos de los principales productos agropecuarios de la Costa, de los recursos ictiológicos de aguas continentales en la provincia del Guayas, organización de los Servicios de alimentación y dietética clínica del Instituto Ecuatoriano de Servicio Social (IESS) de Loja, etc.

3) En 3 universidades se llevan adelante 29 proyectos de investigación en el campo de las **Ciencias Energéticas y Recursos Naturales**. Algunos de estos proyectos son: extracción y caracterización de los hidrocarburos pesados y asfaltos de las arenas bituminosas de Pungarayacu (provincia de Napo); estudio de materiales hidráulicos de la zona sur del país para la preparación de cementos especiales; producción de alcohol a partir de desechos celulósicos, pruebas mecánicas completas de 8 variedades de maderas, etc.

4) En 8 universidades se realizan 14 proyectos de investigación en **Ciencias Biológicas y Químicas**. Algunos de ellos son: estudio del efecto de la corrección de la carencia crónica de yodo y mala nutrición calórica-proteica sobre el crecimiento y el balance hormonal hipodístico-tiróideo; daños que causan; dinámica poblacional y combate químico de las plagas que se encuentran en los principales cultivos de la provincia de El Oro; estudio de las características del color con propiedades físico-químicas en los alimentos primarios, etc.

5) En 5 universidades se investiga en 11 proyectos que se refieren a las **Ciencias de la Salud y Farmacéutica**. Algunas de estas investigaciones versan sobre el cáncer gástrico; incidencia de las enfermedades infecciosas en la provincia de El Oro; consecuencias del consumo de gases en enfermedades neoplásticas; la industria farmacéutica en el Ecuador; etc.

6) 9 Universidades, investigan 29 proyectos relacionados

con **Técnica y tecnología**: métodos para medir el valor energético de los alimentos y su aplicación en los principales productos agropecuarios; aplicación de tecnologías locales para el habitat; estudio de catalizadores aplicados a la industria química y petroquímica; diseño y construcción de un sistema para el control de la velocidad de un motor.

7) En 8 universidades se hacen 26 proyectos de investigación en el área de las **Ciencias económico-sociales e históricas**. Tales son: determinación de las características somáticas y psíquicas del escolar ecuatoriano; estudio del sistema financiero nacional; crecimiento económico y evolución urbana; estudio del caso cuencano en los últimos 30 años; el estado y la Economía de 1982 a 1981, etc.

8) Finalmente en **Educación y Cultura** hay 5 universidades que han emprendido en cinco proyectos de investigación sobre la cultura nacional en el Ecuador; la situación educativa prevalente en los niveles primario y medio de la provincia de Manabí, etc.

Algunos autores como Sagasti<sup>7/</sup>, consideran que la acción de las universidades en el desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica podría comprender, primero, la creación de centros docentes de investigación de pregrado dentro del marco institucional universitario, donde los estudiantes estarían expuestos al proceso investigativo como parte integral del curriculum de pregrado, y, segundo, la creación y consolidación de centros de investigación orientados a la acción fuera del marco institucional universitario, llamados a producir conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para los procesos sociales y productivos. Dicho en otras palabras, esto implica dejar a las universidades las tareas de investigación que se derivan directamente de las necesidades docentes y, por otra parte, promover la creación de instituciones fuera de la universidad que rea-

---

<sup>7/</sup> Francisco Sagasti. Subdesarrollo, Ciencia y Tecnología: Una apreciación del rol de la Universidad Latinoamericana. Desarrollo Científico y Tecnológico y Universidad. (CVP. Santiago, Chile, 1973).

licen la gama de actividades necesarias para que la ciencia y la tecnología contribuyan efectivamente a la superación del subdesarrollo.

## 7. Salud:

Las políticas en el campo de la salud asignan al Ministerio de Salud Pública, en común acuerdo con el CONACYT, la responsabilidad de establecer las prioridades de investigación que se ejecutarán a través del Instituto Nacional de Investigaciones Médico Sociales (INIMS), y de otros centros de investigación del país, especialmente de las Universidades y Escuelas Politécnicas.

Sin perjuicio de lo anterior, el plan contempla las siguientes medidas de política:

a.- Apoyo creciente a la investigación de las causas biológicas y ambientales de las enfermedades de mayor incidencia en la población, y al estudio integral de la problemática de la nutrición humana, llamado, entre otras cosas, a desarrollar nuevas fuentes alimenticias para mejorar y abaratar el costo de los alimentos de consumo popular.

b.- Respaldo a la investigación de sustancias químicas activas en especies vegetales autóctonas y su aplicación en la medicina e industria farmacéutica.

c.- Establecimiento de control de calidad de las medicinas nacionales e importadas.

Adicionalmente, existen algunos enunciados que, a pesar de no constituir realmente medidas de política tendientes a promover el desarrollo de la gestión científica y tecnológica en el sector de salud, persiguen indirectamente fortalecer la capacidad técnica y de respuesta a los requerimientos de Sanidad. Estos, básicamente buscan el mejoramiento del sistema de estadísticas de salud, la estandarización de las normas de construcción, equipamiento y operación de los

servicios de salud a nivel nacional, y la racionalización en la importación de instrumental y equipos médicos, atendiendo a las características de la tecnología incorporada en ellos. Por última, se ha previsto la posibilidad de constituir una empresa estatal destinada a la producción de medicamentos básicos, usando preferentemente, tecnologías de libre acceso y recursos naturales nacionales.

En el campo de la salud, como puede apreciarse, el plan confiere atención prioritaria a la nutrición humana. Este problema que en nuestro país reviste caracteres alarmantes amerita un estudio profundo e integral si de verdad se pretende atacar el mal desde sus raíces. No está por demás insistir, en que todo esfuerzo encaminado a elevar las condiciones de salud de un pueblo debe tener su punto de partida en el mejoramiento del nivel nutricional, pues éste constituye la mejor medida en materia de medicina preventiva. Es importante igualmente, relieves el interés que denota el plan en lo concerniente a la búsqueda de fuentes alimenticias alternativas, que a más de satisfacer los requerimientos nutritivos, posibiliten el abaratamiento de los costos. En este sentido cabe hacer hincapié en la necesidad de dirigir la atención a ciertos productos vegetales autóctonos, como la quinua cuyo vavor como fuente de proteína de alta calidad no puede ser pasado por alto y que en épocas pre-colombinas constituyó uno de los componentes básicos de la dieta de esas poblaciones.

Merece reconocimiento, así mismo, la decisión de apoyar notablemente la investigación sobre propiedades medicinales de especies del reino vegetal, con el propósito de identificar y aislar los ingredientes químicos activos y, de este modo, aplicarlos en la medicina y en la industria farmacéutica. Muchos países, inclusive los de mayor grado de desarrollo, día a día dispensan más interés a este tipo de investigación, valiéndose para ello de recolecciones efectuadas en la zona tropical. Dada nuestra extraordinaria variedad florística, los resultados que se obtengan, siempre siguiendo una línea investigativa seria y consistente, pueden ser de gran valor y utilidad práctica.

## 8. Medio Ambiente y Saneamiento Ambiental

a.- Corresponde al CONACYT coordinar la acción estatal e impulsar la investigación sobre los aspectos ecológicos involucrados en el conocimiento, preservación y desarrollo del medio ambiente, así como también, sobre la aplicación de soluciones tecnológicas a los problemas que se detecten.

b.- Prioridad a las investigaciones de las causas de la desertización en diversas zonas del país, a fin de desarrollar tecnologías apropiadas para detener y revertir el fenómeno. Igualmente, el apoyo a las investigaciones orientadas a la identificación de la naturaleza y magnitud de los problemas de contaminación ambiental originados por la industria, la agricultura y los automotores.

c.- Promoción de toda investigación tendiente a la conservación y control de los flancos de las cordilleras, de las cuencas y cursos hidrográficos.

d.- En el campo del saneamiento ambiental, en concordancia con las políticas de recursos naturales, se considera indispensable investigar sobre la disponibilidad actual y potencial de fuentes de agua; sobre métodos de análisis, tratamiento y saneamiento de aguas servidas, así como también, sobre diseño de sistemas de eliminación de excretas y tratamiento de residuos sólidos con tecnología apropiada a las características del medio urbano y rural.

Es interesante resaltar que en todas las medidas que entrañan construcción o diseño, se pone énfasis prioritario a la utilización de tecnologías, mano de obra y materiales nacionales. Quizás, sin embargo, se sobre-estima la importancia del servicio de alcantarillado, como parte fundamental de la calidad de vida de los ecuatorianos. A este respecto, planificadores de saneamiento ambiental en las áreas rurales, consideran el alcantarillado como una solución ineficiente, cara e ilógica en áreas de vivienda poco concentradas, sugiriendo,

más bien, el diseño de otro tipo de sistemas subterráneos de irrigación con aguas servidas que, a más de cumplir el objetivo de eliminar en forma segura esos desechos, contribuirían de manera significativa a solucionar la creciente pauperización de los elementos nutritivos del suelo.

#### 9. Ciencia y Tecnología Nuclear.

El plan de desarrollo de la energía nuclear contempla la instalación de un Centro de Estudios e Investigaciones Nucleares, cuyos objetivos, bajo control de la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, serán: la búsqueda de minerales radiactivos de interés nuclear, el empleo de la energía atómica en la medicina y su aplicación en la agricultura y, la capacitación de personal para la utilización de equipos en los institutos de educación y organismos del Estado.

Se prevé la instalación de una central nuclear y de laboratorios asociados para la producción y fraccionamiento de radioisótopos, así como para el mercado de moléculas de interés biológico a emplearse, tanto con fines médicos, como en la agricultura y otros trabajos de investigación. La construcción e instalación de dicha central nuclear se espera terminar hacia fines del año 1983, y su funcionamiento a plena capacidad, a partir del año 1984.

Las políticas de investigación en ciencia y tecnología nuclear incluyen las siguientes medidas:

a.- El apoyo a la industria de la construcción y metalmecánica, en el sentido de que éstas tendrán que ajustarse a las normas de garantía y control de calidades que requieren.

b.- La localización de yacimientos de materias radioactivas dirigidas a una posible fuente de utilización energética nuclear que permita la producción de energía eléctrica como elemento sustitutivo de los recursos no renovables, tomando en consideración los altos riesgos de contaminación que ello implica.

Dado el alto costo de la tecnología nuclear y los elevados requerimientos de personal calificado, el plan demanda de la utilización de asistencia técnica de parte de organismos internacionales y la capacitación técnica del recurso humano para el mejor empleo y manejo de las instalaciones y la conducción de los trabajos de investigación a realizarse.

A manera de comentario final sobre las políticas de desarrollo científico y tecnológico para los varios sectores examinados, puede decirse que el plan ha dejado fuera importantísimos sectores productivos, como el de la minería y el forestal, donde es incuestionable la necesidad de un impulso encaminado a desarrollar conocimientos científicos y técnicos con el propósito de optimizar su explotación de acuerdo a nuestra realidad y su transformación ulterior. Así mismo, es evidente que, con excepción de algunos sectores como el de la industria, cuyas políticas son bastante claras y específicas, aquellas formuladas para otros sectores no pasan de ser enunciados generales que no precisan las acciones concretas que se pretende realizar. Estas indefiniciones pueden ser causa para, en determinado momento, justificar el retraso o el incumplimiento de las metas propuestas.

Por otra parte, y tomando en cuenta de manera especial al sector agropecuario, en el que los avances de la técnica no llegan al agricultor, o lo hacen en forma muy lenta a pesar de existir información disponible debido a las deficiencias que experimentan los sistemas de divulgación tecnológica, un plan integral de desarrollo científico y tecnológico no puede perder de vista o dejar escapar un aspecto tan importante como el de la transferencia de tecnología rural. Cabe interrogarse ¿de qué sirve promover la generación o adaptación de tecnología, si no se diseñan mecanismos efectivos que aseguren que esos conocimientos vayan a llegar a su destinatario?.

Finalmente, considerando que al momento actual ha transcurrido la mitad del quinquenio 1979-1984 para el cual se elaboró el plan

de desarrollo científico y tecnológico como parte del Plan Nacional de Desarrollo, es fácil deducir que la ejecución o aplicación de las medidas de política formuladas acusan un retraso significativo que, en términos generales, obedece a la grave crisis económica por la que atraviesa el país. Consiguientemente, al término del período quinquenal, será difícil, por no decir imposible, que el trazado plan sea fielmente cumplido.

## CAPITULO IV

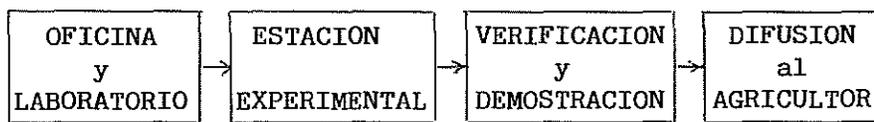
### TECNOLOGIA AGROPECUARIA: NUEVOS ENFOQUES PARA LA GENERACION Y TRANSFERENCIA

El proceso investigativo clásico por el cual se genera o se adapta tecnología agropecuaria se ha caracterizado por realizarse mayormente en las estaciones experimentales y/o en el laboratorio, generalmente en condiciones diferentes a las del medio rural. La realizan técnicos investigadores muy especializados, usualmente sin lazos con este medio, y está orientada preferentemente hacia las producciones de renta, como por ejemplo las destinadas al mercado agro-exportador o a la industria, dispensándose poca o ninguna atención a las producciones de subsistencia. Es además, organizada por cultivo o producto, prescindiendo del enfoque de sistemas, ya que no considera el fenómeno de la producción dentro de un sistema, muchas veces complejo, en el que existe una constante interacción entre sus componentes. Estos procesos de investigación no se apoyan sobre un conocimiento real del medio rural y de lo existente, ni han buscado implicar a los agricultores en el proceso de generación de tecnología.

El modelo seguido, que podría catalogarse como vertical de arriba (investigadores en las estaciones experimentales) hacia abajo (agricultores), es más o menos el mismo que lo practican los países desarrollados, donde los problemas para investigación son definidos en la oficina y en el laboratorio, o modelados a partir de experimentos conducidos en otros lugares, siguiendo, luego, la fase de investigación en la estación experimental. Después de estos ensayos que arrojan resultados que el investigador considera pueden tener aplicación en las explotaciones comerciales de agricultores o ganaderos, se realizan pruebas de verificación y demostración en campos de éstos, al término de las cuales el investigador deja en manos del extensionista la responsabilidad de difundir la innovación técnica obtenida.

Gráficamente, este modelo podría representarse en la forma si-

guiente:



En el proceso clásico el "paquete tecnológico", como queda indicado, es producido casi en su totalidad en el laboratorio y en la estación experimental, el investigador, por lo general, no se comunica con el agricultor, el extensionista no trabaja con el investigador (solamente se encarga de "vender" la tecnología a los agricultores) y, el agricultor (cliente) recibe en forma totalmente pasiva las innovaciones elaboradas por el investigador.

En nuestro país este modelo convencional puede funcionar con relativo éxito, como en efecto acontece, en zonas que cuentan con sectores agrícolas y ganaderos comercialmente organizados y fuertes, donde la desarticulación mencionada no es muy grave en razón de que los productores tienen suficiente fuerza política para dinamizar, tanto a investigadores, como a extensionistas. En estas situaciones, el agricultor demanda en forma activa el cambio tecnológico influyendo en la determinación de las prioridades de investigación, colaborando activamente con los mecanismos de extensión y presionando a los encargados de la política agrícola por los medios institucionales que aseguren la adopción del cambio tecnológico. Sin embargo, en el sector de pequeños productores, predominante en nuestro país, donde las numerosas familias campesinas viven en condiciones de pobreza, sin organismos que los representen y carentes de poder económico y político, no puede esperarse el mismo efecto dinamizador y de demanda por nuevas tecnologías y servicios. El pequeño agricultor mantiene una demanda latente por tecnología para mejorar su sistema de producción, pero esta demanda no se expresa por las razones antes anotadas.

La manifiesta desarticulación entre la oferta y demanda por tecnología ocasiona un estancamiento tecnológico en un importante número de agricultores, sobre todo los pequeños y medianos, estancamiento que se manifiesta principalmente en la brecha existente entre los

rendimientos potenciales obtenidos bajo condiciones experimentales y los obtenidos por los agricultores.

Esto ha llevado a los países del Tercer Mundo, entre los que se cuenta el Ecuador, a introducir reformas en el proceso investigativo con el propósito de satisfacer los requerimientos tecnológicos de esta inmensa clientela marginada que constituye la mayoría, que es altamente tradicional en sus prácticas y que ha permanecido fuera de la influencia de las innovaciones tecnológicas modernas. Estas reformas implican la aplicación de nuevas metodologías de carácter multidisciplinario y la participación activa y responsable del agricultor en el proceso de generar tecnologías agropecuarias.

En los párrafos que siguen, se presenta en primer lugar una breve relación del modelo clásico de investigación agropecuaria en el Ecuador, seguida por la descripción y análisis de los nuevos enfoques en la investigación tendientes a reducir o cerrar la brecha existente entre la oferta y demanda por tecnología en el sector de pequeños agricultores. La nueva orientación parte del enfoque de sistemas es decir considera las distintas actividades agropecuarias dentro de la finca, las posibles interacciones entre éstas y los varios objetivos de producción que el agricultor trata de alcanzar; así mismo, busca integrar al agricultor al proceso de generación de tecnología, convirtiéndolo en parte activa del mismo.

#### A. El Modelo Clásico de Investigación Agropecuaria en el Ecuador.

En nuestro país, el organismo oficial ejecutor de la generación y adaptación de nuevas tecnologías agropecuarias es el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INIAP, cuya responsabilidad es de cobertura nacional, concentrando sus esfuerzos en las cinco áreas, cultivos, actividades y clientes estratégicos y prioritarios del país.

El INIAP cumple su misión a través de la operación de siete estaciones experimentales distribuídas en áreas de zonas agroecológi-

cas representativas: cuatro en el Litoral, dos en la Sierra y una en la Región Amazónica (Cuadro 1). Dispone, además, de cinco granjas experimentales o sub-estaciones localizadas, tres en la Sierra y una en las regiones del Litoral y Amazónico. La investigación en las estaciones se divide entre los programas que, fundamentalmente, son de mejoramiento genético de los cultivos y actividades pecuarias, y los departamentos de apoyo que persiguen generar tecnologías de manejo de las explotaciones.

Desde su creación, la investigación del INIAP ha estado característicamente alineada dentro del modelo clásico de investigación por productos y disciplinas, que mantiene como objetivo primario el mejoramiento de la productividad del cultivo o de la especie animal considerada. La experimentación se lleva a efecto principalmente en las estaciones experimentales, aunque parte de la misma tiene lugar en los campos de los agricultores, a través de ensayos regionales que persiguen ampliar el rango de las recomendaciones de tecnologías ensayadas, o sus limitaciones, bajo diferentes condiciones de clima y suelo. Sin embargo, es menester destacar que durante los últimos años, la investigación con enfoque de sistemas, adaptada a la realidad del pequeño agricultor marginado ha cobrado caracteres de singular importancia.

Según Solíz<sup>1/</sup>, la investigación disciplinaria, típica del modelo clásico, deriva la generación de paquetes tecnológicos para los diferentes cultivos y actividades de producción animal, apoyándose en el supuesto de que en la vecindad de la alternativa tecnológica de mayor producción los factores controlables o tratamientos experimentales, se comportan como si tuvieran un carácter aditivo, es decir, que no interactuen entre sí en su efecto sobre el comportamiento y respuesta de la especie investigada (cultivo o animal). En este senti-

---

<sup>1/</sup> Rómulo Solíz. La investigación con enfoque de Sistemas en la Agricultura Campesina Ecuatoriana. Documento de Consultoría. CEPAL. Quito, 1982.

do se reconoce que, contrario al supuesto anterior, la respuesta del cultivo o del animal a los cambios en los niveles de los factores de producción (controlables e incontrolables) es de carácter no-aditivo, o sea que se producen interacciones o que dichos factores interactúan entre sí. Así, por ejemplo, se explica que bajo el supuesto indicado, el especialista de suelos se centre en el problema de fertilización manteniendo constantes los demás factores de producción controlables (como el riego, control de plagas y enfermedades, etc.) en niveles agronómicamente óptimos proporcionados por especialistas en otras disciplinas, para de este modo culminar con una lista de alternativas tecnológicas óptimas parciales. El producto final de este tipo de investigación es el paquete tecnológico, resultado de juntar las alternativas óptimas parciales de las varias disciplinas.

Se agrega que el modelo clásico reconoce, adicionalmente, el supuesto de que una alternativa tecnológica que prueba ser superior a otras bajo condiciones controladas y manejo óptimo como las que persisten en la estación experimental (buen manejo en la fertilidad del suelo, precisión en la aplicación de los tratamientos, niveles óptimos en las demás variables susceptibles de ser controladas) será igualmente superior a otras alternativas bajo condiciones sub-óptimas, como las que existen bajo las circunstancias del agricultor. Debe señalarse que este último supuesto ha sido desvirtuado en la práctica, cuando las recomendaciones de los paquetes tecnológicos no han demostrado ser significativamente superiores a las prácticas del agricultor empleadas como testigo.

La aplicación del modelo clásico en el INIAP ha tenido éxito en algunos cultivos como palma africana, maíz y soya, entre otros, en los que la tecnología ha sido adoptada sin mayores dificultades por una clientela compuesta por agricultores comerciales que practican el cultivo especializado. Sin embargo, en la agricultura campesina que, como se refirió anteriormente, agrupa a una gran mayoría de agricultores que practican sistemas de producción complejos bajo condiciones de recursos escasos, dicho modelo de investigación ha probado ser ineficaz.

## B. Investigación en Sistemas de Producción orientados al Pequeño Agricultor.

Conviene empezar la presente discusión definiendo el término "pequeño agricultor", o por lo menos, tratando de agrupar las características más destacadas que configuran el perfil del agricultor objeto y sujeto de estos trabajos de investigación agropecuaria.

En nuestro país, la población rural, en su mayoría relacionada con actividades agropecuarias, se estima en 4.5 millones de habitantes en el año 1978. Gran parte de esta inmensa población rural ocupa y explota 347.000 unidades de producción agropecuaria de menos de 5 hectáreas de superficie y vive en condiciones de pobreza que permiten considerarla como parte de la población marginada del país<sup>2/</sup>. Estos habitantes del agro son, precisamente los campesinos o pequeños agricultores, cuyas características son las siguientes: poseen una cantidad relativamente pequeña o limitada, particularmente, de tierra y capital; mano de obra, también limitada, en el sentido de un costo de oportunidad elevado; mantienen un acceso limitado a recursos de fuera de su sistema, especialmente de capital y de mercado, debido al tamaño pequeño de la finca, a los sistemas de tenencia de la tierra y a la falta de educación e infraestructura. Sin embargo y pese a esta situación, el individuo "mantiene un alto grado de eficiencia económica dentro de su sistema de producción relativamente complicado, gracias a su comportamiento racional en el manejo de sus recursos limitados conocidos y mantiene una demanda latente por tecnología para mejorar el sistema de producción"<sup>3/</sup>.

El pequeño agricultor ha venido practicando por generaciones su sistema de producción correspondiente, el mismo que ha sido construido sobre la base de experiencia de siglos. Como se indicó ante-

---

<sup>2/</sup> Hugo Triveli. Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Informe de Consultoría Proyecto PNUD/FAO Ecu/78/006. MAG. Quito. 1981

<sup>3/</sup> INIAP (Inst. Nac. de Inv. Agrop.) Investigación y Desarrollo Adaptados al Pequeño Agricultor-IDAPA. Dpto. de Economía Agrícola. Quito, 1981.

riormente, los pequeños agricultores operan sobre recursos escasos cuya potencialidad conocen buscando la máxima seguridad en los resultados, lo que los lleva a reducir a un mínimo sus gastos de explotación y a adoptar una actividad cautelosa frente a cualquier innovación que modifique su sistema vernáculo.

Para McDowell<sup>4/</sup>, el trabajo del pequeño agricultor puede definirse como la actividad realizada en una unidad operada por una sola familia, con poco o ningún contingente de mano de obra de fuera de la finca, que genera ingresos para subsistencia pero muy poco para el ahorro, inversión de capital o para compra de insumos agrícolas externos. A más de los rasgos anteriormente expuestos que caracterizan al pequeño agricultor, este autor lo describe, adicionalmente, como conservador frente a la economía ya que exige el mínimo de riesgos para optar por un cambio y responde muy poco ante las condiciones del mercado; es razonablemente industrioso, escéptico de todo lo que viene de afuera, tiene profundos lazos religiosos, pero su nivel de educación formal es bajo, usualmente menor de tres años. Entre los factores que limitan su contribución a la producción de alimento se señalan: la escala de operación, la distancia de los mercados, el alto costo unitario de mercadeo, la falta de disponibilidad de capital y la asistencia técnica inadecuada. Respecto a este último punto, las deficiencias del servicio de asistencia técnica han sido objeto de crítica aún de los sectores para los cuales la mayor parte de la tecnología ha sido dirigida; en el caso del sector campesino, sería imposible esperar que, careciéndose se tecnología apropiada, pueda ofrecerse un servicio de asistencia técnica acorde con las necesidades de esta clientela. Gráficamente las circunstancias que afectan la toma de decisiones del agricultor, en especial en materia de adopción de nueva tecnología de cultivo, ha sido representada en el siguiente diagrama: <sup>5/</sup>

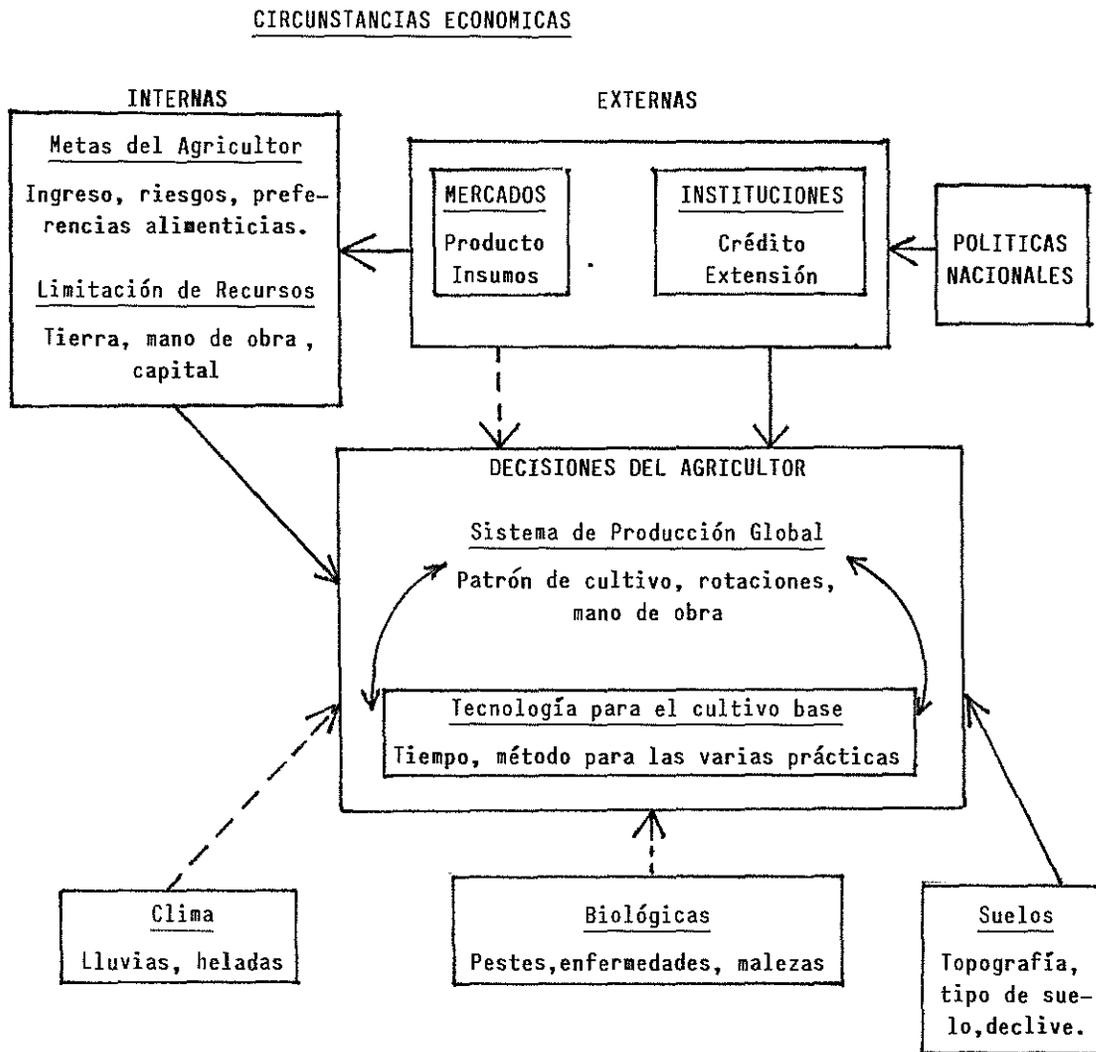
---

4/ R.E. McDowell. Are we prepared to help small farmers in Developing countries?. J. of Animal Science, 47:1184. 1978.

5/ CIMMYT. Assessing farmer's needs in designing agricultural technology. IADS, publicación especial. New York. 1981.

GRAFICO Nº 1

CIRCUNSTANCIAS QUE AFECTAN LA SELECCION DE UNA TECNOLOGIA POR EL AGRICULTOR



--- - - - -> Circunstancias de mayor incertidumbre para las decisiones

Toda esta serie de antecedentes, condujeron al INIAP a instrumentar una estrategia de investigación orientada a generar tecnologías que se adapten y funcionen armónicamente en los sistemas de producción del pequeño agricultor, aumentando su eficiencia y los ingresos del productor.

### I. Programas de Investigación en Producción (PIP)

Dentro de esta estrategia, las restricciones y posibilidades de mejoramiento a través de la investigación de los sistemas de producción representativos constituyen la base del diseño de la experimentación, y, las circunstancias agro-ecológicas y socio-económicas juegan un papel preponderante, tanto en el desarrollo como en la evaluación de las alternativas tecnológicas disponibles.

En el proceso de identificación y análisis de los sistemas de producción se requiere de la participación activa del agricultor, la que no se produce espontáneamente debido a la existencia de barreras en forma de instituciones, actitudes y políticas, debilidad de organización y poder político, que impiden que éste exprese su demanda por nuevas tecnologías y pueda influir en la determinación de las prioridades de la investigación.

Por lo mismo, el enfoque de investigación en producción articula al investigador con el agricultor, brindándole la oportunidad de opinar sobre su problemática y sus requerimientos tecnológicos. De este modo, el agricultor, con su intervención, analiza las restricciones que sus circunstancias imponen al sistema de producción y contribuye a la identificación de hipótesis de investigación, ayuda en la ejecución de los ensayos a nivel de finca y colabora en la validación económica y en la formulación de soluciones. Sólo así puede garantizarse un alto nivel de probabilidades en la adopción y aplicación de las tecnologías mejoradas, de manera estable.

Sóliz<sup>6/</sup> considera que el condicionamiento de la participación del agricultor con el equipo investigador, instrumenta el enfoque de investigación "de abajo hacia arriba" que incorpora sistemáticamente en el diseño las metas y circunstancias del agricultor, pero que también utiliza los resultados de la investigación con iniciativa "desde arriba" obtenidos en las estaciones experimentales, a través de su experimentación por producto y por disciplina. En consecuencia, puede afirmarse que la investigación en producción en fincas de los agricultores no es sustituto sino complemento de la investigación en las estaciones experimentales del INIAP.

**a. Estrategia y Objetivos:**

El Programa de Investigación de Producción (PIP) del INIAP se define como un programa de transferencia de tecnología, a través de la expansión de la investigación en producción en parcelas de los agricultores, enfocado hacia sistemas de producción. El Programa incorpora como sus elementos estratégicos la concepción de la experimentación y transferencia de tecnología a nivel de finca como dos fases de un solo proceso, la investigación para mejorar los sistemas de producción existentes en lugar de tratar de desarrollar nuevos sistemas, la participación activa del agricultor beneficiario, la validación agronómica y económica de los resultados de investigación disponibles en las estaciones experimentales y el desarrollo a corto plazo de tecnologías apropiadas.

Los objetivos más importantes son los siguientes:<sup>7/</sup>

- 1) Seleccionar y probar en campos de los agricultores los componentes tecnológicos que van siendo generados y desarrollados

---

<sup>6/</sup> Rómulo Solíz. La investigación con enfoque de sistemas en la agricultura campesina ecuatoriana. Documento de Consultoría. CEPAL. Quito, 1982.

<sup>7/</sup> INIAP. Investigación y Desarrollo adaptados al Pequeño Agricultor. IDAPA. Dep. de Economía Agrícola. Quito, 1981.

por los programas y departamentos de las estaciones experimentales, para su inmediata adaptación y ajustes a las circunstancias agroclimáticas, a los sistemas de producción y a las condiciones socio-económicas propias del agricultor marginado.

2) Formular tecnologías alternativas sujetas a una validación económica, que pueden estar disponibles para su verificación y posterior difusión por parte de los servicios de extensión (asistencia técnica) y crédito agrícolas.

3) Proveer información de retroalimentación que oriente la investigación que se lleva a cabo en las estaciones experimentales hacia el desarrollo de nuevos componentes tecnológicos, como respuesta a las posibilidades y limitaciones que se vayan detectando a nivel de los agricultores de una región.

4) Capacitar a técnicos nacionales de varias instituciones, en áreas de investigación y extensión bajo metodología adaptada al grupo de pequeños y medianos agricultores.

La estructura de la investigación agropecuaria del INIAP y su relación con el funcionamiento del Programa de Investigación en Producción se presenta en el Gráfico 2.

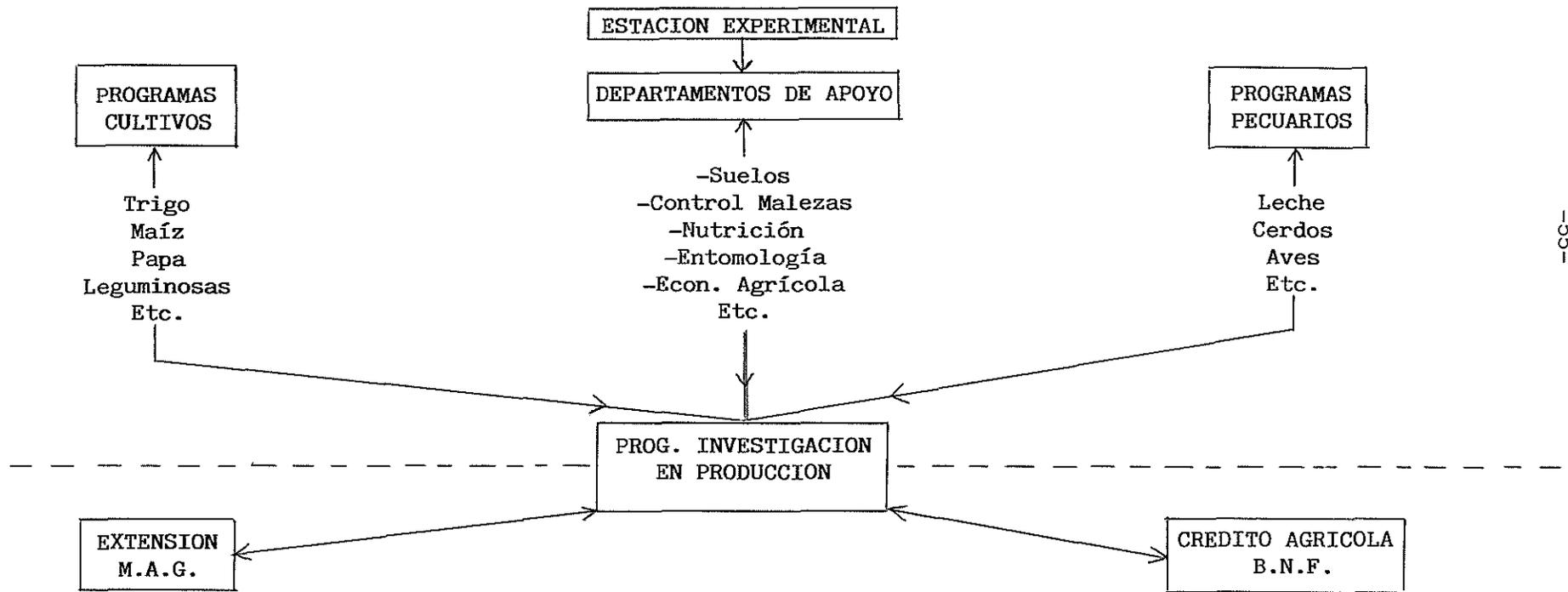
#### **b. Metodología:**

La metodología del PIP sigue una secuencia, en términos de etapas, que puede resumirse así:

1) Etapa descriptiva, en la que se examina el sistema de producción para determinar su flexibilidad, sus limitaciones más importantes y las posibles soluciones. Aquí se establecen áreas de trabajo en términos de "dominios de recomendación" o grupos más o menos homogéneos de agricultores con circunstancias agroeconómicas similares, para cuyos problemas se pueden elaborar iguales recomendaciones.

GRAFICO Nº 2

INIAP: ESTRUCTURA DE LA DIVISION AGROPECUARIA Y FUNCIONAMIENTO DEL NUEVO PROGRAMA  
DE INVESTIGACION EN PRODUCCION



2) Etapa de diagnóstico, en la que se establece la racionalidad de las prácticas culturales corrientes, los problemas más importantes, la preselección de componentes tecnológicos como posibles soluciones. En otros términos, en esta etapa se identifica la demanda por nuevas tecnologías, mediante una encuesta de una muestra aleatoria, y se definen las líneas de investigación.

3) Etapa de análisis a partir de la información proporcionada por la encuesta (y por los ensayos en años posteriores) para identificar los componentes tecnológicos prioritarios que presentan potencial para incrementar la productividad.

4) Etapa de experimentación o de ejecución de ensayos en parcelas de los agricultores con el objeto de conocer la bondad de las soluciones probables (tecnologías alternativas) para producir cambios rentables y aceptables en el sistema de producción existente.

5) Etapa de evaluación económica de las tecnologías alternativas, analizando conjuntamente la información proveniente de la etapa anterior, de las encuestas y de los estudios de mercado.

6) Etapa de difusión, en la que las tecnologías alternativas juzgadas como adaptativas se promueven extensivamente por medio de parcelas demostrativas, días de campo, etc.

Con el propósito de ilustración, en el Gráfico 3 se presenta el esquema de trabajo que sigue el PIP, el que con poquísimas diferencias se identifica como el modelo formulado y concebido por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)<sup>8/</sup> y que se lo ha aplicado con éxito en algunas partes del mundo (Gráfico 4).

Pese al relativo corto tiempo de funcionamiento y a la serie

---

<sup>8/</sup> CIMMYT. Assessing farmer's needs in designing agricultural Technology. IADS, publicación especial. New York. 1981.

GRAFICO Nº 3

INIAP: ESQUEMA DE TRABAJO DEL PROGRAMA DE INVESTIGACION EN PRODUCCION

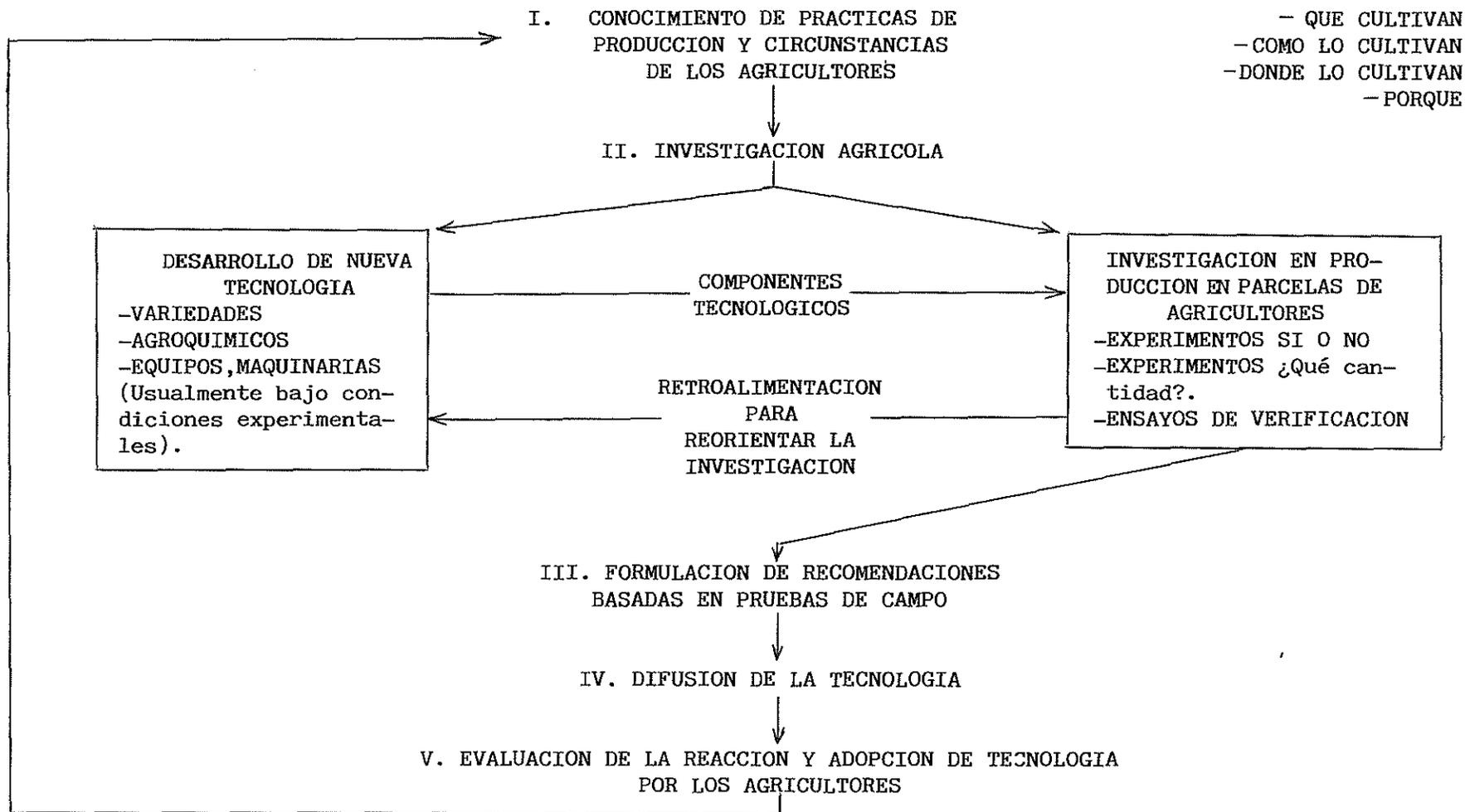
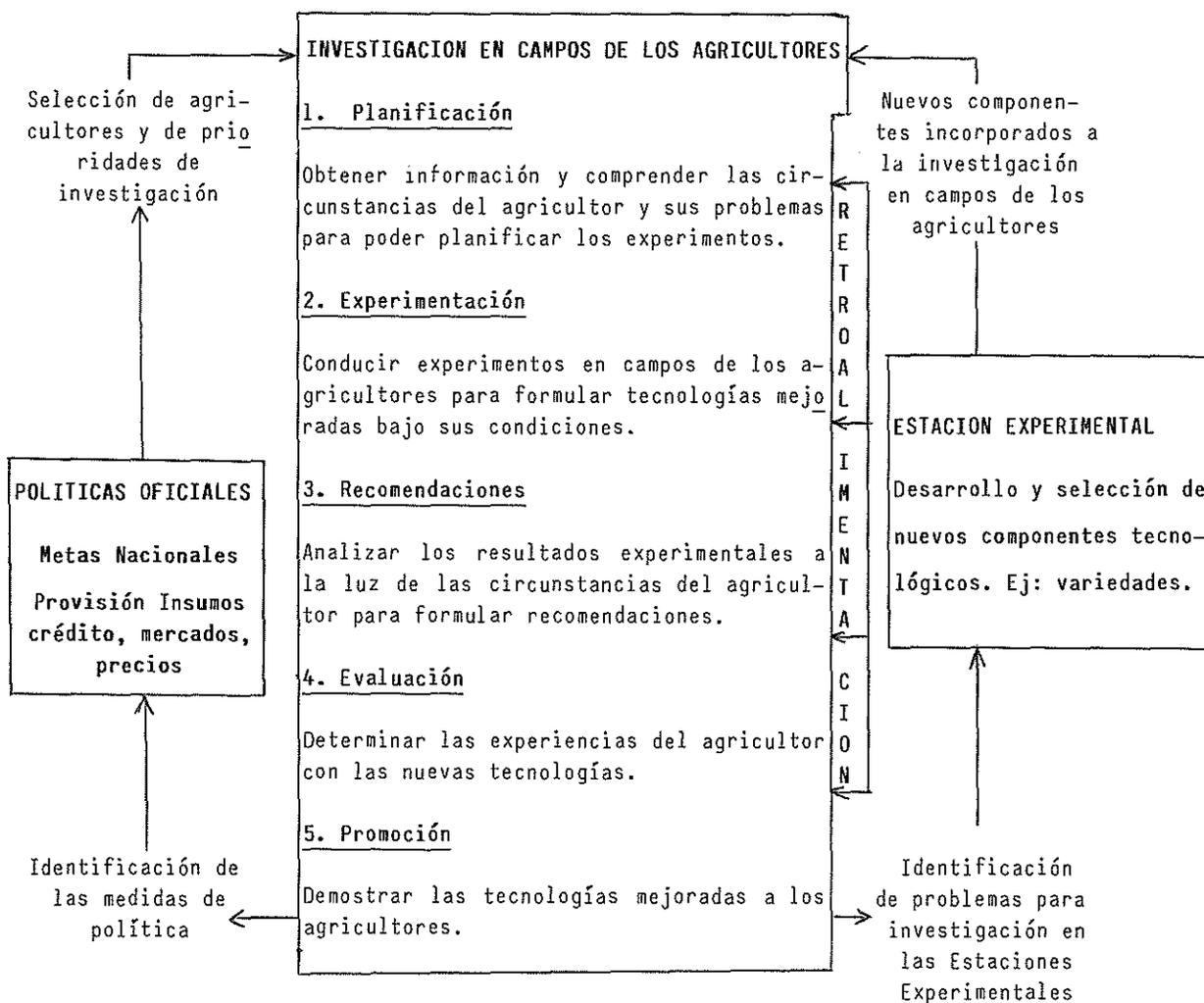


GRAFICO Nº 4

VISTA GLOBAL DE UN PROGRAMA INTEGRADO DE INVESTIGACION  
EN EL CAMPO DE LOS AGRICULTORES



de dificultades de todo orden, el PIP ha logrado con su trabajo resultados que han demostrado ser útiles a los pequeños agricultores. Es de esperar que este esfuerzo investigativo encuentre el apoyo que asegure su expansión e incursión en otras áreas distintas, donde el principal componente del sistema no sean los cultivos de ciclo corto sino la producción animal (avícola, porcina, bovina u ovina), la fruticultura, o la producción de otros cultivos comerciales perennes. De otra parte, es preciso que su filosofía, conceptos y metodología sean difundidos y debidamente comprendidos en relación con el enfoque clásico, a fin de posibilitar su consolidación definitiva e irreversible dentro del sistema nacional de investigación agropecuaria.

## 2. Investigación-Desarrollo: Estrategia de eco-desarrollo.

En años recientes el Centro Andino de Tecnología Rural (CATER), adscrito a la Universidad Nacional de Loja, con la cooperación del grupo de Investigación y de Intercambio Tecnológico (GRET) de Francia, ha iniciado un programa de investigación participativa en sistemas de producción, enmarcado dentro de una estrategia conocida con el nombre de "eco-desarrollo" <sup>9/</sup>.

El concepto de eco-desarrollo se entiende como un proceso que implica cambios tecnológicos, económicos, sociales, ideológicos, institucionales, etc., dentro de un marco de cuatro características fundamentales: 1) el proceso de desarrollo debe estar en manos de los productores; 2) el proceso de desarrollo debe ser auto-mantenido, en el sentido de que el motor de su propia reproducción se encuentra en los elementos internos a la formación social; 3) el proceso de desarrollo debe tender a satisfacer las necesidades básicas de la población, dando prioridad a las poblaciones más necesitadas; 4) el proceso de desarrollo debe preocuparse por mantener los equilibrios ecoló-

---

<sup>9/</sup> Jean M. Collombom. El papel de la educación, la investigación y la extensión en la estrategia de eco-desarrollo para la Región Amazónica. CATER, Universidad Nacional de Loja. GRET, Francia. 1981.

gicos esenciales a largo plazo.

**a. Estrategias:**

Como la mayoría de los programas de investigación con enfoque de sistemas, la estrategia de trabajo del CATER implica el colocar al campesino en el centro del proceso, involucrándolo activamente como actor y beneficiario del mismo. Algunos rasgos que caracterizan este tipo de investigación participativa son:

1) Es de doble flujo, va de la estación experimental y el laboratorio hacia el campo y del campo hacia la estación experimental.

2) Es conducido por investigadores organizados en equipos pluridisciplinarios y que pasan gran parte de su tiempo en el campo.

3) Implica a los agricultores que son co-partícipes del proceso investigativo, tanto en la fase de diagnóstico como en el manejo de los ensayos en sus parcelas.

4) Da gran importancia a la evaluación de los impactos ecológicos, sociales, económicos y culturales, de una técnica. Esta evaluación la realizan equipos interdisciplinarios asociando principalmente sociólogos, ecólogos y economistas.

Los alcances de este enfoque son importantes, ya que permiten apreciar las potencialidades reales, sistemas intensivos de producción y, facilitar la transferencia ulterior y, por lo tanto, el desarrollo de proyectos.

**b. Metodología:**

La metodología de la Investigación-Desarrollo trata, en definitiva, de desarrollar sistemas apropiados de producción agrícola, capaces de favorecer el auto-desarrollo, integrando técnicas adecuadas. Para ello debe cumplir algunas etapas:

1) Análisis de los sistemas existentes. Tiene por objeto conocer la realidad y poder evaluar sus capacidades de cambio. Un proceso de desarrollo de los sistemas de producción según este enfoque, implica la realización de "encuestas-participativas" que asocien directamente a los agricultores a la definición de su propio porvenir. Estas encuestas permiten escuchar a los agricultores, comprender el mundo de sus conocimientos tecnológicos, así como también, conocer y analizar sus creencias y tabúes.

Un sistema ha sido definido como un conjunto de elementos que mantienen entre sí relaciones privilegiadas y que está organizado para alcanzar un determinado fin. Un "sistema rural" comprende el ecosistema, el sistema social y los sistemas de producción agrícola, definido como el producto de la interacción entre las formas de organización social de la producción y los ecosistemas de un espacio, valorizado por las fuerzas productivas disponibles.

2) Determinación de los sistemas posibles. El análisis de los diferentes componentes de los procesos agrícolas de producción permite explorar el cambio posible y formular hipótesis y desarrollar experimentaciones. El enfoque sistemático al integrar el conjunto de los conocimientos, posibilita la formulación de propuestas de investigación en forma operacional. De este modo, los sistemas juzgados como "posibles", no sólo desde el punto de vista técnico, sino también desde el punto de vista social y ecológico, son motivo de estudio y planificación experimental, antes de incursionar en la siguiente etapa.

3) Determinación de los sistemas transferibles. Según este programa, la determinación de si un sistema de producción es transferible o no, depende fundamentalmente del sistema social y del sistema exterior; en otras palabras, de las potencialidades sociales, de la capacidad de trabajo disponible, de los márgenes de utilidad, de los requerimientos de inversión, de las políticas económicas existentes, etc. Los sistemas "técnicamente posibles y transferibles"

son luego experimentados en base a criterios bien escogidos y en condiciones reales.

4) Proceso de transferencia. Siendo el objetivo, tener agricultores capaces de manejar sistemas de producción aptos para el autodesarrollo, se prescribe como siguiente paso, la difusión de "sistemas" y no de tal o cual técnica aislada. El enfoque sistemático, en consecuencia, al ser global, toca también todas las categorías sociales y todas las formas de acción en el proceso de transferencia.

5) Evaluación del proceso en su conjunto. Se trata de un proceso evaluativo permanente que permite obtener información de retroalimentación y, por ende, realizar ajustes permanentemente. De acuerdo a este programa, la evaluación se aplica sobre todos los factores que contribuyen al resultado final, tales como: las metodologías de investigación, las metodologías de extensión, los mecanismos y el grado de participación campesina y las políticas agrícolas.

La Investigación-Desarrollo del CATER ha sido formulada como una alternativa para alcanzar el desarrollo rural, orientando sus esfuerzos inicialmente a la Región Amazónica y a las áreas de campesinos pobres de la provincia de Loja, a través del desarrollo de sistemas de producción agrícola estables y extensibles, con bajo nivel de consumo de factores de producción, que dan prioridad a la producción de productos básicos, utilizan técnicas adecuadas, son de bajo costo y de fácil manejo y, que se apoyan en promotores originarios del medio mismo, escogidos por las comunidades.

Como puede apreciarse, los lineamientos, filosofía y metodología del programa del CATER son bastante similares y propenden al mismo fin, que los Programas de Investigación en Producción antes descritos. No obstante, existen algunas características que lo distinguen de este último. Así, el programa de Investigación-Desarrollo del CATER propone el desarrollo de sistemas de producción agrícola (basado, eso sí, en los sistemas existentes) y su ulterior difusión. En otras palabras, no trata de identificar el o los componentes (cul-

tivos) más importantes de los sistemas prevalecientes (los que proporcionan los mayores ingresos para sustento del agricultor) con fines de mejorarlos y, de este modo, mejorar la eficiencia del sistema sin modificarlo, sino que incluye en su trabajo a todos los componentes de un sistema considerado "posible y transferible", el cual es mas tarde difundido en forma global. No define, sin embargo el área de dominio de recomendación, es decir, los límites de una área geográfica de trabajo caracterizada por la relativa homogeneidad de las prácticas y sistemas de producción existentes, dentro de los cuales se circunscriben o tienen validez las recomendaciones generadas. Por otra parte, dentro de la metodología no se determina el procedimiento a seguir en la experimentación de los "sistemas posibles", cuando el sistema incluye asociaciones de cultivos anuales, asociaciones de cultivos perennes, asociaciones de éstos con animales o producción animal con varias especies.

Otra diferencia fundamental radica en el papel de la investigación de la estación experimental como apoyo al trabajo en campos de los agricultores. Así, se considera que la obtención de nuevas variedades, la introducción de prácticas mejoradas de manejo del cultivo o la generación de cualquier tipo de innovación tecnológica, debe efectuarse exclusivamente en campos de los agricultores, bajo las condiciones sub-óptimas y de limitación de recursos que allí prevalecen, y no en las estaciones experimentales donde el ambiente está controlado al máximo y las condiciones son óptimas. Bajo el supuesto de que el fitomejorador al probar y seleccionar material genético en las estaciones experimentales descarta numeroso material que, probado en campos de agricultores bien podría ser superior a las variedades criollas del campesino, el papel de las estaciones experimentales parece quedar restringido al de bancos de germe plasma y centros multiplicadores de esas semillas.

Un aspecto interesante del trabajo del CATER es el gran énfasis e importancia dado a la conservación del ambiente y de los ecosistemas naturales, así como también a la necesidad de apoyar la organización campesina como requisito para su participación en el proce-

so de auto-desarrollo.

### 3. Desarrollo de Sistemas Integrados de Producción Agro-Silvo-Pastoril para el Trópico Húmedo.

La investigación aquí referida forma parte del trabajo iniciado en 1976 por el INIAP en la Región Amazónica con el propósito de generar una tecnología especial desarrollada in situ en beneficio de los pequeños agricultores (colonos) asentados en esa región. La Región Amazónica, caracterizada por la presencia de eco-sistemas sumamente frágiles, en los que al perturbarse el equilibrio natural se corre el riesgo de producir alteraciones irreparables, demanda de una tecnología que, a mas de contribuir a incrementar la productividad agropecuaria, garantice el buen uso y la conservación de los recursos naturales, principalmente del suelo. De allí que, con esta premisa, se haya emprendido un programa de investigación con un nuevo enfoque que persigue incrementar la productividad de la tierra del colono, mediante la aplicación de sistemas de producción ecológicamente estables, económicamente rentables y socialmente viables.

El desarrollo coherente e integrado de una estrategia de investigación enmarcada dentro de estos principios, parte del conocimiento de los eco-sistemas naturales y su potencial para proveer alimentos, fibras, combustible y madera, y de la evidencia de que con la aplicación de tecnología apropiada es posible producir sin acabar con la fertilidad del suelo ni con sus propiedades físicas.

#### a. Metodología:

La carencia casi absoluta de información técnica que pudiera servir de guía para la explotación racional del nor-oriente de la Región Amazónica por parte de los colonos recientemente asentados, llevó a la necesidad de establecer un programa de investigación especial cuya metodología, en términos de etapas, fue la siguiente:

- 1) Reconocimiento diagnóstico del área, con el propósito de

conocer las características más importantes de los eco-sistemas existentes y de identificar las principales limitaciones y potencialidades desde el punto de vista de la producción.

2) Recopilación de tecnología local empleada en la producción de pequeñas fincas que incluye, en adición a los sistemas de producción de cultivos, la información sobre árboles maderables y especies para leña, producción avícola, porcina y bovina, y en general, sobre sistemas integrales de producción.

3) Planificación de sistemas posibles dentro de un área de recomendación, utilizando como base los principios y fundamentos de la tecnología aplicada por los nativos en sus sistemas, e incorporando componentes tecnológicos desarrollados en otras áreas similares del mundo.

4) Experimentación. Prueba en el campo experimental para estudiar el comportamiento del o los sistemas mejorados propuestos.

5) Evaluación. Reajuste continuo de los distintos componentes individuales y del sistema global; eliminación y adición de elementos constitutivos; reordenamiento espacial y cronológico; validación ecológica, económica y social.

6) Difusión entre agentes de asistencia técnica, promotores rurales, extensionistas, etc., y capacitación de colonos.

7) Preparación de material didáctico para utilización en programas de educación rural, tanto para infantes como para adultos.

Como puede apreciarse, el propósito del trabajo realizado implica el diseño de sistemas integrados de producción y su difusión después de la evaluación y validación técnica, económica, ecológica y social.

b. Naturaleza y fundamentos de los sistemas de producción in-

**vestigados:**

El enfoque de la investigación remarca la necesidad de desarrollar sistemas que se asemejen al máximo al eco-sistema natural, de los que no se espera una producción agropecuaria abundante sino, mas bien, la provisión segura y sostenida de alimentos a través del tiempo, fibras, combustible y material de construcción sin el menoscabo del recurso suelo.

Técnicamente, estas investigaciones se basan en los siguientes aspectos:

- 1) La combinación de tecnologías locales o "endógenas" con tecnologías "exógenas".
- 2) El uso de tecnologías intensivas en mano de obra.
- 3) La búsqueda de una auto-suficiencia máxima para la unidad de producción.
- 4) La gran variedad ecológica y su aprovechamiento máximo con especies vegetales en varios estratos verticales.
- 5) La complementariedad entre los componentes del sistema (producción de cultivos, producción animal y producción forestal) y entre los elementos constitutivos de cada componente.
- 6) El reciclamiento de nutrientes.
- 7) El uso de especies leguminosas (forrajeras y arbóreas) como agentes fijadores de nitrógeno atmosférico y extractores de nutrientes de las capas profundas del subsuelo.
- 8) La minimización de los aportes del exterior o de fuera de la finca, limitándolos a lo realmente indispensable.

En breves rasgos, el sistema integrado de producción agro-silvo-pastoril desarrollado incluye la producción de cultivos alimenticios, tanto de consumo humano, como para alimentación animal, especies forrajeras de pastoreo (para producción de forraje y fijación de nitrógeno) raíces forrajeras (como alimento animal), y en menor escala, frutales, hortalizas, especies productoras de fibra, etc. Como elementos del componente animal, el sistema incluye producción avícola, porcina y de ovinos tropicales, todas a campo abierto. Finalmente, el componente forestal lo constituyen especies nativas leguminosas de árboles (fijadores de nitrógeno) para producir combustible y material de construcción.

d. Metas <sup>10/</sup>

1) Producir una dieta segura y mejorada para la familia campesina. (colono).

2) Mejorar los forrajes y los alimentos para los animales de la finca.

3) Mejorar, o al menos mantener, la fertilidad del suelo y el balance ecológico general.

4) Aumentar el rendimiento por unidad de capital invertido y de superficie de tierra.

5) Aumentar las opciones de mercado para consumir, almacenar o vender.

6) Incrementar la producción de combustible renovable de uso casero (leña o carbón vegetal).

---

<sup>10/</sup> John P. Bishop. Compile Technology, train production specialists and prepare training materials for small farmers in the humid tropical lowlands east of the Andes. Project Proposal. INIAP-U. of Fla. INIAP, Estación Experimental Napo. 1979.

7) Mejorar la fluidez económica del colono al proveerle de excedentes de producción para la venta en varias oportunidades durante el año.

8) Mejorar la distribución de la demanda sobre la mano de obra familiar durante el año.

9) Lograr la aceptabilidad por parte de los pequeños agricultores (colonos) en términos de riesgo, capital y mano de obra requerida.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

El primer paso con miras a formular una política científica y tecnológica nacional ha sido dado con la expedición de la ley que crea el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

El desarrollo integral del país involucra el desarrollo científico y tecnológico y esto debe ser comprendido por los gobernantes. El superar el retraso que lleva nuestro país en este respecto en comparación con los países más avanzados es un desafío enorme, pero no basta con saber qué debe hacerse, sino que es indispensable disponer de los medios para llevar adelante esta tarea. Dado que el espectro de las acciones que hay que ejecutar es amplio y variado frente a nuestra limitada capacidad de recursos humanos, físicos y financieros disponibles, resulta necesario empezar por definir prioridades de tal modo que se brinde atención preferencial a la satisfacción de las necesidades más apremiantes y urgentes de la población. Esto significa dar preferencia a líneas de investigación y desarrollo científico y tecnológico vinculadas a temas como alimentación, salud, vivienda popular, vestido.

La necesidad de disponer de una política científica y tecnológica coherente es fundamental si nuestro país busca liberarse o por lo menos, reducir el grado de dependencia que hasta hoy le ha caracterizado. La posibilidad de conseguir lo anterior depende en gran medida de nuestra capacidad para fijarnos objetivos que respondan a la realidad, y de los esfuerzos que se desplieguen con el fin de dar el mejor uso posible a nuestros recursos naturales, con la participación de los recursos humanos que hoy disponemos y aquellos que en el futuro debemos formar.

En este sentido es indispensable ampliar la capacidad misma de investigación, promover la recopilación y mejoramiento de las tec-

nologías autóctonas tradicionales y establecer condiciones favorables para la selección, transferencia, adaptación y utilización de tecnologías provenientes de los países industrializados, así como también, para generar conocimientos científico-técnicos e innovaciones originales. A la Universidad ecuatoriana le corresponde cumplir una misión histórica fundamental en el desarrollo de la capacidad científica y técnica del país, ya a través de la formación de profesionales, científicos e investigadores, ya mediante su labor investigativa en todos los campos prioritarios y la difusión de los conocimientos científicos y técnicos por ella generados. Requisito indispensable será reducir hasta eliminar la desconexión que hoy existe entre la Universidad y la realidad nacional y, la definición de su compromiso por la conservación o por el cambio de las estructuras sociales vigentes.

Finalmente, siendo nuestro país esencialmente agrícola y, en concordancia con las políticas del Plan Nacional de Desarrollo que remarcan la urgente necesidad de ofrecer soluciones prácticas a los problemas socio-económicos de los varios estratos de agricultores, especialmente del amplio sector de campesinos de escasos recursos, merece especial consideración y apoyo por parte del Estado la nueva orientación que la investigación agropecuaria está tomando en el país, pues propende a mejorar el nivel de vida del campesino y a elevar la oferta de alimentos básicos de consumo interno.

**RECOMENDACIONES:**

- Las relaciones entre las instituciones de educación superior y el sistema productivo deben orientarse de tal manera que las actividades docentes y de investigación respondan a los requerimientos del mercado de trabajo y del desarrollo científico y tecnológico nacional.

- Las políticas de recursos humanos deben atender las más urgentes prioridades relacionadas con la calidad de la educación, la estructura y contenido de la enseñanza superior y la utilización adecuada de los recursos disponibles.

- El sistema educativo, sin perjuicio de sus objetivos fundamentales, debe contribuir al proceso de desarrollo científico y tecnológico mediante una estructura amplia y flexible, ajustada al estado actual del conocimiento en todos los niveles y áreas, incorporando los conocimientos específicos vinculados con los campos prioritarios del desarrollo. A este respecto, la educación debe capacitar al individuo para que dé su aporte al proceso productivo y pueda seguir adquiriendo en el trabajo, o mediante estudios especiales, los conocimientos que requiere la demanda social.

- La planificación del sistema Científico y Tecnológico requiere formular un diagnóstico global de los recursos humanos a efectos de establecer las disponibilidades y necesidades de personal calificado en las distintas áreas.

- Para la formación de recursos humanos en cantidad y calidad suficientes, se requiere aumentar la capacidad de investigación y desarrollo avanzados. Así mismo, se deben adoptar medidas que reduzcan las causas de la emigración de científicos y técnicos nacionales, y estimular el regreso de aquellos que están trabajando en el exterior.

- En la formación, el profesional debe estar preparado no sólo

lo para aprehender el conocimiento que viene del exterior, sino también, para analizarlo críticamente y juzgarlo a la luz de las condiciones particulares locales a fin de desarrollar métodos, procesos y productos nuevos o distintos, en lugar de producir por mera copia de lo existente en el exterior.

- Dados los requerimientos actuales, es importante que se reconozca la necesidad de establecer cursos formales de post-grado para la formación de investigadores y cuadros docentes de alto nivel.

- El desarrollo de la infraestructura científica y tecnológica debe ser múltiple y equilibrado para asegurar la presencia de recursos humanos, laboratorios, equipos e instalaciones, en cantidad y calidad suficientes a fin de, por lo menos, capacitar al país para incorporar, integrar y re-elaborar los conocimientos que el incesante avance científico y técnico está alcanzando.

- Es inaplazable la necesidad de integrar un sistema nacional de información científica y tecnológica que compile toda la información generada en el país y seleccione la proveniente del exterior a efectos de atender en forma ágil los requerimientos de documentación científica y tecnológica en todos los campos.

- El Estado, a través del CONACYT debe asumir un rol preponderante en el financiamiento, estímulo y orientación de las actividades científicas y tecnológicas; pero, es también importante que el sector privado del sistema productivo participe activamente en el financiamiento de la investigación, especialmente en aquellas áreas en las que éste es el directo beneficiario de los resultados que se generan.

- La política tecnológica debe orientarse hacia la selección y adaptación de la tecnología transferida, y hacia el estímulo y creación de tecnología autóctona en las condiciones más adecuadas a la estructura de los factores de producción, tomando en consideración, especialmente, la política de empleo.

- El sistema Científico y Tecnológico debe, además, atender la satisfacción de las necesidades de las poblaciones marginadas, rurales y urbanas. Con este fin, el esfuerzo debería encaminarse a investigar la posibilidad de dar un uso más amplio a los productos autóctonos y a la utilización y mejoramiento de la eficiencia de los recursos.

- La capacidad autóctona de innovación tecnológica debe orientarse preferencialmente al desarrollo de técnicas que utilicen intensivamente la mano de obra y los materiales locales, teniendo en cuenta las necesidades básicas de la población. Es deseable, en consecuencia, investigar para generar nuevas técnicas que permitan la economía de capital, antes que la economía de mano de obra.

- La transferencia de tecnología desde los países desarrollados puede ser un factor vital en el desarrollo tecnológico local, siempre y cuando la naturaleza y accesibilidad de las tecnologías transferidas sean adecuadas a los objetivos de desarrollo del país. Para esto se deben formular políticas en cuanto a transferencia de tecnología destinadas a lograr que las empresas proveedoras de tecnología proporcionen información y entrenamiento al personal nacional, que contribuyan al financiamiento de la investigación localmente, y que se eliminen restricciones contractuales que impiden la total utilización de la tecnología importada.

- La cooperación o asistencia técnica externa, vista como otro mecanismo de transferencia de tecnología, debe ser orientada en el país por el CONACYT para que responda a las necesidades prioritarias del desarrollo científico y tecnológico del país. Debe, además, contribuir al desarrollo de la capacidad propia del país, ser gradualmente reemplazable con aportes locales en plazos dependientes de la naturaleza de los proyectos, optimizar el empleo de los recursos internacionales y ser flexible para que permita su uso más eficiente.

- Reforzar y construir centros de investigación, adaptándolos a las necesidades académicas de los investigadores. Esto incluye no sólo la incorporación de nuevos investigadores sino también la dotación de laboratorios así como de la infraestructura necesaria para diseñar, construir y reparar instrumental científico y didáctico.

- Divulgar la ciencia y la técnica favoreciendo la difusión de libros y revistas con material científico y técnico, creando museos de ciencia y de técnica, y construyendo bibliotecas populares.

- El establecimiento de mecanismos permanentes de seguimiento, medición y evaluación de los avances del proceso de desarrollo científico y tecnológico del país a fin de tener una retroalimentación adecuada y hacer los ajustes necesarios y oportunos para su fortalecimiento.

- Se recomienda, igualmente, dar la primera prioridad a la investigación y a la aplicación de la ciencia y la tecnología en el sector agropecuario sobre la base del cambio social y económico en el sector campesino.

- Para complementar lo anterior, es menester recalcar la necesidad de ofrecer el apoyo oficial a los nuevos esfuerzos investigativos que persiguen el mejoramiento substancial del campesinado ecuatoriano, a través de la generación de tecnologías apropiadas a sus requerimientos.

## BIBLIOGRAFIA

ANAYA FRANCO, Eduardo. Imperialismo, Industrialización y Transferencia de Tecnología. (Lima: Edit. Horizonte, 1981) 114 p.

BEHRMAN Jack N. Los países menos desarrollados y el proceso de transferencia de tecnología. Conferencia de las NN.UU sobre Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, 1979. (Agencia de Comunicación Internacional de los EE.UU, s/f) 9 p.

BISHOP John P. Compile technology, train production specialists and prepare training materials for small farmers in the humid tropical lowlands east of the Andes. Project Proposal. INIAP-U of Fla. (INIAP, Estación Experimental Napo, 1979).

BOENINGER Edgardo. La Universidad en relación al Sistema Científico y Tecnológico y su importancia en los Procesos de Cambio Social. IN Desarrollo Científico y Tecnológico y Universidad. (CVP, Santiago, Chile, 1973).

Centro Internacional para el Mejoramiento de Maíz y Trigo-CIMMYT. Assessing farmer's needs in designing agricultural technology. (IADS, Publicación Especial, New York, 1981).

COLLOMBON Jean M. El papel de la educación, la investigación y la extensión en la estrategia de eco-desarrollo para la Región Amazónica. (CATER, Universidad Nacional de Loja y GRET de Francia, 1981).

Consortium for International Development. Readings in Farming Systems, Research and Development. (USAID, Shaner, Philipp y Schmehl, Edit., 1981) 187 p.

DE LA TORRE R., BISHOP J.P., MUÑOZ K. La Investigación Agropecuaria en la Región Amazónica. (Revista "Desde el Surco" Nº 33, 1982) p.29.

DRUCKER, Peter F. Tecnología, Administración y Sociedad (México: Edit. Roble, 1970) 244 p.

ECUADOR. Consejo Nacional de Desarrollo. Política de Desarrollo Científico y Tecnológico. (Quito: Edit. Voluntad, 1981). 3 tomos.

ECUADOR. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias-INIAP. Investigación y Desarrollo adaptados al pequeño agricultor. (IDAPA) (Departamento de Economía Agrícola, Quito, 1981).

GALEANO Eduardo. Las Venas Abiertas de América Latina. (27ª Edición. Editorial Siglo XXI, México, 1980) 340 p.

HERRERA Washington. Un enfoque tecnológico con finalidad social (Rev. Econ. El Comercio, Quito. 1982).

LAVADOS Jaime. Consideraciones sobre política científica a partir de algunas experiencias mundiales. Desarrollo Científico y Tecnológico y Universidad. (Santiago: Corporación de Promoción Universitaria, 1973).

LAVADOS Jaime. Investigación e Infraestructura Científica y Tecnológica. Política de Desarrollo Científico y Tecnológico. Primer Seminario Nacional. (Quito: Edit. Voluntad, 1981).

MCDOWELL R.E.. Are we prepared to help small farmers in Developing Countries?. (Journal of Animal Science, 47:1184, 1978).

Organización de Estados Americanos. Conferencia Especializada sobre Aplicación de la Ciencia y la Tecnología al Desarrollo de América Latina-CACTAL. (Washington: Secretaría General de la OEA, 1972).

SAGASTI Francisco. Subdesarrollo, Ciencia y Tecnología: Una apreciación del rol de la Universidad Latinoamericana. Desarrollo Científico-

co y Tecnológico y Universidad. ( Santiago: CVP, 1973).

SAGASTI Francisco. Tecnología, Planificación y Desarrollo Autónomo. (Lima: Instituto de Estudios Peruanos, 1977).

SANTOS Theotonio Dos. Dependencia y Cambio Social. (Buenos Aires: Amorrortu Editores, 1974). 140 p.

SILVEIRA Athos Da. Investigación Científica y Tecnológica. Conferencia dictada ante el Colegio Interamericano de Washington el 15 de Octubre de 1970. (Tomado del Manual de Lecturas Recomendadas para la 19ª Semana del X Curso Superior de Seguridad Nacional y Desarrollo, IAEN, 1982).

SOLIZ Rómulo. La Investigación con enfoque de Sistemas en la Agricultura Campesina Ecuatoriana. Documento de Consultoría. (Quito: CEPAL, 1982). 48 p.

STILWELL Thomas C.. Planning of Research Priorities. Documento de Trabajo 07/80. (La Paz: CID, 1980). 49 p.

TRIVELI Hugo. Desarrollo Tecnológico Agropecuario. Informe de Consultoría Proyecto PNUD/FAO, Ecu/78/006. (Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1981). 409 p.

WITKER Jorge. Universidad y Dependencia Científica y Tecnológica en América Latina. (México: Comisión Técnica de Estudios y Proyectos Legislativos, UNAM, 1976). 285 p.

ANEXO A. LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Título I

Del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

Art. 1.- La presente Ley tiene por objeto establecer las normas básicas para la formulación de políticas, organización y funcionamiento del Sistema Nacional de ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Art. 2º El Estado garantiza la libertad de las actividades científicas y tecnológicas de acuerdo a la legislación nacional y las promoverá en función de los requerimientos del desarrollo integral del país.

Art. 3º Las actividades científicas y tecnológicas se realizarán de conformidad a la política de desarrollo científico y tecnológico establecida por los órganos competentes del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Art. 4º El Sistema tiene como objetivo fundamental, propiciar el desarrollo científico y tecnológico interno y la aplicación racional de conocimiento científico y tecnológico extranjero al desarrollo nacional.

Art. 5º El Sistema está constituido por el conjunto de políticas, recursos y actividades científicas y tecnológicas que tienen como función la creación, producción, incorporación, distribución, aplicación y promoción del conocimiento científico y tecnológico al proceso de desarrollo del país.

Art. 6º Las áreas de actividad del Sistema son:

- a) Desarrollo Científico;
- b) Desarrollo Tecnológico;
- c) Planificación científica y tecnológica;
- d) Desarrollo de la Infraestructura Científica y Tecnológica.

gica;

e) Comercialización y transferencia de tecnología.

## Título II

### De la Administración del Sistema

Art. 7º El Sistema se compone de organismos rectores, asesores y organismos operativos.

Art. 8º Los organismos rectores del Sistema son:

a) El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

b) La Dirección Ejecutiva.

c) Las Comisiones Sectoriales de Ciencia y Tecnología.

Art. 9º Los organismos asesores del Sistema constituyen las Comisiones de Desarrollo Científico y de Desarrollo Tecnológico.

Art. 10º Los organismos operativos son las instituciones del Sector Público y Privado que desarrollan actividades científicas y tecnológicas.

## Título III

### De los Organismos del Sistema

#### CAPITULO I

##### DEL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Art. 11 El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología es uno de los órganos asesores del Consejo Nacional de Desarrollo (Junta Nacional de Planificación) y es el organismo superior del sistema en materia de política de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo.

Art. 12 El Consejo está conformado por el Presidente del Consejo Nacional de Desarrollo (Junta Nacional de Planificación) quien lo presidirá.

El Ministro de Educación y Cultura, el Ministro de Industrias, Comercio e Integración, en representación del Gabinete.

Un representante del Consejo Nacional de Educación Superior.

Un representante de los Institutos Nacionales que realizan investigación científica y tecnológica.

Un representante de la Comunidad Científica.

Un representante de las Cámaras y Asociaciones de la Producción.

Actuará como Secretario el Director Ejecutivo.

El Consejo podrá considerar la participación, en sus sesiones y actividades, de personas o representantes de Instituciones relacionadas con actividades Científicas y Tecnológicas, de conformidad al Reglamento.

Los Ministros de Estado que no puedan asistir a las sesiones del Consejo, designarán al funcionario de más alto nivel del respectivo Ministerio para que lo represente.

**Art. 13** Las funciones del Consejo son:

- I. Definir, dictar, orientar y coordinar las políticas de:
  - a. Desarrollo y aplicación de la Ciencia y Tecnología de conformidad a los objetivos del Desarrollo Nacional.
  - b. Formación y adiestramiento de los recursos humanos para el desarrollo y aplicación de la Ciencia y la Tecnología.
  - c. Promoción de la investigación científica y tecnológica.

2. Adoptar la política en materia de selección, evaluación e incorporación de tecnología extranjera en coordinación con el Organismo Nacional Competente encargado de la aprobación de los respectivos contratos de Comercialización, Transferencia de Tecnología o de índole similar.

3. Aprobar planes y programas generales y asegurar su financiamiento continuo y permanente, de acuerdo a la naturaleza de las actividades científicas y tecnológicas.

4. Delegar a la Dirección Ejecutiva, la conformación de los Comités Técnicos en las áreas que se considere conveniente.

5. Aprobar el presupuesto de la Dirección Ejecutiva, de acuerdo a la Ley Orgánica de Administración Financiera y Control.

Art. 14 El Consejo funcionará de conformidad a las normas reglamentarias que se dicten para este efecto.

Art. 15 El Consejo podrá dictar Acuerdos y Resoluciones que sean necesarios para organizar el funcionamiento del sistema y asegurar la ejecución de las políticas científicas y tecnológicas.

## CAPITULO 2 DE LA DIRECCION EJECUTIVA

Art. 16 La Dirección Ejecutiva es el organismo técnico y administrativo superior del sistema; y, tiene capacidad para ejercer derechos y contraer obligaciones.

Art. 17 Las funciones de la Dirección Ejecutiva son:

- a. Realizar los estudios y presentar los informes correspondientes para la adopción de políticas por parte del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

- b. Sugerir prioridades y presentar para la aprobación del Consejo los planes y programas generales de Ciencia y Tecnología.
- c. Ejecutar las decisiones del Consejo.
- d. Transmitir a los organismos competentes las políticas en materia de Ciencia y Tecnología adoptadas por el Consejo, para la debida aplicación.
- e. Integrar y participar directamente, o por medio de su representante, en los Organos encargados de la aplicación de las políticas científicas y tecnológicas señaladas por el Consejo.
- f. Coordinar las actividades técnicas y administrativas de los organismos que integran el sistema.
- g. Asesorar a las entidades públicas y privadas en la formulación de actividades científicas y tecnológicas de interés nacional.
- h. Evaluar las actividades científicas y tecnológicas, en relación con el desarrollo nacional.
- i. Colaborar con los institutos de educación superior y con los de investigación, en los planes de desarrollo de las carreras científicas y técnicas y en la formación de investigadores.
- j. Coordinar con el Instituto Ecuatoriano de Crédito Educativo y Becas, la utilización eficiente de las becas que requiere el desarrollo científico y tecnológico nacional.
- k. Establecer criterios, normas o lineamientos generales

de evaluación para la incorporación de tecnología, fundamentalmente por parte del sector público, conjuntamente con los organismos que tienen esta función en sus respectivos sectores de actividad.

- l. Compatibilizar la ejecución de las políticas de desarrollo global, sectorial, regional y de fomento a la producción, con las de desarrollo científico y tecnológico.
- m. Asignar los recursos para la realización de proyectos financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología aprobados de conformidad a las políticas que a este respecto dictare el Consejo.
- n. Aprobar la integración de comités Técnicos y regular su funcionamiento.
- ñ. Coordinar con el Comité Nacional de cooperación Técnica la suscripción de convenios internacionales de cooperación técnica para el desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- o. Organizar un registro permanente de la asistencia técnica internacional en materia científica y tecnológica.
- p. Organizar un registro de las empresas nacionales públicas o privadas y demás entidades usuarias de ciencia y tecnología.
- q. Mantener registros actualizados de los recursos humanos, institucionales, financieros y físicos destinados a las actividades científicas y tecnológicas.
- r. Las demás funciones administrativas que se establecerán en el correspondiente reglamento orgánico y funcio-

nal y otras que le asignare el Consejo.

### CAPITULO 3

#### DEL DIRECTOR EJECUTIVO

Art. 18 El Director Ejecutivo será nombrado por el Presidente del Consejo Nacional de Desarrollo de la terna que presente el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por un período de cinco años, pudiendo ser reelegido.

Art. 19 Para ser Director Ejecutivo se requiere, tener experiencia de por lo menos cinco años en funciones directivas vinculadas con actividades científicas y tecnológicas.

Art. 20 Las funciones del Director Ejecutivo son:

- a. Ejercer la representación legal de la Dirección Ejecutiva del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- b. Ejecutar las decisiones del Consejo.
- c. Planificar, dirigir y coordinar las actividades de la Dirección Ejecutiva.
- d. Solicitar asesoría e informes necesarios a las Comisiones de Desarrollo Científico, Desarrollo Tecnológico y Sectoriales de Ciencia y Tecnología.
- e. Presentar al Consejo, para su aprobación, los planes y programas generales del Sistema nacional de Ciencia y Tecnología; el presupuesto de las actividades científicas y tecnológicas, de conformidad con las recomendaciones de los Comités Técnicos; y, el presupuesto ordinario de la Dirección Ejecutiva.

- f. Contratar, nombrar y remover al personal técnico y administrativo de su dependencia e informar al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de acuerdo con la Ley.
- g. Autorizar los compromisos y los gastos para el funcionamiento del Consejo, la Dirección Ejecutiva y Comités Técnicos.
- h. Elaborar y someter a la aprobación del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología los reglamentos respectivos.
- i. Las demás que le confiere la presente Ley y Reglamentos.

#### CAPITULO 4

##### DE LA ORGANIZACION TECNICA Y ADMINISTRATIVA

Art. 21 La organización de funciones del departamento técnico y administrativo de la dirección Ejecutiva serán las que se determinen en el Reglamento Orgánico Funcional.

#### CAPITULO 5

##### DE LAS COMISIONES SECTORIALES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

Art. 22 Las Comisiones Sectoriales se constituyen con la finalidad de incorporar plenamente el aspecto científico y tecnológico en las actividades del sector público.

Art. 23 Se constituirán Comisiones sectoriales de Ciencia y Tecnología en Educación, Salud, Agricultura, Industria, Pesca, Energía y las demás que creare el Consejo, atendiendo a la importancia nacional de acuerdo al espíritu de la presente Ley.

Art. 24 Los Institutos Nacionales, cuya actividad se relacione con los sectores o áreas a que se refiere el artículo anterior, formarán parte del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y coordinarán sus actividades a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

## CAPITULO 6

### DE LAS COMISIONES DE DESARROLLO CIENTIFICO Y DESARROLLO TECNOLOGICO

Art. 25 Las Comisiones de Desarrollo Científico y Desarrollo Tecnológico se constituirán para asesorar al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y a la Dirección Ejecutiva.

Art. 26 La Comisión de Desarrollo Científico estará integrada por representantes de las Ciencias Básicas, en Química, Geología, Física, Matemáticas, Biología, Meteorología y Ciencias Sociales, quienes designarán a su Presidente.

Art. 27 La Comisión de Desarrollo Tecnológico estará integrada por representantes de las Ciencias Aplicadas en Ingeniería Civil, Mecánica, Química, Eléctrica, Agrícola, Electrónica y Naval, quienes designarán a su Presidente.

Art. 28 Los miembros de las Comisiones de Desarrollo Científico y Desarrollo Tecnológico, serán nombrados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, según las designaciones efectuadas por instituciones, asociaciones científicas o colegios de profesionales, debidamente organizados en cada disciplina científica o tecnológica.

Art. 29 Los miembros de las comisiones serán a su vez Directores de los Comités Técnicos, quienes se encargarán de su organización y coordinación.

## CAPITULO 7

## DE LOS ORGANISMOS OPERATIVOS

Art. 30 Las Instituciones que desarrollan actividades científicas y tecnológicas integrarán el Sistema y, por lo tanto, tendrán los siguientes deberes y atribuciones:

- a. Presentar sus planes, programas o proyectos de actividades científicas y tecnológicas al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, para su consideración en la planificación general de Ciencia y Tecnología.
- b. Presentar al Consejo o a la Dirección Ejecutiva sus recomendaciones para el mejor funcionamiento del Sistema.
- c. Integrar a través de sus delegados, los Comités Técnicos.
- d. Presentar a la Dirección Ejecutiva, los proyectos específicos que no consten en los planes o programas de las instituciones, y que vayan a ser financiados con fondos del Consejo y Dirección Ejecutiva del Sistema para su aprobación y financiamiento.
- e. Facilitar la información que requieran los organismos rectores del Sistema para fines de planificación, coordinación y evaluación de las actividades científicas y tecnológicas.
- f. Utilizar los servicios de que disponen los organismos rectores del Sistema.

### Título IV

#### De los Comités Técnicos

Art. 31 Los Comités Técnicos constituirán un mecanismo de vinculación entre los organismos rectores y los operativos del Sistema.

Art. 32 Los Comités se constituirán por áreas, sectores, temas, o proyectos.

Art. 33 Los Comités Técnicos estarán integrados por representantes designados por los institutos de investigaciones, por las universidades y politécnicas, del sector productivo, de acuerdo al área, sector, tema o proyecto, con el que se halle vinculado por los organismos del Estado que se relacionen con las actividades del Comité y por personas de reconocida capacidad científica y técnica.

Art. 34 Los Comités tendrán el carácter de asesores permanentes o eventuales y funcionarán exclusivamente para el objetivo concreto que fijare el Consejo y la Dirección Ejecutiva.

Art. 35 Los Comités Técnicos tendrán las siguientes funciones:

- a. Participar en la elaboración de la política científica y tecnológica en el área de su competencia y diseñar programas o proyectos específicos en ciencia y tecnología que contribuyan al logro de sus objetivos.
- b. Evaluar las solicitudes de financiamiento y asistencia técnica de proyectos específicos que sean presentados a consideración de la Dirección Ejecutiva.
- c. Informar a la Dirección sobre la capacidad técnica y financiera de los institutos de investigación.
- d. Sugerir los institutos a los que se debe asignar la ejecución de determinados proyectos.
- e. Evaluar en forma continua los proyectos específicos de investigación.

- f. Sugerir programas de formación y adiestramiento de investigadores de alto nivel y asistencia de investigación en las diferentes ramas.
- g. Informar sobre la conveniencia de incorporar tecnologías extranjeras de conformidad a los requerimientos del país, a la oferta interna y a las normas y políticas nacionales.
- h. Informar sobre otros asuntos que se sometán a su consideración.

## Título V

### Del Financiamiento y Patrimonio

Art. 36 Los Organismos rectores que conforman el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología se financiarán de la siguiente manera:

- a. Las asignaciones ordinarias que se hagan constar en el Presupuesto del Gobierno Nacional.
- b. Los fondos provenientes de Instituciones y Organismos Nacionales e Internacionales, para el fomento y desarrollo de la ciencia y la tecnología.
- c. Los fondos provenientes de la explotación de patentes de invención que resulten de investigaciones financiadas por fondos públicos, o producto de convenios internacionales en los cuales participa el Estado Ecuatoriano.
- d. Otros ingresos.

Art. 37 El Consejo y la Dirección Ejecutiva dispondrán de un presupuesto general para su funcionamiento, y en el cual el monto para fi-

nanciar inversiones en actividades científicas y tecnológicas a ser ejecutadas por los organismos operativos, no podrá ser inferior al 65% del valor total de dicho Presupuesto.

La asignación de fondos públicos para las actividades científicas y tecnológicas requerirán del dictamen de los organismos rectores del Sistema, para cuyo efecto los organismos operativos presentarán sus programas y proyectos de conformidad a las normas reglamentarias que dictará el Consejo.

**Art. 38** La distribución de las partidas globales para investigación y desarrollo científico y tecnológico que consten en el Presupuesto del Estado y de los diferentes organismos, se tramitará de acuerdo a las normas de la Ley Orgánica de Administración Financiera y Control.

#### DISPOSICIONES GENERALES

**PRIMERA.-** De conformidad con el Literal b, numeral 1. del Art. 13 de esta Ley, facúltase al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología la creación de un Instituto Nacional con los siguientes propósitos básicos.

- a. Formar y capacitar recursos humanos en los campos de la ciencia y tecnología; y,
- b. Colaborar con los Institutos de Educación Superior y con los de Investigación existentes en los planes de desarrollo de carreras científicas y técnicas.

**SEGUNDA.-** Las Comisiones Sectoriales serán los Institutos, Consejos o Comisiones existentes reguladas por su propia legislación o la integrarán instituciones afines al área respectiva.

**TERCERA.-** En el Presupuesto del Gobierno Nacional se contemplará den

tro de la apertura sectorial y programática, una actividad que haga referencia a la Ciencia y Tecnología.

**CUARTA.-** Las representaciones de las Ciencias Básicas y Aplicada que no hayan sido nombradas en los artículos 26 y 27, se integrarán a aquellas de mayor afinidad para fines de elección y representación, según lo determine el reglamento respectivo.

**QUINTA.-** Los integrantes de las respectivas Comisiones, serán elegidos por un período máximo de tres años y declarados en Comisión de Servicios, con sueldo, por sus respectivas instituciones por igual tiempo. Dichos miembros no podrán ser reelegidos.

#### DISPOSICIONES TRANSITORIAS

**PRIMERA.-** Hasta que se constituya el Consejo Nacional de Desarrollo, las actividades, responsabilidades y atribuciones determinantes a la presente Ley, las asumirá la Junta Nacional de Planificación y Coordinación Económica.

**SEGUNDA.-** La designación y alternabilidad de los miembros a que se refieren los artículos 26 y 27 se determinarán en el Reglamento respectivo.

**TERCERA.-** Los organismos rectores del Sistema, conjuntamente con la Dirección Nacional de Personal elaborarán el escalafón para científicos y técnicos que trabajarán dentro del Sistema.

**CUARTA.-** La División de Ciencia y Tecnología de la Junta Nacional de Planificación, con sus recursos humanos y materiales pasará a formar parte de la Dirección Ejecutiva de Ciencia y Tecnología y funcionará de conformidad al Reglamento Orgánico y Funcional que se dictará para el efecto.

- QUINTA.- La Dirección Ejecutiva, coordinando su actividad con organismos públicos y privados apropiados, elaborará en el plazo de seis meses una evaluación de los recursos humanos, institucionales, financieros y físicos en Ciencia y Tecnología en el país.
- SEXTA:- La aplicación del Art. 37 se efectuará a partir del tercer año de vigencia de la presente Ley.
- SEPTIMA.- Las disposiciones del presente Decreto, como Ley Especial, prevalecerán sobre aquellas que se opongan y entrará en vigencia a partir de la fecha de su promulgación en el Registro Oficial, encargándose de su ejecución a los Ministros de Estado representados en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología y el Ministerio de Finanzas.

AUTORIZACION DE PUBLICACION

Autorizo al Instituto de Altos Estudios Nacionales la publicación de este Trabajo, de su bibliografía y anexos, como artículo de la Revista o como artículo para lectura recomendada.

Quito, 29 de *Septiembre* de 1982

  
FIRMA DEL CURSANTE

*Dr. Raúl de la Torre F.*  
NOMBRE DEL CURSANTE