

PROSPECTIVA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA DE COSTA RICA

Consejo Nacional para Investigaciones
Científicas y Tecnológicas.
Dirección de Planificación.



EDITORIAL TECNOLÓGICA
DE COSTA RICA

Primera edición
Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1991.

001.47286
C755p

Consejo Nacional para Investigaciones Científicas
y Tecnológicas (Costa Rica). Dirección de
Planificación
Prospectiva científica y tecnológica de Costa
Rica / CONICIT. — 1a. ed. — Cartago : Editorial
Tecnológica de Costa Rica, 1991.
48 p. ; 21 cm.

ISBN 9977-66-056-5

1. Política científica - Costa Rica. 2. Política
tecnológica - Costa Rica. I. T.

Este documento es un resumen de los resultados del Proyecto Planifi-
cación Estratégica y nuevas tecnologías BID/CONICIT.

© EDITORIAL TECNOLOGICA DE COSTA RICA
Instituto Tecnológico de Costa Rica
Apdo 159-7050, Cartago, Costa Rica
Tel. 51-5333 Fax (506) 51-5348
ISBN 9977-66-056-5
Hecho el depósito de ley
Impreso en Costa Rica.

CONTENIDO

PRESENTACION	7
INTRODUCCION	9
AGREGADO TECNOLOGICO	12
NIVEL DE COMPETITIVIDAD	12
SALTO TECNOLOGICO	16
PRIORIDAD GLOBAL	19
INSTRUMENTOS DE POLITICA	21
PRIORIDAD CIENTIFICO-TECNOLOGICA	28
PRIORIDAD ECONOMICA	31
CONCLUSIONES	35
ANEXO 1. Descripción de los frentes tecnológicos	37
ANEXO 2. Instrumentos de política científica y tecnológica	43
ANEXO 3. Matriz instrumentos de política por agregados tecnológicos	46

PRESENTACION

El Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT) se complace en presentar en este documento un resumen de los resultados del "Proyecto de Planificación Estratégica y Nuevas Tecnologías", el cual se enmarca dentro del Convenio de Cooperación Técnica No Reembolsable CONICIT-BID, paralelo al Programa de Ciencia y Tecnología CONICIT/CONARE-BID¹.

Este estudio se elaboró para atender una preocupación del CONICIT por incursionar en el proceso de definición de políticas y planificación de la ciencia y la tecnología utilizando herramientas de carácter prospectivo que le permitiesen incorporar variables económicas en la definición de las prioridades actuales y futuras de nuestra sociedad.

La ejecución del Proyecto se llevó a cabo bajo la supervisión y apoyo técnico y logístico de la Dirección de Planificación del CONICIT, mediante la modalidad de consultoría.

En él participaron:

- El Dr. Renato Peixoto Dagnino como consultor internacional y coordinador del proyecto
- El Lic. Edgar Briceño Rosales como consultor nacional responsable de los aspectos económicos asociados al Proyecto,
- El Sr. Oswall Céspedes como colaborador del Lic. Briceño
- Las Bach. Ana Lorena Jiménez París y la Bach. Patricia Meneses Guillén como contraparte técnica del CONICIT

1. Los resultados generales se presentan en otro documento.

- El Sr. Javier Gaínza Echeverría como responsable de la automatización de los aspectos económicos (matriz insumo-producto y escenarios) y
- El Sr. Stanley Isaac Zúñiga Campos como responsable de la automatización de los cálculos de prioridades y saltos tecnológicos.

Debe destacarse y reconocerse la desinteresada participación que tuvieron quienes ayudaron a definir los valores de las principales variables del estudio, nos referimos a las personas que conformaron los tres equipos que participaron adicionalmente en el estudio:

- El equipo técnico (académicos e investigadores),
- El equipo empresarial (empresarios) y
- El equipo político (miembros del Consejo Director del CONICIT y autoridades ministeriales).

El CONICIT espera que este esfuerzo sea de beneficio para todos los sectores vinculados con la planificación, promoción y desarrollo de la ciencia y la tecnología en Costa Rica.

Eduardo Sibaja
Secretario Ejecutivo
 CONICIT

INTRODUCCION

Los objetivos de este estudio son:

- Determinar áreas prioritarias del desarrollo científico y tecnológico costarricense para contrastarlas con las que hasta ahora promueve el CONICIT con el fin de orientar eficientemente la asignación de recursos económicos del Programa de Ciencia y Tecnología CONICIT/CONARE/BID,
- Generar recomendaciones de política científica y tecnológica orientadas a satisfacer el conjunto de necesidades materiales asociadas al desarrollo futuro de la sociedad costarricense.

Interesaba además valorar la prioridad que debe asignarse a las nuevas tecnologías dentro del contexto global del desarrollo científico y tecnológico costarricense, razón por la cual los comentarios a los cuadros de resultados se refieren principalmente a este tipo de tecnologías.

La preocupación de este proyecto se centra en la formulación y aplicación de una metodología capaz de determinar los requerimientos de conocimiento científico y tecnológico en la actividad productiva. El método se fundamenta en la "Metodología para la Determinación de Prioridades en Ciencia y Tecnología" por Mario Waissbluth y Alonso Gortari, sin embargo, sobre la marcha se introducen modificaciones que constituyen aportes del grupo a la metodología del estudio.

Los insumos más importantes de la metodología son:

- Un listado de agregados tecnológicos necesarios para la producción de bienes y servicios y su correspondiente nivel de desarrollo relativo interno evaluado a partir del contexto internacional

- Una matriz de agregados tecnológicos por agregados tecnológicos a partir de la cual es posible estimar la intensidad relativa con que cada agregado aporta y recibe conocimiento de todos los demás
- Una matriz de relaciones intersectoriales (insumo-producto) que indica las relaciones de compra y venta existentes entre los sectores económico-productivos
- Una matriz de agregados tecnológicos por sector económico la cual indica la importancia relativa de cada agregado para la producción de cada sector
- Una matriz de instrumentos de política por agregado.

A partir de estas matrices es posible calcular o definir:

- La prioridad científico-tecnológica,
- La prioridad económica,
- La prioridad global para cada uno de los agregados tecnológicos,
- El salto tecnológico para la sociedad en general y para cada agregado en específico y los instrumentos de política más adecuados para promover el desarrollo de cada agregado.

La **prioridad científico-tecnológica** expresa la prioridad que tendría el desarrollo de cada agregado suponiendo que únicamente criterios de naturaleza científico-tecnológica orientarán el proceso de decisión. Esta prioridad se obtiene a partir del **nivel actual de competitividad** y de los resultados de la matriz agregado por agregado.

La **prioridad económica** expresa la prioridad que tendría el desarrollo del agregado suponiendo que únicamente criterios de naturaleza económica orientarán el proceso de decisión al respecto. Esta se obtiene a partir de la matriz agregado tecnológico por sector productivo y de los resultados obtenidos de la definición de tres escenarios alternativos basados en hipótesis sobre el comportamiento de las variables socio-económicas claves, las cuales se traducen en tasas de crecimiento de los diferentes agregados de la matriz insumo-producto.

La combinación de la prioridad tecnológica con las prioridades económicas asociadas a los escenarios definidos,

darán la **prioridad global** futura para cada agregado según escenario elegido.

A partir de la prioridad global futura, del grado de esfuerzo que el país está dispuesto a realizar para obtener un mayor desarrollo científico-tecnológico y del nivel actual de desarrollo de cada agregado, se determinan se determina su **nivel de productividad** futuro. De la comparación entre este nivel y, el nivel actual se determina el **salto tecnológico** que se deberá impulsar en cada agregado dentro del escenario seleccionado.

Finalmente se obtiene una indicación de cuál debe ser el esfuerzo relativo dedicado a cada agregado tecnológico en función de un escenario y, a partir de la matriz de instrumentos de política por agregado, se determinan los **instrumentos de política** más adecuados para lograr el desarrollo deseado de cada agregado.

Aunque los resultados intermedios y finales del estudio se obtuvieron siguiendo los pasos indicados, a sugerencia de quienes les han conocido en presentaciones previas, en este documento éstos se presentan en el siguiente orden: nivel actual de competitividad, salto tecnológico, prioridad global, instrumentos de política, prioridad científico-tecnológica y prioridad económica.

AGREGADO TECNOLÓGICO

Las áreas científico-tecnológicas son consideradas en este estudio como **agregados tecnológicos**, concepto que se emplea en este proyecto para abarcar tanto el conocimiento tecnológico propiamente dicho como el conocimiento científico que lo posibilita.

El trabajo dio inicio con la definición de una lista de 37 agregados tecnológicos, entre los que se incluyen las nuevas tecnologías (Ver Anexo I) como resultado de un proceso de agregación y exclusión de los diferentes campos definidos por UNESCO, a fin de obtener una lista lo más representativa posible de todas las áreas de conocimiento científico y tecnológico (excluyendo los campos del conocimiento de las ciencias sociales y humanas) de aplicación actual o potencial en nuestros sectores productivos.

NIVEL DE COMPETITIVIDAD

Teniendo claro que el estudio tenía como propósito investigar la conveniencia de aumentar la eficiencia con que cada agregado es aplicado en el país y que ésta es una función del valor relativo de la prioridad global estimada para cada agregado, el siguiente paso consistió en determinar el nivel actual de implantación (nivel actual de competitividad) de cada agregado en el país, partiendo de un patrón determinado por la existencia de conocimiento más avanzado en el contexto mundial.

El patrón utilizado se expone a continuación.

Los resultados de la aplicación de este patrón a los agregados tecnológicos se pueden ver en el Cuadro 1, que constituye el instrumento más importante de la metodología, pues retrata la situación actual a partir de la cual será definido el nivel de desarrollo interno que se deberá alcanzar para satisfacer las demandas futuras del sector productivo.

PATRÓN DE EVALUACION DEL NIVEL DE DESARROLLO RELATIVO DE LOS AGREGADOS TECNOLÓGICOS.

Cuando las actividades productivas relacionadas al agregado:	Se asigna el nivel
* Prácticamente no existen en el país, determinando una casi total dependencia en el suministro de los bienes y servicios correspondientes.	1 a 3
* Se verifican con una alta proporción de insumos, equipos y tecnología importados y los bienes y servicios resultantes frecuentemente poseen un costo real gravoso para el país (alto subsidio).	4 a 8
* Se verifican con una cierta nacionalización de los insumos y equipos, mediante la importación de tecnología, combinada con un "proceso de aprendizaje", básicamente empírico, facultando la disminución del grado de protección y permitiendo la satisfacción de la demanda interna.	9 a 15
* Alcanzan un grado razonable de integración vertical y eficiencia, mediante acciones orientadas al desarrollo científico y tecnológico y su aplicación a la producción, permitiendo una significativa exportación de productos y una cierta autonomía, en relación con los proveedores de insumos, equipos y tecnología.	16 a 24
* Posibilitan la exportación de equipos, insumos, tecnología y "paquetes" de prestigio internacional, incluyendo estos y otros bienes y servicios (tales como asistencia técnica, comercialización, marcas), en función de una posición de liderazgo asumida por el país en lo que respecta al desarrollo científico-tecnológico y a la eficiencia en este agregado.	25

CUADRO 1 . Nivel actual de desarrollo relativo de los agregados tecnológicos.

AGREGADO	NIVEL
1) AGRONOMIA, FORESTAL Y BOTANICA	16
2) BIOTECNOLOGIA	8
3) CIENCIAS DE LA TIERRA	4
4) CIENCIAS DEL ESPACIO	2
5) ESTADISTICA, MATEMATICA Y LOGICA	9
6) INFORMATICA	14
7) INGENIERIA AMBIENTAL Y ENERGIA NO CONVENCIONAL	8
8) INGENIERIA DE AUTOMATIZACION	7
9) INGENIERIA DE PRODUCCION	11
10) INGENIERIA ELECTRICA	15
11) INGENIERIA ELECTRONICA	10
12) INGENIERIA QUIMICA Y DE PROCESO	11
13) MEDICINA CURATIVA	18
14) MEDICINA PREVENTIVA	19
15) OBRAS HIDRAULICAS	20
16) OBRAS Y SERVICIOS EN TRANSPORTE Y URBANISMO	14
17) PLANIFICACION Y GESTION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA	9
18) QUIMICA FINA	5
19) TECNOLOGIA AEROESPACIAL	2
20) TECNOLOGIA BIOMEDICA	4
21) TECNOLOGIA BIOQUIMICA	6
22) TECNOLOGIA DE ALIMENTOS	13
23) TECNOLOGIA DE EXTRACCION Y REFINO DE PETROLEO	4
24) TECNOLOGIA DE MATERIALES NO METALICOS	9
25) TECNOLOGIA DE NUEVOS MATERIALES	2
26) TECNOLOGIA DE PRODUCTOS METALICOS	12
27) TECNOLOGIA DE VEHICULOS TERRESTRES	4
28) TECNOLOGIA ELECTRICA	9
29) TECNOLOGIA MECANICO-INDUSTRIAL	11
30) TECNOLOGIA METALURGICA	6
31) TECNOLOGIA MICRO-ELECTRONICA	7
32) TECNOLOGIA MINERA	5
33) TECNOLOGIA NAVAL	3
34) TECNOLOGIA NUCLEAR	1
35) TECNOLOGIA PETROQUIMICA Y QUIMICA DEL CARBON	3
36) TECNOLOGIA TEXTIL Y DE CUEROS	11
37) ZOOTECNIA, VETERINARIA, FAUNA SILVESTRE, ZOOLOGIA Y PESCA	12
PROMEDIO	8,8

Se observa que los agregados más desarrollados son Obras Hidráulicas; Medicina Preventiva; Medicina Curativa; Agronomía, Forestal y Botánica e Ingeniería Eléctrica, agregados que coinciden con los campos que el Estado ha venido promoviendo.

En lo que respecta a las nuevas tecnologías, cabe señalar que la Informática es la que se encuentra más desarrollada (6º lugar). Los agregados a ella relacionados, como la Ingeniería Electrónica y de Automatización, se encuentran en una posición intermedia. La Biotecnología aparece en el 21º lugar y los Nuevos Materiales en el penúltimo. La Química Fina, que igualmente debe ser considerada como una de las tecnologías que están revolucionando el contexto tecnológico mundial, posee un grado de desarrollo que la ubica en el sector de menos desarrollo (26º lugar).

SALTO TECNOLÓGICO

Tal y como se indicó previamente el proyecto pretendió definir, a partir de la situación actual dada por los niveles de competitividad, el nivel de desarrollo interno que se deberá alcanzar para satisfacer las demandas futuras del sector productivo.

Uno de los tres juicios de valor que se emplean en el estudio se refiere precisamente a la magnitud del nivel promedio de desarrollo (nivel de competitividad) del conjunto de los agregados tecnológicos que se espera alcanzar en el año 2000.

Conociendo que el nivel de competitividad actual promedio en el país es de 8,8 se considerará que era factible alcanzar un nivel de competitividad de 12 en un período de 10 años.

De la comparación entre el nivel promedio ponderado y el nivel promedio actual se obtiene que el salto tecnológico global expresado en unidades de nivel de desarrollo es de 3,3.

A partir de este último valor es posible conocer el salto tecnológico correspondiente a cada agregado, el cual será una función de la Prioridad Global (PG) del agregado y del salto tecnológico global promedio para finalmente obtener el nivel de desarrollo futuro de cada agregado.

Los resultados de esta etapa se encuentran en el Cuadro 2, que muestra los niveles actuales de competitividad, el nivel futuro, el salto tecnológico, el aumento relativo del salto tecnológico para cada uno de los agregados tecnológicos y el orden de la magnitud del salto según el aumento relativo indicado.

CUADRO 2. Atributos de los agregados.

AGREGADO	N.AC	N.PR	SALTO		ORDEN
			Absol.	Relat.	
1) Agro Forestal	16	18,2	2,2	13,7	32
2) Biotecnología	8	10,7	2,7	33,4	25
3) C. Tierra	4	7,3	3,3	81,8	7
4) C. Espacio	2	4,2	2,2	108,0	3
5) Estadística	9	15,3	6,3	70,4	8
6) Informática	14	20,9	6,9	49,3	17
7) I. Amb/En. no conv.	8	11,7	3,7	46,5	19
8) I. Automatización	7	13,5	6,5	93,5	5
9) I. Producción	11	17,8	6,8	61,6	10
10) I. Eléctrica	15	20,6	5,6	37,2	23
11) I. Electrónica	10	15,5	5,5	55,1	12
12) I. Quím/Proceso	11	15,4	4,4	39,6	22
13) Med. Curativa	18	19,4	1,4	7,5	35
14) Med. Preventiva	19	20,8	1,8	9,3	34
15) Obras Hidrául.	20	22,8	2,8	14,1	31
16) Obras Trans/Urb.	14	16,6	2,6	18,7	30
17) Plan/Gest.C T	9	14,7	5,7	62,8	9
18) Química fina	5	7,3	2,3	46,9	18
19) T. Aeroespacial	2	4,0	2,0	101,0	4
20) T. Biomédica	4	6,3	2,3	56,8	11
21) T. Bioquímica	6	8,1	2,1	34,2	24
22) T. Alimentos	13	17,0	4,0	30,4	26
23) T. Ext/Ref/Petr.	4	4,4	0,4	10,2	33
24) T. Mat/No metal	9	11,3	2,3	25,8	27
25) T. Nuevos Mat.	2	5,2	3,2	162,0	2
26) T. Prod./Metal	12	14,9	2,9	23,8	28
27) T. Veh./Terrestre	4	6,1	2,1	53,6	13
28) T. Eléctrica	9	36,6	4,6	51,4	15
29) T. Mec.Indus.	11	16,6	5,6	51,2	16
30) T. Metalúrgica	6	8,4	2,4	40,6	20
31) T. Microelectron	7	13,0	6,0	86,1	6
32) T. Minera	5	5,3	0,3	6,3	37
33) T. Naval	3	4,2	1,2	40,2	21
34) T. Nuclear	1	4,2	3,2	318,0	1
35) T. Petroquímica	3	4,6	1,6	52,2	14
36) T. Textil/Cueros	11	11,8	0,8	7,4	36
37) Zoot./Vet./pesca	12	14,5	2,5	20,5	29
Promedios	8,76	12,06	3,3	37,7	

N. AC: nivel promedio actual

N. PR: nivel promedio ponderado

Salto: salto tecnológico global, expresado en unidades de nivel de desarrollo

El aumento del salto tecnológico visto como un incremento absoluto, puede estar asociado a magnitudes de esfuerzos muy distintos. Por ejemplo, Obras Hidráulicas y Tecnología Nuclear a pesar de tener similar magnitud absoluta (2,8 y 3,2) presentan valores relativos de sus saltos muy distintos (14% y 318% respectivamente). Esto significa que, dado el nivel actual de desarrollo de estos agregados, los esfuerzos necesarios para elevarlos al nivel de competitividad objetivo de cada agregado son considerablemente distintos y para ello se tomarán en consideración los instrumentos de política.

Analizando los primeros lugares según valor absoluto, el Cuadro muestra que el agregado que deberá dar un mayor salto es Informática, siguiéndolo, Ingeniería de Producción y dos de los agregados asociados al primero, (Ingeniería de Automatización y Tecnología Micro-Electrónica). También Estadística y Planificación y Gestión Científica Tecnológica ocupan lugares importantes.

Según valor relativo, el agregado que requerirá mayor esfuerzo para alcanzar el nivel objetivo es Tecnología Nuclear, después lo siguen Tecnología de Nuevos Materiales, Ciencias del Espacio, Tecnología Aeroespacial, Ingeniería de Automatización y Tecnología Micro-Electrónica.

PRIORIDAD GLOBAL

La Prioridad Global (PG) es un promedio ponderado entre la Prioridad Científico-Tecnológica (PCT) y la Prioridad Económica (PE), a saber:

$$\begin{aligned} PG &= \alpha \text{ PCT} + \beta \text{ PE} \\ \text{donde } \alpha &\geq 0 \\ &\beta \geq 0 \\ \text{y } \alpha + \beta &= 1 \end{aligned}$$

En el estudio se dieron los siguientes valores a los ponderadores; $\alpha = 0,6$ y $\beta = 0,4$; lo cual significa que se le dará más importancia a los criterios científico-tecnológicos que a los económicos en la definición de la política científica y tecnológica del país.

El Cuadro 3 muestra el resultado de aplicar esta fórmula a los agregados tecnológicos.

Se hace notar que los primeros lugares son para Informática; Ingeniería de Producción; Ingeniería de Automatización; Estadística, Matemática y Lógica; Tecnología Micro-Electrónica y Planificación y Gestión Científica y Tecnológica. Nuevamente los agregados relacionados con la Informática y la Micro-Electrónica se encuentran ocupando los primeros lugares.

Cabe mencionar que el orden de los agregados por PG no presenta diferencia significativa en relación con el orden por PCT, sobre todo en los diez primeros lugares.

La Tecnología de Nuevos Materiales ocupa una posición intermedia (15º), así como la Biotecnología (19º) y la Química Fina (23º).

CUADRO 3. Ordenamiento de los agregados según su prioridad global.

AGREGADO	ORDEN
6) Informática	1
9) Ingeniería de Producción	2
8) Ingeniería de automatización	3
5) Estadística, matemática y lógica	4
31) Tecnología micro-electrónica	5
7) Planificación y gestión de ciencia y tecnología	6
29) Tecnología mecánico-industrial	7
10) Ingeniería eléctrica	8
11) Ingeniería electrónica	9
28) Tecnología eléctrica	10
12) Ingeniería química y de proceso	11
22) Tecnología de alimentos	12
7) Ingeniería ambiental y energía no convencional	13
3) Ciencias de la Tierra	14
25) Tecnología de nuevos materiales	15
34) Tecnología nuclear	16
26) Tecnología de productos metálicos	17
15) Obras hidráulicas	18
2) Biotecnología	19
16) Obras y servicios en transporte y urbanismo	20
37) Zootenia, veterinaria, fauna silvestre, zoología y pesca	21
30) Tecnología metalúrgica	22
18) Química fina	23
24) Tecnología de materiales no metálicos	24
20) Tecnología biomédica	25
1) Agronomía, forestal y botánica	26
4) Ciencias del Espacio	27
27) Tecnología de vehículos terrestres	28
21) Tecnología bioquímica	29
19) Tecnología aero-espacial	30
14) Medicina preventiva	31
35) Tecnología petroquímica y química del carbón	32
13) Medicina curativa	33
33) Tecnología naval	34
36) Tecnología textil y de cueros	35
23) Tecnología de extracción y refinado de petróleo	36
32) Tecnología minera	37

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA

En esta etapa del proyecto se definió una lista de 20 instrumentos de política que se considera necesario impulsar para lograr los saltos tecnológicos asociados a cada agregado.

Esta lista (Anexo 2) abarca instrumentos que podrían ser considerados como pertinentes a la política científico-tecnológica explícita (becas, financiamiento de proyectos de investigación, etc.) así como los asociados a la implícita (transferencia de tecnología, liberalización del comercio, etc.).

Con el fin de determinar cuál es el conjunto de instrumentos que producen mayor eficacia para el desarrollo de cada uno de los agregados se elaboró la matriz instrumentos de política por agregados tecnológicos, la cual se presenta en el Anexo 3.

Los resultados de esta matriz no pueden ser condensados debido a que en ésta se señala específicamente para cada agregado cuales son los instrumentos de política más adecuados para su desarrollo.

No obstante, podemos extraer de ésta cuatro conclusiones importantes. La primera de ellas se refiere al impacto del conjunto de instrumentos en el comportamiento de cada agregado, en otras palabras, la sensibilidad que posee cada agregado a la acción de los instrumentos de política.

Lo anterior se puede observar en el Cuadro 4 que muestra que los agregados más sensibles son Tecnología Micro-Electrónica, Informática, Ingeniería de Producción, Tecnología Mecánico-Industrial y Química Fina. En 7º lugar, Ingeniería de Automatización, en 9º Tecnología de Nuevos Materiales y en 11º Ingeniería Electrónica, lo cual señala que los agregados asociados a las Nuevas Tecnologías, con excepción de Biotecnología que ocupa una posición intermedia (26º), son muy sensibles a la acción de los instrumentos.

Las otras conclusiones se refieren a la importancia relativa de los instrumentos para promover el desarrollo de los agregados tecnológicos a saber:

- 1.- El hecho de que los instrumentos referidos a la relación entre el país y el resto del mundo (compra de tecnología extranjera,

CUADRO 4. Ordenamiento de los agregados según el impacto de los instrumentos.

- 1) Tecnología micro-electrónica
- 2) Informática
- 3) Ingeniería de producción
- 4) Tecnología mecánico-industrial
- 5) Química fina
- 6) Tecnología de alimentos
- 7) Ingeniería de automatización
- 8) Tecnología nuclear
- 9) Tecnología de nuevos materiales
- 10) Tecnología de productos metálicos
- 11) Ingeniería electrónica
- 12) Tecnología eléctrica
- 13) Tecnología bioquímica
- 14) Ingeniería química y de proceso
- 15) Tecnología biomédica
- 16) Planificación y gestión de ciencia y tecnología
- 17) Ingeniería eléctrica
- 18) Ingeniería ambiental y energía no convencional
- 19) Obras y servicios en transporte y urbanismo
- 20) Tecnología metalúrgica
- 21) Tecnología petroquímica y química de carbón
- 22) Tecnología aero-espacial
- 23) Tecnología de vehículos terrestres
- 24) Obras hidráulicas
- 25) Zootecnia, veterinaria, fauna silvestre, zoología y pesca
- 26) Biotecnología
- 27) Tecnología de materiales no metálicos
- 28) Agronomía, forestal y botánica
- 29) Tecnología naval
- 30) Tecnología textil y de cueros
- 31) Tecnología minera
- 32) Tecnología de extracción y refino de petróleo
- 33) Ciencias de la Tierra
- 34) Estadística, matemática y lógica
- 35) Medicina preventiva
- 36) Ciencias del Espacio
- 37) Medicina curativa

CUADRO 5. Ordenamiento según la adecuación de los instrumentos.

- 1) Servicios de información en ciencia y tecnología
- 2) Financiación de proyectos de investigación
- 3) Incentivos para entrenamiento en la empresa
- 4) Refuerzos de la capacidad local de planificación y gestión de tecnología
- 5) Becas de postgrado
- 6) Incentivos a la innovación y garantía de la calidad
- 7) Becas de pregrado
- 8) Financiación de infraestructura para la investigación
- 9) Normalización
- 10) Fomento a la transferencia de tecnología
- 11) Propiedad industrial
- 12) Poder de compra del sector público
- 13) Condiciones preferenciales de importación y exportación
- 14) Participación en el capital
- 15) Créditos de riesgo
- 16) Establecimiento de nuevos programas de formación en recursos humanos
- 17) Restricciones a la compra de tecnología extranjera
- 18) Restricciones a la inversión extranjera
- 19) Protección aduanera
- 20) Liberalización del comercio

inversión extranjera, protección aduanera y liberalización del comercio) ocupan los últimos lugares del Cuadro 5, lo cual indica que las regulaciones de comercio internacional tienen poca importancia para el desarrollo científico y tecnológico del país.

- 2.- El hecho de que los instrumentos de política referidos a los programas de servicios que tradicionalmente ha prestado el CONICIT aparecen entre los primeros ocho lugares, a saber: servicios de información en 1^{er} lugar, financiamiento de proyectos de investigación en 2^o lugar, becas de postgrado e infraestructura de investigación en 5^o y 8^o lugar, respectivamente.

Esto se reafirma observando el Cuadro 6, el cual muestra el impacto de los instrumentos de política que promueve el CONICIT sobre los agregados tecnológicos. Se puede notar que dentro de una escala de 0 a 5, estos instrumentos tienen una relativa alta incidencia en casi todos los agregados tecnológicos.

- 3- La conveniencia de aplicar los instrumentos de política que establece la Ley de Promoción al Desarrollo Científico y Tecnológico por su influencia sobre los agregados tecnológicos. Se encuentra que estos instrumentos se ubican dentro de los primeros dieciséis lugares, específicamente en el 3^o, 4^o, 6^o, 7^o, 12^o, 13^o, 14^o, 15^o y 16^o, lo cual evidencia la conveniencia de su aplicación.

Cabe destacar la importancia de los siguientes instrumentos:

- Incentivos para el entrenamiento en las empresas,
- Refuerzo de la capacidad de planificación y gestión de tecnología,
- Incentivos a la innovación y garantía de calidad y
- Financiamiento de becas de pregrado.

Estos resultados se evidencian a partir de la información que ofrece el Cuadro 7.

CUADRO 6. Impacto de los instrumentos de política que promueve el CONICIT en los agregados tecnológicos.

	Becas	Infr.	Prov.	Infor.
1) Agro/forestal	2	2	4	5
2) Biotecnología	4	3	3	3
3) C. Tierra	4	4	4	4
4) C. Espacio	2	4	4	4
5) Estadística	4	3	3	4
6) Informática	4	4	5	5
7) I. Amb./En. no conv.	3	3	4	4
8) I. Automatiz.	3	3	4	5
9) I. Producción	5	3	5	5
10) I. Eléctrica	3	3	4	3
11) I. Electrónica	4	3	5	4
12) I. Quím./Proceso	3	3	3	4
13) Med. curativa	3	2	2	4
14) Med. preventiva	3	2	2	4
15) Obras hidrául.	3	3	3	3
16) Obras trans/Urb.	3	3	4	3
17) Plan/Gest. C-T	4	1	3	5
18) Química fina	4	2	3	3
19) T. Aeroespacial	3	3	3	3
20) T. Biomédica	3	3	3	3
21) T. Bioquímica	3	2	3	3
22) T. Alimentos	4	2	4	4
23) T. Ext./ref./petr.	2	1	3	3
24) T. Mat./No metal	2	2	3	3
25) T. Nuevos mat.	3	3	4	4
26) T. Prod./metal	2	3	4	3
27) T. Veh/Terrestre	2	3	3	3
28) T. Eléctrica	3	2	3	3
29) T. Mec. indus.	4	3	4	4
30) T. Metalúrgica	3	2	3	3
31) T. Microelectron	4	4	4	5
32) T. Minera	2	1	2	3
33) T. Naval	3	2	2	3
34) T. Nuclear	4	3	3	3
35) T. Petroquímica	3	2	2	3
36) T. Textil/cueros	2	2	2	3
37) Zoot./Vet./Pesca	3	2	4	4

CUADRO 7. Impacto de los instrumentos de política que promueve la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1) Agro/forestal	3	4	3	2	1	3	2	3	1
2) Biotecnología	4	2	3	1	2	2	2	3	3
3) C. Tierra	1	3	1	3	0	2	0	0	2
4) C. Espacio	1	3	0	2	0	1	0	0	2
5) Estadística	2	3	1	4	0	0	0	0	1
6) Informática	4	5	5	4	3	3	3	3	3
7) I. Am./En. No conv.	4	3	2	2	3	2	3	2	3
8) I. Automatiz.	4	5	3	3	3	3	3	3	3
9) I. Producción	5	5	5	5	2	1	2	1	2
10) I. Eléctrica	3	4	3	4	2	1	2	1	2
11) I. Electrónica	4	4	2	4	3	3	2	1	3
12) I. Quím./Proceso	4	4	3	4	2	1	2	1	2
13) Med. curativa	3	2	0	2	0	0	0	0	2
14) Med. preventiva	3	3	0	2	0	0	0	0	2
15) Obras hidrául.	3	3	2	2	3	3	2	3	1
16) Obras trans./Urb.	3	3	3	2	4	3	3	3	1
17) Plan/Gest. C-T	4	5	4	4	4	0	2	1	4
18) Química fina	4	3	4	4	4	3	2	3	2
19) T. Aeroespacial	3	3	3	3	2	2	3	3	1
20) T. Biomédica	3	3	3	2	4	3	3	3	3
21) T. Bioquímica	4	3	3	3	3	2	3	3	2
22) T. Alimentos	4	3	4	3	3	3	3	3	1

Continúa en la siguiente página

Continuación Cuadro 7

23) T. Ext./Ref./Petr.	3	3	3	1	3	2	1	0	1
24) T. Mat/No metal	3	3	3	2	2	2	3	3	1
25) T. Nuevos mat.	4	3	4	3	3	3	3	4	2
26) T. Prod./Metal	4	3	4	3	3	3	3	3	2
27) T. Veh./Terrestre	3	3	3	1	2	3	2	3	1
28) T. Eléctrica	4	3	4	3	4	3	3	3	1
29) T. Mec. Indus.	4	4	4	3	3	3	4	3	2
30) T. Metalúrgica	3	3	3	2	1	3	2	3	1
31) T. Microelectron.	5	4	5	4	3	3	4	3	4
32) T. Minera	2	2	2	1	2	1	2	1	1
33) T. Naval	3	3	3	2	2	1	2	2	2
34) T. Nuclear	4	3	4	3	4	3	3	3	3
35) T. Petroquímica	3	3	3	2	3	3	2	3	2
36) T. Textil/Cueros	2	2	2	2	2	2	1	2	1
37) Zoot./Vet./Pesca	3	3	3	3	1	2	2	2	3
Total	124	123	108	101	90	81	81	79	77

- A) Incentivos para entrenamiento en la empresa
- B) Refuerzo de la capacidad local de planificación y gestión de tecnología
- C) Incentivos a la innovación y garantía de la calidad
- D) Becas de pregrado
- E) Poder de compra del Estado
- F) Condiciones preferenciales de importación y exportación
- G) Participación en el capital
- H) Créditos de riesgo
- I) Establecimiento de nuevos programas de formación de Recursos Humanos

PRIORIDAD CIENTIFICO-TECNOLOGICA

La definición de esta prioridad constituyó uno de los primeros pasos de la metodología y para ello fue necesario determinar previamente el grado en que cada uno de los agregados tecnológicos aportaba, en términos de conocimiento, al desarrollo de todos los demás agregados y en qué grado cada uno de esos agregados contribuyen a su desarrollo. Esto se logró a partir de la matriz de interacción agregado por agregado.

Una vez conocido el nivel actual de competitividad de cada agregado y la interacción entre los agregados tecnológicos se determinó la prioridad científico-tecnológica (PCT). Esto responde a una función de tres términos relacionados según la siguiente fórmula

$$PCT_i = 0,5 (1/37 \sum A_j) + 0,2 (N_i)^{-1} + 0,3 (1/4 \sum N_j), \text{ donde}$$

- El primer término es el valor promedio del aporte de conocimiento del agregado a todos los demás
- El segundo término es la inversa del nivel de desarrollo relativo actual del agregado
- El tercer término se refiere al promedio de los niveles de desarrollo relativo de los cuatro agregados que más aportan conocimiento al agregado en cuestión
- Las ponderaciones (0,5; 0,2 y 0,3) responden a la importancia relativa de cada término en la evaluación de la prioridad.

Cada término de la función de prioridad científico-tecnológica tiene una contribución que puede variar según se trate de uno u otro agregado; por ejemplo, para las nuevas tecnologías, en la mayoría de los casos, la prioridad científico-tecnológica va a estar determinada por el importante aporte de éstas al desarrollo de los otros agregados y en el caso de los agregados como la Medicina y otros que tenían un nivel de competitividad alto, el término que incide más en la prioridad se relaciona con el desarrollo de los agregados que facilitan su desarrollo.

La aplicación de esta fórmula a cada uno de los agregados nos da como resultado el orden de prioridad que establece el Cuadro 8.

CUADRO 8. Ordenamiento de los agregados según su prioridad científico-tecnológica.

AGREGADO	ORDEN
17) Planificación y gestión de ciencia y tecnología	1
8) Ingeniería de automatización	2
5) Estadística, matemática y lógica	3
31) Tecnología micro-electrónica	4
6) Informática	5
11) Ingeniería electrónica	6
9) Ingeniería de producción	7
29) Tecnología mecánico-industrial	8
25) Tecnología de nuevos materiales	9
28) Tecnología eléctrica	10
7) Ingeniería ambiental y energía no convencional	11
34) Tecnología nuclear	12
10) Ingeniería eléctrica	13
12) Ingeniería química y de proceso	14
30) Tecnología metalúrgica	15
4) Ciencias del Espacio	16
3) Ciencias de la Tierra	17
20) Tecnología biomédica	18
18) Química fina	19
37) Zootecnia, veterinaria, fauna silvestre, zoología y pesca	20
2) Biotecnología	21
19) Tecnología aero-espacial	22
22) Tecnología de alimentos	23
26) Tecnología de productos metálicos	24
21) Tecnología bioquímica	25
15) Obras hidráulicas	26
14) Medicina preventiva	27
24) Tecnología de materiales no metálicos	28
27) Tecnología de vehículos terrestres	29
33) Tecnología naval	30
35) Tecnología petroquímica y química del carbón	31
13) Medicina curativa	32
36) Tecnología textil y de cueros	33
1) Agronomía, forestal y botánica	34
16) Obras y servicios en transporte y urbanismo	35
32) Tecnología minera	36
23) Tecnología de extracción y refinado de petróleo	37

En este Cuadro se puede ver que dentro de los agregados relacionados con las nuevas tecnologías, Ingeniería de Automatización, Micro-Electrónica, Informática y Nuevos Materiales tienen una prioridad muy alta que la Química Fina y Biotecnología tienen una prioridad intermedia. Cabe destacar las prioridades tan altas que tienen las actividades de Planificación y Gestión de Ciencia y Tecnología, así como el agregado de Estadística, Matemática y Lógica. Agregados como Tecnología de Alimentos, Metalmecánica y Agro-nomía/Forestal, por cuya promoción y desarrollo se han preocupado insistentemente las autoridades nacionales presentan una PCT muy baja.

PRIORIDAD ECONOMICA

Como primer paso para obtener la prioridad económica de cada agregado tecnológico se actualizó a 1987 la matriz insumo-producto de 1980 y se procuró adaptarla a la nueva estructura productiva del país, en vista de que esa matriz había sido elaborada con base en la estructura productiva de 1960. Así algunos sectores se desagregaron y otros fueron fundidos con vistas a obtener una imagen más fidedigna de la realidad económica del país.

Posteriormente se formularon los tres posibles escenarios al año 2000, los cuales se reflejan en la matriz insumo-producto actualizada y adaptada.

El primer escenario se llamó Escenario de Referencia, el cual supone que la estructura productiva permanece inalterada y que el PNB crecerá de acuerdo con las proyecciones oficiales.

El segundo es el Escenario Tendencial, el cual mantiene la tendencia de crecimiento de la exportación de productos no tradicionales a terceros mercados y la estrategia de reconversión industrial iniciada hace algunos años, principalmente en lo referente a la desgravación arancelaria.

El tercer escenario es el de Complementación Productiva y Recuperación Centroamericana en el cual se formulan dos supuestos, por un lado que disminuirá progresivamente la fuga determinada por la importación de equipo e insumos para la producción y la consecuente pérdida de impacto positivo del esfuerzo de acumulación y por el otro, que se explotará la recuperación centroamericana mediante la preparación de la estructura productiva nacional, para atender la demanda derivada de la recuperación, principalmente de aquellos productos de mayor valor agregado e intensidad tecnológica.

Cada uno de los escenarios se refleja en una matriz insumo-producto mediante la aplicación de tasas de crecimiento sectoriales diferenciadas, para finalmente obtener los tres vectores de valores de producción sectorial asociados a cada una de las tres matrices correspondientes a los tres escenarios.

Lo que interesa no es el vector de los valores absolutos de la producción de cada sector sino el cociente de su producción entre

el PNB, valores relativos que indican cuál es el peso económico de cada sector dentro de la estructura productiva del país.

Para obtener la prioridad económica futura de cada agregado tecnológico según escenario (PE) con el vector relativo se ponderan los grados de importancia de cada agregado para la realización de las actividades productivas de la economía del país, resultados de la matriz agregado por sector, con el vector relativo correspondiente.

A pesar de que se debió escoger uno de los tres escenarios futuros para continuar con el análisis, se notó que las prioridades económicas no variaron sustancialmente entre un escenario y otro.

El escenario escogido es el primero, el de referencia y las PE de cada agregado asociado a este escenario se encuentran en el Cuadro 9.

Este Cuadro muestra que si solo imperan los criterios económicos para desarrollar los agregados, los más importantes son: la Ingeniería de Producción, la Informática, la Ingeniería Eléctrica, la Tecnología Mecánica Industrial y la Tecnología de Alimentos.

Se nota también que los agregados asociados a las áreas de Informática y Micro-Electrónica ocupan lugares importantes, a saber: Informática (2º), Ingeniería Eléctrica (3º), Ingeniería de Automatización (7º), Tecnología Micro-Electrónica (10º) e Ingeniería Electrónica (13º).

El resto de los agregados asociados a las nuevas tecnologías adquieren menos importancia, Biotecnología ocupa el 20º lugar, Química Fina el 26º lugar y Tecnología de Nuevos Materiales el 35º lugar.

Es interesante observar los resultados del Cuadro 10 que muestra las variaciones en la importancia del desarrollo de los agregados según prevalezcan los criterios científico-tecnológicos o los económicos.

Cabe destacar los severos cambios de posición del agregado Planificación y Gestión Científico-Tecnológica que pierde 18 lugares entre la PCT y la PE, y de Agronomía, Forestal y Botánica que gana 25 lugares entre la PCT y la PE.

Los agregados asociados a las Nuevas Tecnologías no tienen variaciones significativas, con excepción de la Tecnología de Nuevos Materiales que pierde 26 lugares entre la PCT y la PE.

CUADRO 9. Ordenamiento de los agregados según su prioridad económica.

AGREGADO	ORDEN
9) Ingeniería de Producción	1
6) Informática	2
10) Ingeniería eléctrica	3
29) Tecnología mecánico-industrial	4
22) Tecnología de alimentos	5
16) Obras y servicios en transporte y urbanismo	6
8) Ingeniería de automatización	7
5) Estadística, matemática y lógica	8
1) Agronomía, forestal y botánica	9
31) Tecnología micro-electrónica	10
12) Ingeniería química y de proceso	11
28) Tecnología eléctrica	12
11) Ingeniería electrónica	13
15) Obras hidráulicas	14
3) Ciencias de la Tierra	15
26) Tecnología de productos metálicos	16
24) Tecnología de materiales no metálicos	17
27) Tecnología de vehículos terrestres	18
17) Planificación y gestión de ciencia y tecnología	19
2) Biotecnología	20
7) Ingeniería ambiental y energía no convencional	21
21) Tecnología bioquímica	22
37) Zootecnia, veterinaria, fauna silvestre, zoología y pesca	23
23) Tecnología de extracción y refino de petróleo	24
35) Tecnología petroquímica y química del carbón	25
18) Química fina	26
13) Medicina curativa	27
14) Medicina preventiva	28
20) Tecnología biomédica	29
19) Tecnología aero-espacial	30
34) Tecnología nuclear	31
36) Tecnología textil y de cueros	32
30) Tecnología metalúrgica	33
32) Tecnología minera	34
25) Tecnología de nuevos materiales	35
4) Ciencias del Espacio	36
33) Tecnología naval	37

CUADRO 10. Orden de prioridades de los agregados tecnológicos.

AGREGADO	PCT	PE	DIF	PG
Plan/Gest. C-T	1	19	-18	6
I. Automatización	2	7	-5	3
Estadística	3	8	-5	4
T. Microelectron	4	10	-6	5
Informática	5	2	3	1
I. Electrónica	6	13	-7	9
I. Producción	7	1	6	2
I. Mec. Ind.	8	4	4	7
T. Nuevos mater.	9	35	-26	15
T. Eléctrica	10	12	-2	10
I. Amb./En. no conv.	11	21	-10	13
T. Nuclear	12	31	-19	16
I. Eléctrica	13	3	10	8
I. Química/Proceso	14	11	3	11
T. Metalúrgica	15	33	-18	22
C. Espacio	16	36	-20	27
C. Tierra	17	15	2	14
T. Biomédica	18	29	-11	25
Química fina	19	26	-7	23
Zoot./Vet./pesca	20	23	-3	21
Biotechnología	21	20	1	19
T. Aeroespacial	22	30	-8	30
T. Alimentos	23	5	18	12
T. Prod. metal	24	16	8	17
T. Bioquímica	25	22	3	29
Obras hidrául.	26	14	12	18
Med. preventiva	27	28	-1	31
T. Mat. no metal.	28	17	11	24
T. Veh. terrest.	29	18	11	28
T. Naval	30	37	-7	34
T. Petroquímica	31	25	6	32
Med. curativa	32	27	5	33
T. Textil/Cueros	33	32	1	35
Agro/forestal	34	9	25	26
Obras trans/Urb.	35	6	29	20
T. Minera	36	34	2	37
T. Extr./ref. petr.	37	24	13	36

CONCLUSIONES

Las conclusiones específicas generadas a lo largo de este estudio, referidas fundamentalmente al tipo de resultado que el Proyecto proporcionó, ya han sido indicadas en los análisis hechos a lo largo de este documento por lo tanto, no vale la pena volverlas a presentar, pues además, en un intento por resumirlas se podría correr el riesgo de dar al lector una impresión truncada o equivocada.

Por consiguiente se prefiere tratar en este inciso algunas consideraciones de interés relacionadas directamente con los objetivos que el Proyecto persiguió.

Por una parte, la contrastación de las áreas que el CONICIT ha venido promoviendo con las que el Proyecto determinó como agregados científico-tecnológicos prioritarios, en general reafirma las prioridades definidas para el Programa de Ciencia y Tecnología, CONICIT-CONARE/BID.

Cuando estas áreas se analizan según Componente del Programa (Cuadro 6) los resultados son bastante halagadores para los Componentes de Información y Proyectos de Investigación, no así para el Componente de Formación de Recursos Humanos, por ejemplo, en lo relativo al agregado de Agronomía, Forestal y Botánica y para el Componente de Infraestructura en, por ejemplo, agregados como Informática y Tecnología Micro-Electrónica.

En el primer caso los resultados del Proyecto muestran que el énfasis para desarrollar este agregado no debe centrarse prioritariamente en Becas de Postgrado, sin embargo, la demanda nacional en respuesta a las ofertas del CONICIT se ha inclinado en este sentido.

En el segundo caso se observa que en este campo los agregados indicados no recibirán apoyo en magnitudes significativas mediante este Componente, lo cual determina la necesidad de buscar fuentes alternas de recursos para promover iniciativas relacionadas.

No obstante, es importante destacar que corresponde en adelante al CONICIT valorar los resultados del Proyecto complementándolos entre otros, con estadísticas en ciencia y tecnología ya disponibles y con estudios específicos en áreas clave. Un primer

esfuerzo ya realizado en este sentido nos permite justificar la asignación de recursos en Becas de Postgrado en el agregado Agronomía, Forestal y Botánica.

Por otra parte, cabe mencionar que el Proyecto generó recomendaciones importantes sobre el énfasis con que debe ser promovido cada agregado asociando además el instrumento de política más idóneo para hacerlo. Corresponderá a nuestras autoridades en ciencia y tecnología el adoptarlas o no, y en caso de hacerlo este será un importante mecanismo para orientar los recursos con que se dote en un futuro próximo el Fondo de Incentivos que crea la Ley de Promoción al Desarrollo Científico y Tecnológico No. 7169 (Cuadro 7).

Finalmente, en lo relativo a las Nuevas Tecnologías, los resultados del Proyecto coinciden en la necesidad de impulsar en nuestro país el desarrollo de la Informática, la Tecnología Micro-Electrónica, así como los otros agregados que se les asocian, los cuales, comúnmente no son considerados. Sin embargo la prioridad que debe asignarse a los otros agregados que corresponden con las Nuevas Tecnologías (Tecnología de Nuevos Materiales, Biotecnología y Química Fina) debe ser cuidadosamente analizada dentro del contexto general del desarrollo científico y tecnológico del país.

No quiere decir lo anterior que estas no deben de impulsarse, sino que su atención no debe ir en detrimento de otros agregados de igual o mayor prioridad para satisfacer el conjunto de necesidades asociadas al desarrollo futuro de la sociedad costarricense.

ANEXO 1

DESCRIPCION DE LOS FRENTES TECNOLOGICOS*

- 1) AGRONOMIA, FORESTAL Y BOTANICA: manejo, protección y cosecha de cultivos forestales, alimenticios, de especias, colorantes, medicinales y otros, incluyendo aspectos biológicos y fisiología postcosecha de vegetales.
- 2) BIOTECNOLOGIA: utilización y manipulación de procesos biológicos empleando agentes microbianos, células vegetales o animales y sus derivados, para generar o modificar productos y procesos, mejorar plantas o animales y desarrollar microorganismos para su aplicación en agropecuaria, salud, producción de alimentos; diseño y selección de equipos tales como reactores enzimáticos, etc.
- 3) CIENCIAS DE LA TIERRA: estudio del medio abiótico terrestre, incluyendo meteorología, geología, hidrología y acústica.

* Las descripciones de los Frentes fueron elaboradas con vista a agregar elementos a la información presentada en el "Listado de Frentes Tecnológicos y Campos de Conocimiento Asociados (UNESCO)", obtenida mediante agregación de la Nomenclatura de la UNESCO. En el establecimiento de los Frentes se separó, cuando pareció pertinente, el conocimiento de tipo "blando", necesario para el diseño, combinación sistémica, selección y operación de equipos y componentes (a las que denominamos "Ingeniería..."), de los de tipo "duro" relativos a la fabricación de los mismos ("Tecnología..."). Se separó, igualmente, en este último caso, el conocimiento necesario para la fabricación de equipo de utilización genérica (e.g. "Tecnología Mecánico-industrial"), de los de empleo específico, en general más complejos, y que poseen una relación más estrecha con la "Ingeniería..." que le sirve de base (e.g. "Tecnología Nuclear").

- 4) CIENCIAS DEL ESPACIO: estudio del espacio exterior, su influencia sobre la Tierra y los aspectos biológicos y médicos relacionados con la tecnología espacial.
- 5) ESTADISTICA, MATEMATICA Y LOGICA: inferencia, medida y valoración cuantitativa o cualitativa de fenómenos de naturaleza diversa.
- 6) INFORMATICA: diseño, selección y operación de sistemas lógicos para el tratamiento automático de la información.
- 7) INGENIERIA AMBIENTAL Y ENERGIA NO CONVENCIONAL: detección física y diseño de sistemas anticontaminantes para tratamiento de aguas, efluentes, contaminantes atmosféricos y del suelo; estudios de impacto ecológico, utilización de fuentes no convencionales de energía.
- 8) INGENIERIA DE AUTOMATIZACION: diseño y operación de sistemas de control y automatización de la producción y servicios, tales como servomecanismos, centrales y tableros de mando, diseño y manufactura asistida por computadora, etc.
- 9) INGENIERIA DE PRODUCCION: procedimientos relacionados con la eficiencia y racionalización de la producción y comercialización de insumos y productos, conducentes a mejorar la gestión de la mano de obra y la utilización de equipos y materias primas; estudios de preinversión, planeación de la producción, normalización, ingeniería de detalle, mantenimiento y selección de equipos, garantía de la calidad, manejo de tiempos y movimientos, administración de recursos humanos, materiales y financieros, estructura organizacional, etc. (También denominada INGENIERIA INDUSTRIAL).
- 10) INGENIERIA ELECTRICA: diseño, selección, instalación, mantenimiento, seguridad y protección de redes eléctricas, instalaciones electromecánicas y electrotérmicas industriales y generadores eléctricos.

- 11) INGENIERIA ELECTRONICA: diseño, selección, instalación, mantenimiento, seguridad y protección de sistemas electrónicos y de base micro-electrónica aplicados al almacenamiento, transporte, transformación y utilización de energía e información.
- 12) INGENIERIA QUIMICA Y DE PROCESO: aplicaciones de conocimientos relativos a la química, físico-química y física, al diseño, selección y operación de equipos y procesos (tales como calentamiento, enfriamiento, cambios de fase, reacciones químicas, transferencia de fluidos, etc.) de uso genérico en la producción; balance de materia y energía, tecnología de proceso y operación para selección y diseño de equipos, síntesis de procesos, simulación y optimización, etc.
- 13) MEDICINA CURATIVA: especialidades relativas al tratamiento de patologías mediante atención individual.
- 14) MEDICINA PREVENTIVA: especialidades relacionadas con el mejoramiento de la sanidad general de la población mediante acciones preventivas de salud pública.
- 15) OBRAS HIDRAULICAS: obras de ingeniería civil destinadas a la utilización del agua para fines urbanos, agrícolas, energéticos y de navegación.
- 16) OBRAS Y SERVICIOS EN TRANSPORTE Y URBANISMO: obras y servicios destinados a mejorar las condiciones habitacionales, de transporte y de la infraestructura urbana.
- 17) PLANIFICACION Y GESTION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA: procedimientos relacionados con la planificación y administración de la investigación y desarrollo en organizaciones públicas y privadas, considerando los contextos nacional e internacional, presentes y futuros, conducentes al aumento de la eficiencia productiva, a la innovación y al desarrollo del país; comercialización y transferencia de tecnología.

- 18) QUIMICA FINA: producción de nuevas estructuras químicas con actividad biológica, mediante manipulación de las ya existentes o de síntesis química; extracción de sustancias activas de productos naturales por métodos no convencionales.
- 19) TECNOLOGIA AERO-ESPACIAL: diseño y fabricación de aeronaves, cohetes y satélites, de tipo y empleo diversos, así como de sus componentes.
- 20) TECNOLOGIA BIOMEDICA: diseño y fabricación de instrumentos y equipos para la aplicación en medicina, incluyendo los empleados para sustituir órganos humanos.
- 21) TECNOLOGIA BIOQUIMICA: estudio de los procesos químicos naturales en los sistemas biológicos y su transformación para aplicaciones en medicina, agricultura, producción de fármacos y alimentos, etc.
- 22) TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: procesamiento, elaboración, conservación, modificación, síntesis de bebidas y alimentos (humanos y animales), incluyendo aspectos de fisiología post-mortem de animales, higiene, comercialización, etc.
- 23) TECNOLOGIA DE EXTRACCION Y REFINO DE PETROLEO: diseño, fabricación y operación de equipos de extracción, refino y transporte de petróleo y sus derivados.
- 24) TECNOLOGIA DE MATERIALES NO METALICOS: diseños de procesos de transformación química y mecánica y fabricación de materiales de empleo genérico, tales como cementos, cerámicas, refractarios, vidrios, abrasivos, madera, módulos y prefabricados, excepto plásticos (corresponde al aspecto "manufacturero-industrial" de frentes en los cuales este tipo de actividad no se encuentra explícitamente indicado, tales como "Obras Hidráulicas", "Obras y Servicios en Transporte y Urbanismo", "Agronomía, Forestal y Botánica", etc).

- 25) TECNOLOGIA DE NUEVOS MATERIALES: diseño, fabricación y aplicación de materiales intensivos en conocimiento científico y tecnológico nuevo ("ciencia e ingeniería de materiales"), poseedores de características y desempeño superiores, tales como cerámicas especiales, fibras de carbono, etc.
- 26) TECNOLOGIA DE PRODUCTOS METALICOS: diseño y construcción de estructuras, tanques, recipientes y fabricación de piezas y herramientas metálicas de uso genérico a partir de productos metalúrgicos; operaciones de soldadura, corte y deformación; (corresponde al aspecto "manufacturero-industrial" de frentes en los cuales este tipo de actividad no se encuentra explícitamente indicado, tales como "Ingeniería Química y de Proceso", "Tecnología Textil y de Cueros", "Tecnología Petroquímica y del Carbón", "Tecnología de Alimentos", "Tecnología Minera", "Agronomía, Forestal y Botánica", etc).
- 27) TECNOLOGIA DE VEHICULOS TERRESTRES: diseño, selección, fabricación y reparación de vehículos terrestres de tipo y empleo diversos, así como de sus componentes, accesorios y repuestos.
- 28) TECNOLOGIA ELECTRICA: diseño y fabricación de componentes y maquinaria eléctrica (corresponde al aspecto "manufacturero-industrial" del frente Ingeniería Eléctrica).
- 29) TECNOLOGIA MECANICO-INDUSTRIAL: diseño y fabricación de equipos mecánicos de empleo genérico (corresponde al aspecto "manufacturero-industrial" de frentes en los cuales este tipo de actividad no se encuentra explícitamente indicado, tales como "Ingeniería Química y de Proceso", "Tecnología Textil y de Cueros", "Tecnología Petroquímica y del Carbón", "Tecnología de Alimentos", "Tecnología Minera", etc).
- 30) TECNOLOGIA METALURGICA: selección de procesos y equipos y procesamiento de metales ferrosos y no ferrosos para la obtención de productos metalúrgicos.

- 31) **TECNOLOGIA MICRO-ELECTRONICA:** diseño y fabricación de equipos y microcomponentes electrónicos para computación, telecomunicación y automatización de la producción y servicios, (corresponde al aspecto "manufacturero-industrial del frente", "Ingeniería Electrónica" e "Informática").
- 32) **TECNOLOGIA MINERA:** selección de equipos y procesos y explotación y beneficiado de minerales, excepto petróleo.
- 33) **TECNOLOGIA NAVAL:** diseño, selección, construcción y reparación de embarcaciones y equipo naval, de tipo y empleo diversos, así como de sus componentes.
- 34) **TECNOLOGIA NUCLEAR:** diseño, selección, fabricación y operación de equipos y procesos para generación y aplicación de la energía nuclear.
- 35) **TECNOLOGIA PETROQUIMICA Y QUIMICA DEL CARBON:** diseño, selección y operación de procesos y equipos para la transformación química y mecánica; y fabricación de materiales sintéticos derivados del petróleo y del carbón; propiedades físicas, químicas y superficiales de resinas y polímeros convencionales.
- 36) **TECNOLOGIA TEXTIL Y DE CUEROS:** diseño, selección y operación de equipo, tecnología de proceso y de producto para la producción de hilos, telas, prendas y artículos de cuero.
- 37) **ZOOTECNIA, VETERINARIA, FAUNA SILVESTRE, ZOOLOGICA Y PESCA:** manejo y salud de animales domésticos, peces e invertebrados y su cosecha; así como la explotación y conservación de la fauna silvestre y los recursos pesqueros incluyendo aspectos biológicos.

ANEXO 2

INSTRUMENTOS DE POLITICA CIENTIFICA Y TECNOLOGICA¹

- 1) **BECAS DE POSTGRADO:** para la realización de estudios en el país o en el exterior (51).
- 2) **BECAS DE PREGRADO:** para la realización de estudios en el país o en el exterior (51).
- 3) **CONDICIONES PREFERENCIALES DE IMPORTACION Y EXPORTACION:** créditos y subsidios a la exportación de productos (de alta intensidad tecnológica, o de interés estratégico para el país) o a la importación de insumos necesarios para su fabricación (67).
- 4) **CREDITOS DE RIESGO:** créditos de largo plazo o bajo interés, o promoción de proyectos compartidos empresa-gobierno para el desarrollo de tecnología (74).
- 5) **ESTABLECIMIENTO DE NUEVOS PROGRAMAS DE FORMACION DE RECURSOS HUMANOS:** en universidades e institutos gubernamentales de investigación (en áreas recientemente identificadas como prioritarias).
- 6) **FINANCIACION DE INFRAESTRUCTURA PARA LA INVESTIGACION:** en universidades e institutos gubernamentales de investigación (40).

1. Los números entre paréntesis se refieren, cuando es el caso, al artículo del Proyecto de Ley para el Desarrollo Tecnológico, No. 10798, en el cual el instrumento está previsto.

- 7) FINANCIACION DE PROYECTOS DE INVESTIGACION: en universidades e institutos gubernamentales de investigación (40).
- 8) FOMENTO A LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA: estímulo a la inversión extranjera o a la creación de *joint-ventures* con empresas extranjeras (que supongan una efectiva transferencia de tecnología).
- 9) INCENTIVOS PARA ENTRENAMIENTO EN LA EMPRESA: reducción de impuestos para empresas que promuevan entrenamiento de su personal (81).
- 10) INCENTIVOS A LA INNOVACION Y GARANTIA DE LA CALIDAD: reducción del impuesto a la renta (y otros incluyendo el de importación de equipos e insumos para la investigación) para empresas que realicen investigación y desarrollo o mantengan programas de garantía de la calidad (inclusive firmas de ingeniería o consultoría) (46, 68, 81).
- 11) LIBERALIZACION DEL COMERCIO: retirada de barreras aduaneras y otros favores propiciados por el Estado a fin de permitir la competencia externa e interna y estimular el aumento de la productividad (en sectores suficientemente consolidados).
- 12) NORMALIZACION: establecimiento de un sistema de normas y patrones industriales y comerciales (que permita, entre otras cosas, disminuir la importación innecesaria de productos y procesos tecnológicos).
- 13) PARTICIPACION EN EL CAPITAL: ampliación del capital de empresas privadas (de productos de alta intensidad tecnológica), mediante la inyección de recursos públicos o la concesión de créditos fiscales convertibles en acciones a otras empresas (nacionales) (40b, 87).
- 14) PODER DE COMPRA DEL SECTOR PUBLICO: utilización del poder de compra del Estado para viabilizar la producción local de productos (de alta intensidad tecnológica o estratégi-

cos para el país) mediante la compra anticipada de lotes mínimos iniciales, condiciones preferenciales de pago, etc (78).

- 15) PROPIEDAD INDUSTRIAL: establecimiento de un sistema que estimule la innovación local, en particular las llamadas innovaciones "menores", mediante la no imposición de límites innecesarios a procedimientos como la ingeniería reversa, adaptación tecnológica, etc.
- 16) PROTECCION ADUANERA: establecimiento de barreras aduaneras para productos (de alta intensidad tecnológica o estratégicos para el país), con plazo de vigencia predeterminado y acoplados a programas de nacionalización y capacitación.
- 17) REFUERZO DE LA CAPACIDAD LOCAL DE PLANIFICACION Y GESTION DE TECNOLOGIA: estímulo específico a acciones dirigidas a aumentar la capacitación local en áreas como negociación de tecnología, administración de investigación y desarrollo, promoción de "empresas de base tecnológica", planificación de ciencia y tecnología, vinculación universidad-empresa, etc.
- 18) RESTRICCION A LA COMPRA DE TECNOLOGIA EXTRANJERA: establecimiento de limitaciones al pago de regalías y servicios por este concepto y de impuestos de importación, etc (para promover la generación y suministro local de tecnología).
- 19) RESTRICCIONES A LA INVERSION EXTRANJERA: limitaciones al establecimiento de firmas extranjeras en el país (con vistas a estimular el desarrollo de tecnología local).
- 20) SERVICIOS DE INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA: estímulo al desarrollo e implantación de sistemas de información y consulta automatizada en ámbito nacional. Interconexión y acceso a sistemas y redes de información y consulta nacionales y extranjeras.

ANEXO 3

Matriz de instrumentos de política por agregado tecnológico.

Agregado	Agro/ Fores- tal	Bio- tecno- logía	C. de la Tierra	C. del Espa- cio	Esta- dística	Infor- mática	I. Amb./ E. no conv.	I Auto- mati- zación	I Pro- duc- ción	I. Eléc- trica	I. Elec- trónica	I. Quím./ Pro- ceso	Med. Cura- tiva	Med. Pre- ven- tiva	Obras Hi- drául.
Instrumentos de política	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. Becas de postgrado	2	4	4	2	4	4	3	3	5	3	4	3	3	3	3
2. Becas de pregrado	2	1	3	2	4	4	2	3	5	4	4	4	2	2	2
3. Cond. pref. imp. ex.	3	2	2	1	0	3	2	3	1	1	3	1	0	0	3
4. Crédito riesgo	3	3	0	0	0	3	2	3	1	1	1	1	0	0	3
5. Nuevos prog. R.H.	1	3	2	2	1	3	3	3	2	2	3	2	2	2	1
6. Infraest. invest.	2	3	4	4	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	3
7. Find. proy. invest.	4	3	4	4	3	5	4	4	5	4	5	3	2	2	3
8. Fomento trans. tec.	1	1	3	1	2	4	4	3	3	2	3	3	1	1	3
9. Inc. entren. empresa	3	4	1	1	2	4	4	4	5	3	4	4	3	3	3
10. Unc. Innv. calidad	3	3	1	0	1	5	2	3	5	3	2	3	0	0	2
11. Liberal. comercio	2	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
12. Normalización	1	1	0	0	0	1	4	1	5	3	2	3	0	0	3
13. Particip. capital	2	2	0	0	0	3	3	3	2	2	2	2	0	0	2
14. Poder de compra	1	2	0	0	0	3	3	3	2	2	3	2	0	0	3
15. Prop. industrial	1	1	0	0	0	3	3	3	5	4	4	4	1	1	2
16. Protecc. aduanera	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0
17. Refuerzo gest. C-T	4	2	3	3	3	5	3	5	5	4	4	4	2	3	3
18. Restr. tec. extr.	0	0	0	0	0	2	0	2	3	3	2	3	0	0	2
19. Restr. invers. extr.	0	1	0	0	0	3	0	2	1	2	1	1	0	0	0
20. Serv. Inf. C-T	5	3	4	4	4	5	4	5	5	3	4	4	4	4	3
Total	42	43	31	24	27	67	50	59	65	50	56	53	23	25	44
Promedio	2	2	2	1	1	3	3	3	3	3	3	3	1	1	2

Continuación Anexo 3

Obras Plan/ Trans. Ges- Urb. tion C-T	Quím. fina	T. Aero- esp.	T. Bio- méd.	T. Bio- quím.	T. Alim.	T. Extr./ Ref. Petr.	T. Mat./ No Met.	T. Nue. mat.	T. Prod. met.	T. Veh/ Terr.	T. Eléc.	T. Mec. Ind.	T. Met. Micro. eléc.	T. Min.	T. Naval	T. Nucl.	T. Petr. Quím.	T. Tex/ Cuer.	Zoot/ Vet/ Pesca	To- tal	Pro- medio		
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
3	4	4	3	3	3	4	2	2	3	2	2	3	4	3	4	2	3	4	3	2	3	121	3
2	4	4	3	2	3	3	1	2	3	3	1	3	2	4	1	2	3	2	2	3	3	101	3
3	0	3	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	1	1	3	3	2	2	2	2	81	2
3	1	3	3	3	3	3	0	3	4	3	3	3	3	3	1	2	3	3	2	2	2	79	2
1	4	2	1	3	2	1	1	1	2	2	1	2	1	4	1	2	3	2	1	3	77	2	
3	1	2	3	3	2	2	1	2	3	3	2	3	2	4	1	2	3	2	2	2	2	99	3
4	3	3	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	2	2	3	2	2	4	126	3
3	2	3	3	3	3	3	1	2	3	2	3	3	3	3	4	2	3	4	2	2	1	96	3
3	4	4	3	3	4	4	3	3	4	4	3	4	4	3	5	2	3	4	3	2	3	124	3
3	4	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	4	4	3	5	2	3	4	3	2	3	108	3
0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0
3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	1	3	5	3	3	2	96	3
3	2	2	3	3	3	3	1	3	3	3	2	3	4	2	4	2	2	3	2	1	2	81	2
4	4	4	2	4	3	3	3	2	3	3	2	4	3	1	3	2	2	4	3	2	1	90	2
2	2	3	3	3	3	2	2	2	3	3	2	4	4	3	4	2	2	3	3	2	1	91	2
0	0	3	2	2	2	2	0	2	1	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	1	0	35	1
3	5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	4	3	4	2	3	3	3	2	3	123	3
2	0	2	0	1	2	3	0	1	2	3	2	2	3	2	1	2	1	2	2	1	0	48	1
1	0	3	1	1	2	2	0	1	2	3	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	45	1
3	5	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3	4	3	5	3	3	3	3	3	4	138	4
49	50	60	47	53	54	59	33	43	58	57	45	55	64	48	69	36	42	58	46	38	44	1771	48
2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2	89	2

La edición de esta obra fue aprobada por el
Consejo Editorial de la Editorial Tecnológica
de Costa Rica en su sesión número 203.
Dirigió la edición: Mario Castillo M.
Edición Técnica: Paulina Retana A.
Diseño de cubierta: Mario F. Cascante S.
Impreso por: Litografía e Imprenta LIL, S.A.